

T.C.
İSTANBUL NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK (TEZLİ) YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ÇEŞİTLİ PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN MOR PATATESİN
(*Solanum Tuberosum* L.var. İlkmor) FENOLİK BİLEŞİK,
ANTIOKSİDAN AKTİVİTE VE DUYUSAL DEĞERLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Erkan KAHRAMAN

Yüksek Lisans Tezi

ÇEŞİTLİ PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN MOR PATATESİN (*Solanum
Tuberosum* L.var. İlkmor) FENOLİK BİLEŞİK, ANTİOKSİDAN
AKTİVİTE VE DUYUSAL DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Erkan KAHRAMAN

T.C.
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Beslenme ve Diyetetik (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

ORCID ID: 0009-0000-9019-8513

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özlem Ateş DURU

İstanbul
Haziran 2025

KABUL VE ONAY

Erkan KAHRAMAN tarafından hazırlanan “Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (*Solanum Tuberosum* L.var. İlkmor) Fenolik Bileşik, Antioksidan Aktivite ve Duyusal Değerleri Üzerindeki Etkisi” başlıklı bu çalışma, 25 Haziran 2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Aynur MÜDÜROĞLU KIRMIZIBEKMEZ**
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Kamil Serkan UZYOL**
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi

Tez Danışmanı: **Dr. Öğr. Üyesi Özlem ATEŞ DURU**
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Enstitü Yönetim Kurulu;

Karar Tarihi :

Karar Numarası :

Doç. Dr. Yeşim KAYA

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Haziran 2025

Erkan KAHRAMAN



SAVUNMA ÖNCESİ ONAYLAR

BENZERLİK ONAYI		
Başlık	Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (<i>Solanum Tuberosum</i> L.var. İlkmor) Fenolik Bileşik, Antioksidan Aktivite ve Duyusal Değerleri Üzerindeki Etkisi	
Savunma Tarihi	25.06.2025	
Sayfa Sayısı	97	
Benzerlik Yüzdesi (%)	%9	
Taranan Program	Turnitin	
Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, özet, ana bölümler ve sonuç kısımlarından oluşan çalışmam için şahsım ve tez danışmanım/Enstitü Sorumlusu tarafından intihal tespit programında taraması yapılmıştır. Tez Danışmanımın gözetiminde tamamladığım çalışmamın azami benzerlik oranlarına göre intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.		
Öğrenci Erkan KAHRAMAN	Danışman Dr. Öğr. Üyesi Özlem ATEŞ DURU	Enstitü Sorumlusu

ETİK KURUL ONAYI		
Başlık	Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (<i>Solanum Tuberosum</i> L.var. İlkmor) Fenolik Bileşik, Antioksidan Aktivite ve Duyusal Değerleri Üzerindeki Etkisi	
Etik Kurul Toplantı Tarihi	06.02.2025	
Etik Kurul Karar No	SBETKK2025-02	
Enstitü Sekreteri		

TEZDEN ÇIKARILAN YAYIN		
Yayın Künyesi	Kahraman, E. (2025). Farklı pişirme yöntemleriyle pişirilen mor patatesin duyusal özellikler açısından değerlendirilmesi. <i>Disiplinlerarası Akademi ve Sektör Çalışmaları Sempozyumu</i> . İstanbul, Türkiye.	
Yayın Türü	<input type="checkbox"/> Ulusal Hakemli Dergide Makale <input type="checkbox"/> Uluslararası Hakemli Dergide Makale <input checked="" type="checkbox"/> Ulusal Kongre/Sempozyumda Bildiri <input type="checkbox"/> Uluslararası Kongre Sempozyumda Bildiri	
Enstitü Sekreteri		

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında yanımda olan hem hayat hem akademik çalışma karmaşasında ne zaman yoldan sapsam beni geri yoluma koyan; koşulsuz ve karşılıksız yardımları ve sabrıyla sadece bir abi değil aynı zamanda en büyük destekçim olan **Furkan Kahraman'a** en derin teşekkürlerimi sunmak isterim.

Tez sürecimde bana engin bilgi birikimiyle rehberlik eden, fiziki olarak uzak olsak da içtenliği ve ilgisiyle hep yanı başımda hissettiren değerli danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Özlem Ateş Duru'ya** sonsuz teşekkür ederim.

Üniversitemde, danışman hocam kadar desteğini her zaman hissettiren, sorularımı sabırla yanıtlayan ve bu süreci kolaylaştıran **Dr. Öğr. Üyesi Kamil Serkan Uzyol'a** da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne, tez sürecim boyunca sundukları anlaşılır ve yol gösterici tez şablonları, her sorumuza zamanında ve sabırla verdikleri yanıtlar ile sağladıkları destek için teşekkür ederim.

Pişirme işlemleri süresince besin hazırlama ve pişirme laboratuvarını kullanmama imkân tanıyan Medipol Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü'ne, sağladıkları olanaklar için teşekkür ederim.

Laboratuvar analizlerimde bana kapılarını açan ve sürecin sağlıklı bir şekilde ilerlemesini sağlayan Sankara Beyin ve Biyoteknoloji Araştırma Merkezi'ne ve bu merkezin değerli hocaları **Dr. Cihan Mehmet Altıntaş** ile **Dr. Merve Zaim'e**, tecrübeleriyle ve yönlendirmeleriyle sağladıkları katkılar için teşekkür ederim.

Son olarak, 25 yıldır her anımda olduğu gibi, tez sürecimde de yanımda olan; sevgileri ve bitmek bilmeyen ilgileriyle beni her zaman güçlü kılan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Erkan KAHRAMAN

Haziran, 2025

ÖZET

Erkan KAHRAMAN

Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (*Solanum Tuberosum* L.var. İlkmor)

Fenolik Bileşik, Antioksidan Aktivite ve Duyusal Değerleri Üzerindeki Etkisi

Yüksek Lisans Tezi

İstanbul, 2025

Antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarı önleyerek hücre yapısını koruyan ve birçok kronik hastalığın riskini azaltmada rol oynayan bileşiklerdir. Bu bileşikler bitkisel kaynaklı gıdalarda yaygın olarak bulunur. Mor patates (*Solanum tuberosum* L. var. "İlkmor"), içerdiği antosiyanin ve fenolik bileşikler sayesinde bir antioksidan kaynağı olarak öne çıkar. Ancak çiğ tüketimi uygun olmadığından, genellikle çeşitli pişirme yöntemleriyle tüketime hazırlanır. Bu pişirme işlemleri, mor patatesteki antioksidan bileşiklerin miktarını ve etkisini doğrudan etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı pişirme yöntemlerine tabii tutulmuş mor patateslerde bu biyoaktif bileşenlerin ve tüketici duyusal algısının nasıl değiştiğinin belirlenmesidir. Bu çalışmada mor patates örneklerinde toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu; toplam antosiyanin pH diferansiyel, antioksidan aktivite ise DPPH ve CUPRAC yöntemleri ile belirlenmiştir. Duyusal analiz 20 eğitimli panelist ile gerçekleştirilmiştir. Mor patates örneklerinde en düşük toplam fenolik madde (111 mg GAE/100 g), toplam antosiyanin (6,33 mg C3GE/100 g) ve antioksidan aktivite değerleri (CUPRAC: 543 μ mol TE/100 g; DPPH: %30,38) çiğ örnekte ölçülmüştür. Bu sonuçlar, pişirme işlemlerinin bu biyoaktif bileşiklerin miktarını artırdığını göstermektedir. Özellikle sıcak hava fritözü (fenolik madde: 162 mg GAE/100 g; antioksidan aktivite: 875 μ mol TE/100 g), mikrodalga (fenolik madde: 161 mg GAE/100 g; antioksidan aktivite: 888 μ mol TE/100 g), ve sous-vide (fenolik madde: 135 mg GAE/100 g; antioksidan aktivite: 750 μ mol TE/100 g) ile pişirme yöntemleri bu değerleri belirgin şekilde yükseltmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre en yüksek genel beğeni puanı buharda pişirme yöntemiyle (7,05 \pm 1,57), en düşük puan ise mikrodalga (3,95 \pm 1,67) yöntemiyle pişirilen örneklerde elde edilmiştir. Sonuç olarak ısı işlemlerinin hem biyoaktif bileşikler hem de duyusal algı üzerinde önemli etkileri olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler

Antioksidan, fenolik madde, mor patates, pişirme yöntemleri

ABSTRACT

Erkan KAHRAMAN

The Effects of Different Cooking Methods on the Phenolic Compounds, Antioxidant Activity, and Sensory Properties of Purple Potato (*Solanum Tuberosum* L. var. İlkmor)

Master's Thesis

Istanbul, 2025

Antioxidants are compounds that protect cell structures by preventing oxidative damage caused by free radicals and play a role in reducing the risk of many chronic diseases. These compounds are commonly found in plant-based foods. Purple potato (*Solanum tuberosum* L. cv. “İlkmor”) stands out as a source of antioxidants due to its anthocyanin and phenolic compound content. However, as it is not suitable for raw consumption, it is generally prepared for consumption using various cooking methods. These cooking processes can directly affect the amount and efficacy of antioxidant compounds in purple potatoes. The aim of this study is to determine how these bioactive compounds and consumer sensory perception change in purple potatoes subjected to different cooking methods. In this study, the total phenolic content of purple potato samples was determined by the Folin-Ciocalteu method; total anthocyanin by the pH differential method; and antioxidant activity by DPPH and CUPRAC methods. Sensory analysis was conducted with 20 trained panelists. The lowest values for total phenolic content (111 mg GAE/100 g), total anthocyanin (6.33 mg C3GE/100 g), and antioxidant activity (CUPRAC: 543 μ mol TE/100 g; DPPH: 30.38%) were measured in the raw samples. These results indicate that cooking processes increase the levels of these bioactive compounds. Notably, air-frying (phenolic content: 162 mg GAE/100 g; antioxidant activity: 875 μ mol TE/100 g), microwave cooking (phenolic content: 161 mg GAE/100 g; antioxidant activity: 888 μ mol TE/100 g), and sous-vide cooking (phenolic content: 135 mg GAE/100 g; antioxidant activity: 750 μ mol TE/100 g) significantly increased these values. According to sensory analysis results, the highest overall liking score was obtained from the samples cooked by steaming (7.05 ± 1.57), while the lowest score was obtained from those cooked in the microwave (3.95 ± 1.67). As a result, thermal processes were found to have significant effects on both bioactive compounds and sensory perception.

Keywords

Antioxidant, phenolic compounds, purple potato, cooking methods

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
ETİK BEYAN	ii
SAVUNMA ÖNCESİ ONAYLAR.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELEr DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM: GENEL BİLGİLER	3
1.1. Serbest Radikaller	3
1.1.1. Serbest Radikal Türleri ve Oluşumu.....	3
1.1.2. Serbest Radikallerin İnsan Vücudundaki Sistem ve Yapılar Üzerindeki Etkileri.....	4
1.2. Vücudun Serbest Radikallerde Karşı Koyma Yöntemleri.....	5
1.2.1. Antioksidan Savunma Mekanizması.....	5
1.3. Fenolik Bileşikler.....	6
1.3.1. Fenolik Bileşiklerin Kategorizasyonu.....	7
1.3.2. Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Etki Mekanizması	12
1.3.3. Hastalık Halinde Fenolik Bileşikler	12
1.3.4. Fenolik Bileşik Kaynakları	15
1.4.1. Mor Patatesin Besin Değeri İçerikleri.....	16
1.4.2. Mor Patatesin Sağlık Faydaları	17
1.5. Pişirme Kavramı	18
1.5.1. Pişirme Yöntemleri	18
1.5.2. Isıl Faaliyetlerin Antioksidan Moleküllere Etkisi.....	25
İKİNCİ BÖLÜM: GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
2.1. Mor Patateslerin Temini ve Pişirme İçin Hazırlanması.....	27
2.1.1. Pişirme İşlemleri	27

2.2. Kimyasal Analizler İçin Kullanılacak Ekipman ve Materyallerin Temini	32
2.3. Mor Patateslerin Ekstraksiyonu	33
2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini	34
2.5. Antioksidan Aktivite Tayini	36
2.5.1. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini	37
2.5.2. CUPRAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini.....	37
2.6. Toplam Antosiyanin Tayini	39
2.7. Kuru Madde Tayini.....	40
2.8. Duyusal Analiz	41
2.9. İstatistiksel Analiz	42
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR.....	43
3.1. Kuru Madde Miktarı	43
3.2. Mor Patatesin Toplam Fenolik Madde Miktarı	43
3.3. Mor Patatesin Toplam Antosiyanin Miktarları.....	44
3.4. Mor Patatesin Antioksidan Aktivite Değerleri	46
3.5. Duyusal Analiz Sonuçları	50
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: TARTIŞMA	52
4.1.Mor Patatesin Kuru Madde Miktarı.....	52
4.2.Mor Patatesin Toplam Fenol İçeriği	52
4.3. Mor Patatesin Antosiyanin İçeriği	56
4.4. Mor Patatesin Antioksidan Aktivite Değerleri	57
4.5. Mor Patateste Duyusal Analiz Değerlendirmesi.....	59
BEŞİNCİ BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR.....	65
EK 1. DUYUSAL ANALİZ FORMU.....	77
EK 2. MOR PATATESLERİN HAZIRLANMASI SÜRECİNDEN FOTOĞRAFLAR.....	78
EK 3. EKSTRAKSİYON SÜRECİNDEN FOTOĞRAFLAR.....	79
EK 4. ANALİZ SÜREÇLERİNDEN FOTOĞRAFLAR.....	80
EK 5. ETİK KURUL/KOMİSYON İZİNİ/MUAFİYETİ	81

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Fenolik Bileşiklerin Kimyasal Yapılarına Göre Kategorizasyonu.....	8
Tablo 2. Flavonoidlerin Kimyasal Yapılarına Göre Kategorizasyonu.....	9
Tablo 3. Fenolik Bileşiklerin Diyet Kaynakları	15
Tablo 4. Patates ve Mor Patatesin Makro Besin Değerleri	17
Tablo 5. Patates ve Mor Patatesin Kuru Ağırlıklarındaki Bazı Mikro besin İçeriklerinin Karşılaştırılması.....	17
Tablo 6. Temel Pişirme Yöntemleri	19
Tablo 7. Uluslararası Pişirme Yöntemleri	19
Tablo 8. Kızartma Sırasında Besinlerin Bileşiminde Meydana Gelen Ana Değişiklikler	23
Tablo 9. Pişirme Sıcaklık ve Süreleri	30
Tablo 10. Mor Patatesin Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Toplam Fenolik Madde Değişim Oranları.....	43
Çiğ ve çeşitli yöntemler ile pişirilmiş mor patates örneklerinin toplam antosiyanin miktarlarına dair elde edilen sonuçlar Tablo 11’da gösterilmektedir.....	44
Tablo 11. Mor Patatesin Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Toplam Antosiyanin Miktarları ve Toplam Antosiyanin Değişim Oranları	44
Tablo 12. Mor Patatesin Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Antioksidan Aktivite Değerleri	46
Tablo 13. Mor Patates Duyusal Analiz Sonuçları	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fenolik Bileşikler	10
Şekil 2. Mor Patateslerin Pişirmeye Hazırlanması	27
Şekil 3. Pişirme İşlemleri	31
Şekil 4. Pişmiş Patateslerin Analizlere Hazırlanması.....	32
Şekil 5. Ekstraksiyon İşlem Basamakları	34
Şekil 6. Gallik Asit Eğrisi.....	35
Şekil 7. Toplam Fenolik İçerik Tayin Şeması	36
Şekil 8. Nem Tayin Cihazı	41
Şekil 9. Duyusal Analizin Uygulanması	42
Şekil 10. Mor Patatesin Kuru Madde Oranı Ölçümü	43
Şekil 11. Toplam Fenolik İçerik ve Toplam Antosiyanin İçerik Karşılaştırması.....	45
Şekil 12. Farklı yöntemlere göre Antioksidan Aktivite Değerleri	49
Şekil 13. Duyusal Analiz Sonuçları Örümcek Grafiği	51

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
O_2^-	Süperoksit
$OH\cdot$	Hidroksil
$ROO\cdot$	Peroksil
$LOO\cdot$	Lipit peroksil
$RO\cdot$	Alkoksil
$NO\cdot$	Nitrik oksit
$NO_2\cdot$	Nitrojen dioksit
H_2O_2	Hidrojen peroksit
O_3	Ozon
$HOCl$	Hipokloröz asit
HNO_2	Nitrik asit
$ONOO^-$	Peroksinitrit
N_2O_3	Dinitrojen trioksit
$LOOH$	Lipit peroksit
C_6H_5OH	Karbolik asit
C	Karbon
Kcal	Kilokalori
g	Gram
mg	Miligram
μg	Mikrogram
$^{\circ}C$	Santigrat derece (Celcius)
dk	Dakika
%	Yüzde
\pm	Artı eksi
ml	Mililitre
W	Watt
HCl	Hidroklorik asit
pH	power of Hydrogen
+	Artı
nm	Nanometre
Na_2CO_3	Sodyum karbonat

IC ₅₀	Yarı maksimal inhibitör konsantrasyonu
KCL	Potasyum klorür
Ort.	Ortalama
SS	Standart sapma
GAE	Gallik asit eşdeğeri
C3GE	Siyanidin-3-glikozit eşdeğeri
TE	Trolox eşdeğeri



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
DM	Diabetes Mellitus
FCR	Folin- Ciocalteu Reaktifi
DPPH	2,2- difenil-1-pikrilhidrazil
CUPRAC	Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite
ROS	Oksijen reaktif türleri
RNS	Nitrojen reaktif türleri
UV	Ultraviyole
DNA	Deoksiriboz nükleik asit
RPM	Revolutions per minute
FRAP	Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü
ET	Elektron transferi
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

GİRİŞ

Beslenme canlıların temel ihtiyaçlarından biri olup sağlıklı bir yaşam sürdürebilme, büyüme ve gelişmenin sağlanması gibi yaşamsal faaliyetlerin önemli bir parçasıdır. Sağlıklı bir yaşam sürdürülmesinin temel prensibi hastalıklardan korunmak olarak nitelendirilebilir. Bunun sağlanmasında ise besinlerin rolü büyüktür (Baysal, 2004).

Besinlerle vücuda alınan makro besin öğelerinin yanında vitamin, mineral, antioksidan özellik gösteren bileşikler vücutta diabetes mellitus (DM), osteoporoz, çeşitli kanser türleri ve dolaşım sistemi hastalıkları gibi bulaşıcı olmayan hastalıkların önemli sebepleri olan ve bu hastalıkları tetikleyen bir dizi olayı inhibe etme yeteneğine sahip önemli besin öğeleridir. Serbest radikal olarak adlandırılan kararsız ve reaktif bileşikler insan vücudunda hızlıca kararlı hale gelmek için bir dizi reaksiyon ile ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu oksidan bileşiklerin zararsız hale getirilmesinde antioksidan özellik gösteren besin öğelerinin vücuda alınması sağlık için elzemdir (Muscolo ve diğerleri, 2024). Antioksidan moleküller vücuttaki serbest radikalleri nötralize etme kabiliyetine sahip bileşiklerdir. Katalaz, glutatyon, süperoksitdismutaz gibi enzimatik veya vitamin-C, flavonoidler, polifenoller gibi enzimatik olmayan çeşitleri vardır (Bizoň ve diğerleri, 2023). Bu antioksidan bileşiklerin temel kaynağı olarak sebze ve meyveler verilebilir. Bitkilerde sekonder metabolitler olarak üretilen polifenoller güçlü antioksidan özellikleriyle bilinirler. Bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek gibi tüm kısımlarında bolca bulunan bu bileşikler bitkinin türüne ve gelişmişliğine göre çeşitlilik göstermektedir. Bitkilerde antioksidan aktivite, fenolik içerik, antosiyanin içerik, flavonoid miktarları arasında pozitif korelasyonlar göze çarpmaktadır (Güleşçi ve Aygöl, 2016). Bu bileşikler genel olarak bazı renk pigmentlerini yanlarında getirirler. Özellikle antosiyaninler mor-mavi renkle ilişkilendirilir (Marin-Recinos ve Pucker, 2024).

Mor patates son yıllarda ülkemizde kullanımı ve popülerliği artan bir antioksidan kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Özdemir, 2020). Ancak diğer antioksidan kaynakları olan meyveler veya nişastasız sebzeler gibi çiğ tüketime uygun değildir. Antioksidan özellik gösteren maddelerin ise ısıtılmalardan etkilendiği bilinmektedir (Narra ve diğerleri, 2024). Mor patatese uygulanabilecek yaygın ve yenilikçi pişirme yöntemlerinin antioksidan bileşikleri nasıl etkileyeceği, bu pişirmeler sonucunda duyuşal olarak mor patatesin nasıl algılanacağı çalışmaları oluşturmuştur. Ayrıca ülkemizde “İlkmor”

ismiyle tescillenen mor patatesle yapılan çalışma olmaması bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada çeşitli pişirme yöntemleriyle pişirilmiş mor patateslerdeki biyoaktif bileşiklerin ve duyusal kalitenin araştırılması amacıyla toplam fenolik madde miktarı için Folin-Ciocalteu; toplam antosiyanin miktarı için pH diferansiyel, antioksidan aktivite değerleri için ise DPPH ve CUPRAC yöntemleri kullanılmıştır. Duyusal analiz 20 eğitimli panelist ile gerçekleştirilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM: GENEL BİLGİLER

1.1. Serbest Radikaller

Bir atom veya molekülün en dış orbitalinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektrona sahip olması onun serbest radikal olarak tanımlanmasına neden olur. Serbest radikallerin en dış orbitalindeki bu eşlenmemiş elektronlar atom veya molekül yapısını kararsız hale getirerek atom veya moleküle reaktif özellik kazandırır. Serbest radikaller reaktif özelliklerinden dolayı hızlı bir şekilde kararlı hale gelmek isterler. Bunun için ise eşlenmemiş elektronlarını hızlı bir şekilde aktarma eğilimindedirler. Bu durum ise gittikçe şiddetlenen bazı zincir tepkimelere sebebiyet vereceğinden dolayı hücresel yapıda ciddi hasarlar ve bozukluklar ortaya çıkabilir (Bast, Haenen ve Goelmen, 1991; Yılmaz, 2010; Ötünçtemur, Çakır ve Özbek, 2012).

1.1.1. Serbest Radikal Türleri ve Oluşumu

Serbest radikaller genellikle 2 çeşit kaynağa dayanır; oksijen atomu kaynaklı serbest radikaller reaktif oksijen türleri (ROS), nitrojen atomu kaynaklı serbest radikaller reaktif nitrojen türleri (RNS) şeklinde adlandırılır (Valko ve diğerleri, 2007; Halliwell ve Gutteride, 2015).

Süperoksit (O_2^-), hidroksil (OH \cdot), peroksil (ROO \cdot), lipid peroksil (LOO \cdot), ve alkoksil (RO \cdot) en yaygın reaktif oksijen türleri iken nitrik oksit (NO \cdot) ve nitrojen dioksit (NO $_2$ \cdot) ise en yaygın reaktif nitrojen türleridir. Bunun yanı sıra serbest radikal olarak adlandırılmayan ancak kolaylıkla serbest radikal reaksiyonlarına yol açabilecek nonradikallere ise hidrojen peroksit (H $_2$ O $_2$), ozon (O $_3$), hipokloröz asit (HOCl), nitrik asit (HNO $_2$), peroksinitrit (ONOO \cdot), dinitrojen trioksit (N $_2$ O $_3$) ve lipid peroksit (LOOH) şeklinde örnek verilebilir. Bu bileşikler oksidanlar başlığı altında toplanmışlardır (Lindley, 1998; Fang, Yang ve Wu, 2002).

Serbest radikallerin oluşumu eksojen ve endojen kaynaklar sebebiyle olabilmektedir. Ancak buna bakılmaksızın yapılarda 3 şekilde oluştuğu bildirilmiştir. Bu 3 yol; aşırı sıcaklık ve elektromanyetik dalgalar ile kovalent bağların homolitik kırılması sonucunda, sıradan bir atom veya molekülün elektron kaybetmesi sonucunda ve sıradan bir atom veya

moleküle elektron transferi ile elektron eklenmesi şeklinde sıralanabilmektedir (Kılınç ve Kılınç, 2002).

Mitokondriyal oksijenli solunum sırasında oksijenler tarafından yan ürün olarak, inflamasyon durumlarında nötrofil ve makrofajlar tarafından, vücuttaki kortizol ve kateşolamin hormonlarının yanı sıra tüm stres kaynaklı durumlarda, endoplazmik retikulumun olağan çalışması sırasındaki elektron sızıntılarından, düz kas hücreleri de dahil olmak üzere tüm oksijenli solunum yolları ile endojen olarak serbest radikal oluşabilmektedir. UV, X-ray, gamma ışınları, ısı işlemlerden maruz kalınan yanma ürünleri, alkol kullanımı, sigara kullanımı, pasif sigara kullanımı, egzoz gazları, bazı temizlik ve kozmetik ürünleri, boya, tiner, tutkal, aseton, ağır metaller, hava kirletici gazlar ve yangın kaynaklı dumanlar da ekzojen olarak serbest radikal oluşturabilmektedir (Phaniendra, Jestadi ve Periyasamy, 2015; Pham-Huy, He ve Pham-Huyc, 2008; Sarma, Mallick ve Ghosh, 2010; Sen, Chakraborty ve Sridhar, 2010).

1.1.2. Serbest Radikallerin İnsan Vücudundaki Sistem ve Yapılar Üzerindeki Etkileri

Bazı ROS ve RNS'ler DNA ile oksidatif etkileşim sonucu kolay bir şekilde hasara yol açabilir. Bunu 2-deoksiriboz dan hidrojen atomu ilavesi ve eksilmesi şeklinde gerçekleştirebilmektedir. DNA da en dayanıksız olan kısım ise OH- serbest radikale karşı pirimidindeki C4-C5 çiftli bağıdır (Kuraoka ve diğerleri, 2001).

DNA da meydana getirdiği değişimler oksidasyonun yanı sıra bazların eşleşmesinde hatalar da doğurabilmektedir. Bu değişimlerin hem mutasyona hem de kansere ve hücre boyutunda yaşlanmaya yol açtığı gösterilmiştir (Yang, Landau ve Huang, 2001).

ROS ve RNS protein hasarıyla da doğrudan ilişkilidir. Bunun en bilinen örneği gözde katarakt oluşumunun sebebi olan lens kristallerindeki oksidatif hasardır. *In vitro* çalışmalar ile enzimlerin aktifliğini azaltmada ve proteinlerin denatürasyonunda ROS rolü açıkça gösterilmiştir (Prior, 2003). Serbest radikaller tüm proteinlere etki edebilmelerine karşın içerisinde sülfür ve doymamış C=C kovalent bağı içeren fenil alanin, metionin, triptofan, sistein, tirozin ve histidin amino asitleri ile çok daha basit reaksiyona girebilirler (Devasagayam, 2004).

Serbest radikallerin sinsi hasarları diyebileceğimiz lipid peroksidasyonu serbest radikallerin organel zarlarında bulunan lipitler ile reaksiyona girmeleri sonucunda vücuttaki haberci hücreler gibi hareket eden toksinler oluşturur. Bu haberciler ise vücudun asıl hasar gören bölgesinden farklı bir yerde etkili olabileceği için vücut ve hücre fonksiyonu için oldukça tehlikelidir (Devasagayam, 2004).

Antioksidanlar ile engel olunmadığı takdirde serbest radikallerin hücre içi ve hücreler arası iletişimi sağlayan bazı bağışıklık hücrelerinde azalma, T-Hücre aktivitesinde yavaşlık, fagositik hücrelerde etkinlik azalışı gibi birçok bağışıklık sistemini olumsuz etkileyen olaya sebebiyet verdiği bildirilmiştir (Hughes, 2000).

Tüm bu negatif etkilere karşın enerji üretiminde, bazı sinyalleşme süreçlerinde ROS ve RNS pozitif etkileri ile de bilinmektedirler. Bu yüzden vücutta sürekli üretilen ROS ve RNS antioksidanlar ile bir denge halinde bulunmalıdır. Bu denge ROS ve RNS yönüne kaydığında oksidatif stres adı verilen durum ortaya çıkar (Ben Salem ve diğerleri, 2017).

1. 2. Vücutun Serbest Radikallerde Karşı Koyma Yöntemleri

ROS ve RNS oluşumuna engel olmakta, eğer oluştuysa hasara sebep olmamalarında ve eğer hasar oluştuysa bu hasarı düzeltmekte görevli enzim ve maddelere antioksidan adı verilmektedir (Jeon ve diğerleri, 2014). Her türlü oksidasyon olayına ters olarak çalışan bu maddeler eşlenmemiş elektronu bulunan metalleri engelleme yöntemi ile inaktif hale getirme, ROS'u saptırma yöntemi ile nötrleştirip farklı yollara sokma (Chesseman ve Slater, 1993), zincir kırıcı antioksidanlar ile hedef atom veya molekülden elektron alarak ya da vererek bazı reaksiyonların önüne geçer (Benzie, 2000). Ayrıca sürekli kararlı olan bu maddeler nötrleme olayı sonrasında serbest radikal gibi de davranmaz (Chu, Chang ve Hsu, 2000).

1.2.1. Antioksidan Savunma Mekanizması

Antioksidanlar ROS üretimini ya da hasarını engelleyen moleküllerdir (Kaur ve Kapoor, 2001). Katalaz, glutatyon, süperoksitdismutaz gibi enzimatik veya vitamin-C, flavonoidler, polifenoller gibi enzimatik olmayan çeşitleri vardır. C ve E vitamini gibi bazı antioksidan moleküller doğal olarak oluşurken tetratbüttilhidrokinon, bütillenmiş hidroksitoluen, propyl gallat gibi bazı antioksidan moleküller ise yapay olarak oluşabilir.

Antioksidanlar birincil ve ikincil antioksidanlar olarak da sınıflandırılabilir. Birincil antioksidanlar serbest radikalleri doğrudan indirgerken ikincil antioksidanlar ya metal iyonlarını şelatlayarak ya da hiperoksitleri parçalayarak bir dizi oksidatif zincir reaksiyonu engeller. Bu antioksidan bileşikler ROS'u hücrel hasar oluşturmayacak bileşiklere dönüştürülmesinde görev alırlar. Örneğin süperoksit anyonunu SOD sayesinde hidrojen perokside, hidrojen peroksidi ise katalaz ile su ve oksijen gibi hücre hasarı oluşturmayacak bileşiklere dönüştürür (Bizoń ve diğerleri, 2023). Tüm bu moleküllerin ROS ve RNS'lere karşı savunma sistemlerine bakıldığında genel olarak hidrojen bağı, singlet oksijen söndürme, radikal süpürme yöntemlerinin kullanıldığı gösterilmiştir (Salekzamani, Ebrahimi-Mameghani ve Rezazadeh, 2019).

1.3. Fenolik Bileşikler

En az bir hidroksil grubunu üzerinde bulduran en az bir aromatik halkaya sahip organik bileşikler fenolik bileşikler olarak adlandırılmaktadır. Bu organik bileşik sınıfına ait kimyasalların ilk örneği, C_6H_5OH kimyasal formülüne sahip olan karbolik asittir. Ayrıca benzofenol veya hidroksibenzen olarak da adlandırılan bu bileşik, fenol sınıfının diğer tüm üyelerinin atasıdır (Anku, Mamo ve Govender, 2017).

Fenolik bileşiklere bağlanan hidroksil grupları, karbonhidratlar, asitler ve bu bileşiklerin aromatik halkalarının yapısı fenolik bileşiklerin çok basitten çok karmaşık yapıya kadar uzanan birçok çeşidi olmasına sebep olur (Bravo, 1998). Örneğin bitkilerde bulunan farklı fenolik bileşik sayısının 8000 civarında olduğu bildirilmiştir (King ve Young, 1999). Fenolik bileşikler en önemli kaynakları olan bitkilere birçok fayda sağlar. Bitkilere kendilerine has koku, renk gibi özellikleri veren bileşiklerdir. Ayrıca bitkilerin canlılıklarını sürdürebilecekleri temel süreçler olan büyüme, gelişme ve üreme aşamalarında katkı sağlamanın yanı sıra hem UV ışınlarına hem de dışarıdan gelen patojenlere karşı savunmada rol alırlar (Marchiosi ve diğerleri, 2020). Bitkilerde genel olarak olgunluk arttıkça içerdikleri fenolik bileşik miktarı da arttığı ve dolayısıyla meyvenin renginin de bu farkla birlikte meydana geldiği bildirilmiştir (Peterson ve Dwyer, 1998).

Yakın geçmişe kadar fenolik bileşiklerin makro besin öğelerinin metabolik süreçlerini kötü etkilediği fikri hakimdi. Ancak son çalışmalar bize fenolik bileşiklerin serbest radikalleri temizleyici özellikleri sayesinde çok iyi birer antioksidan olduklarını

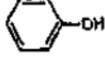

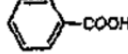
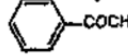
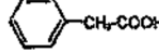
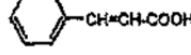
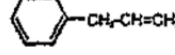

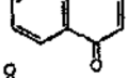
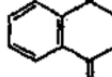
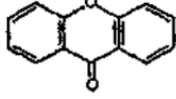
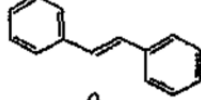
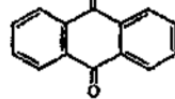
göstermiştir. Bir fenolik bileşimin radikalleri ne kadar temizleyici olduğunun içerdiği hidroksil gruplarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Soobrattee ve Neergheen, 2005; Bors, Michel ve Stettmaier, 2001).

1.3.1. Fenolik Bileşiklerin Kategorizasyonu

Fenolik bileşikler C-C bağları, fenolik ünitelerin yerleşimi ve sayısı gibi kimyasal yapıdaki farklılıklara göre 10 ayrı sınıfa ayrılmıştır (Tablo 1). Bu kategorizasyondaki en büyük ve kalabalık birim ise flavonoidler olup kendi aralarında 13 ayrı sınıfa ayrıştırılırlar (Tablo 2) (Bravo, 1998: 318).

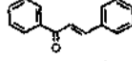
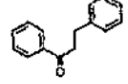
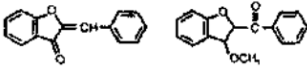
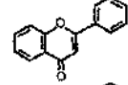
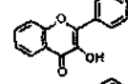
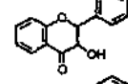
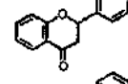
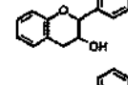
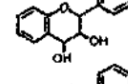
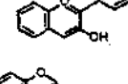

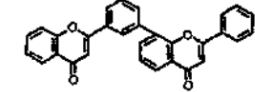
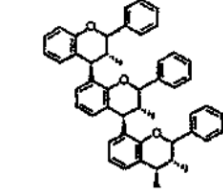


Tablo 1. Fenolik Bileşiklerin Kimyasal Yapılarına Göre Kategorizasyonu

Sınıf	C-iskeleti	Kimyasal yapısı
Simple phenols	C ₆	
Benzoquinones	C ₆	
Phenolic acids	C ₆ -C ₁	
Acetophenones	C ₆ -C ₂	
Phenylacetic acids	C ₆ -C ₂	
Hydroxycinnamic acids	C ₆ -C ₃	
Phenylpropenes	C ₆ -C ₃	
Coumarins, isocoumarins	C ₆ -C ₃	
Chromones	C ₆ -C ₃	
Naftoquinones	C ₆ -C ₄	
Xanthenes	C ₆ -C ₁ -C ₆	
Stilbenes	C ₆ -C ₂ -C ₆	
Anthraquinones	C ₆ -C ₂ -C ₆	
Flavonoids	C ₆ -C ₃ -C ₆	
Lignans, neolignans	(C ₆ -C ₃) ₂	
Lignins	(C ₆ -C ₃) _n	

Kaynak: Bravo, 1998: 318

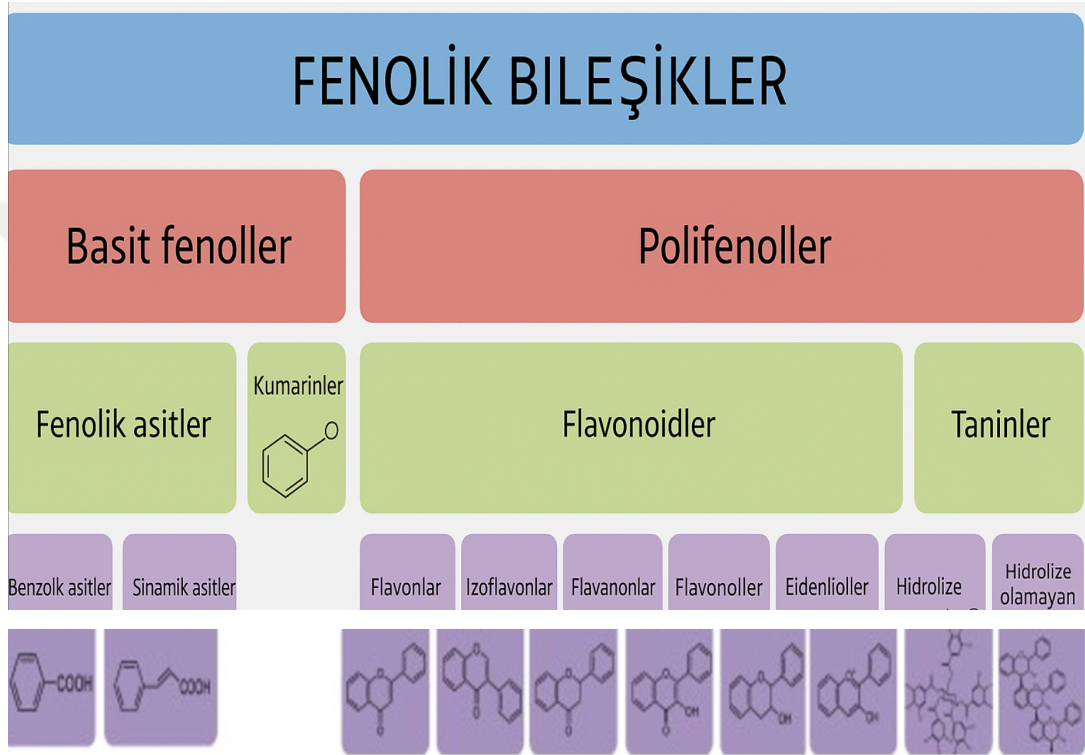
Tablo 2. Flavonoidlerin Kimyasal Yapılarına Göre Kategorizasyonu

Flavonoid	Kimyasal yapısı
Chalcones	
Dihydrochalcones	
Aurones	
Flavones	
Flavonols	
Dihydroflavonol	
Flavanones	
Flavanol	
Flavandiol or leucoanthocyanidin	
Anthocyanidin	
Isoflavonoids	
Biflavonoids	
Proanthocyanidins or condensed tannins	

Kaynak: Bravo, 1998: 318

1.3.1.1. Fenolik asitler

Karbon iskeletine göre fenolik bileşikler basit fenoller ve polifenoller olarak sınıflandırılır (Hurtado-Fernández ve diğerleri, 2010). Basit fenollere ait fenolik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisünamik asit olarak iki gruba ayrılır ve bunlar sırasıyla C6-C1, C6-C3 kimyasal yapısına sahiptir (Tripoli ve diğerleri, 2005) (Şekil 1).



Şekil 1. Fenolik Bileşikler

Kaynak: Tripoli ve diğerleri, 2005

Benzoik asitlerin yaygın örnekleri 4-hidroksibenzoik asit, gallik asit, vanilik asit iken; 3-hidroksifenil asetik asit, kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asit sünamik asitlerin örnekleridir. Tatlı kiraz, yaban mersini, armut, böğürtlen, elma, turunçgiller, vişne, şeftali, ıspanak, marul, kahve ve çay en yoğun fenolik asit kaynaklarıdır (Ozcan ve diğerleri, 2014).

Fenolik asitlerin serbest radikalleri indirgemesinin yanı sıra *E. coli* O157:H7 ve *L. Monocytogenes* bakterileri üzerinde antibakteriyel etkileri olduğu gösterilmiştir (Gill ve Holley, 2006).

1.3.1.2. Flavonoidler

Flavonoidler bitkilerin bütün dokularında bulunabilen ikincil metabolitlerdendir. Karbonhidrat ve aminoasit gibi fotosentez ile oluşan birincil metabolitlerden oluşurlar. Flavonoidlerin kimyasal yapılarına bakıldığında 15 karbonlu flavan çekirdeği ve hidroksil (OH) gruplarını içerirler. Aromatik A ve B halkalarının yanı sıra flavonlar, isoflavonlar, flavonoller, antosiyanidinler, flavanonlar ve katekinler olarak bilinen alt 6 sınıftan sorumlu olan heterosiklik bir C halkası barındırırlar (Luo, Shang ve Li, 2017).

Flavonoidler antimitojenik, antikanserojen, anti inflamatuvar ve antiviral etkiye ek olarak en bilenen özellikleri olan antioksidatif etkiye sahiptirler. Bunun önemli örnekleri arasında kuersetin ve apigeninin süperoksit anyonuna karşı antioksidan aktiviteleri, özellikle mandalina, limon ve portakalda bulunan hesperidin, naringenin ve naringenin lipit peroksidasyonunu önleyici etkileri gösterilebilir (Atinç ve Kalkan, 2018).

Flavonoidlerin ismi latin dilinde sarı rengi ifade eden 'flavus' kelimesinden gelmektedir. Flavonoidlerin kaynaklarına bakıldığında ise yine genelde sarı tonlarda olan mandalina, üzüm, kayısı, portakal, domates gibi meyvelere ek olarak brokoli, soğan, çay, kahve, biber yer almaktadır (Çapanoğlu Güven, Toydemir Otkun ve Boyacıoğlu, 2010).

Flavonoidler, en renkli alt grubu oluşturan antosiyaninler ile birden fazla alt gruba ayrılabilir. Antosiyaninler turuncu, kırmızı, mor, mavi veya neredeyse siyah renklenme sağlayabilir. Karotenoidler sarı, turuncu veya kırmızı renklenmeye yol açar. Betalainler sarı betaksantinler ve kırmızı betasiyaninler olarak sınıflandırılabilir. Antosiyaninlerin, kırmızı ve turuncudan mor ve maviye kadar değişen tonlarla renklenmeden sorumlu olduğu bilinmektedir. Renklerdeki çeşitlilik, benzen halkasına bağlı hidroksil gruplarının sayısını içeren antosiyanin bileşiğinin kimyasal yapısına ve glikozilasyon ve asilasyon seviyesine bağlıdır (Marin-Recinos ve Pucker, 2024).

Antosiyaninler, gıdaların organoleptik özelliklerini etkileyebilir, bu durum gıda işleme sırasında teknolojik davranışlarını etkileyebildiği gibi insan sağlığı açısından da etkileri görülebilir (Burgos ve diğerleri, 2013).

1.3.2. Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Etki Mekanizması

Temel olarak bir fenolik bileşiğin antioksidan kategorisi altında sayılabilmesi için barındırması gereken 2 özelliği vardır. Bunlar; yüksek konsantrasyonlarda olmaları bile oksidasyonu öteleyebilme, süresini uzatma veya engelleme yeteneklerinin olması ve eğer serbest radikal halini alırsa stabil yapısını koruması olarak sıralanabilir (Güleşci, 2016). Fenolik bileşikler makromoleküllerin oksidasyonunun önüne geçmek için yapılarındaki aromatik halkalara bağlı bulunan -OH grubundaki hidrojen atomunu verirler (Procházková, Boušová ve Wilhelmová, 2011). Bu yüzden de yapısında bulunan hidroksil grup sayısı ve konumu antioksidan kapasite için büyük önem taşır (Minatel ve diğerleri, 2017). Sindirilen flavonoidlerin çoğu geniş ölçüde çeşitli fenolik asitlere parçalanır ve bunların bazıları hala radikal temizleme yeteneğine sahiptir. Hem emilen flavonoidler hem de bunların metabolitleri, plazma antioksidan durumunun artması, eritrosit membranlarının E vitamini ve düşük yoğunluklu lipoproteinler üzerindeki koruyucu etkisi ve çoklu doymamış eritrosit membranının korunması ile deneysel olarak kanıtlanan *in vivo* antioksidan aktivite gösterebilir (Pietta, 2000).

1.3.3. Hastalık Halinde Fenolik Bileşikler

Uzun yıllardır hastalıklara karşı verilen savaşta hep bitkilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerin çeşitli hastalıklara karşı koruyucu önleyici etkileri birçok çalışmada gösterilmiş olup bu durumu açıklar niteliktedir (Scalbert ve diğerleri, 2005; Prior, 2003).

Yapılan çalışmalarda polifenol ve flavonoidlerin çok kuvvetli antioksidan etkileri sayesinde çeşitli kanser türleri (Mukhtar ve Ahmad, 2000), kardiyovasküler hastalıklar (Kaplan ve Hayek, 2001; Geleijnse ve Launer, 2002), bağışıklık sistemi (Cuevas ve diğerleri, 2013), diabetes mellitus (Vadivel ve Biesalski, 2011) ve Nörodejeneratif hastalıklar (Ebrahimi ve Schluesener, 2012) üzerinde olumlu etkileri saptanmıştır.

1.3.3.1. Diabetes mellitus (DM)

Son yıllarda fenolik bileşikler nişasta sindirilebilirliğini kontrol etmesi dolayısıyla sıklıkla Diabetes Mellitus (DM) hastalığıyla birlikte anılmaya başlanmış olup literatürde çeşitli çalışmalarda buna yer verilmiştir (Asgar, 2013).

Galloilepikatekin ve galloilkateşinden zengin olduğu bilinen Nepal otunun domuzlar ve ratlar üzerinde yapılan çalışmalarında pankreatik α -amilaz ve maltaz aktivitesinin inhibisyonundan sorumlu olduğu ortaya konulmuştur (Bhandari ve diğerleri, 2008). Ayrıca başka bir çalışmada trabzon hurması yapraklarından elde edilen polifenollerin de α -amilaz inhibitörü oldukları ortaya konulmuştur (Kawakami ve diğerleri, 2010). Grussu ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları in vitro çalışmada ise ahududu proantosiyanidinlerinin postprandiyal hipergisemiye kontrol etmekte önemli yeri olan α -amilaz inhibitörü olduğunu belirtilmiştir (Grussu, Stewart ve Mcdougall, 2011).

Ayrıca sıçanlara yapılan bir çalışmada sıçanlara uygulanan kilogram başına 50 mg dozdaki naringinin diyabetik sıçanlarda yükselmiş olan serum glukoz ve HbA1c düzeylerini azaltmış, azalmış olan insülin düzeylerini arttırmıştır (Mahmoud ve diğerleri, 2012).

Tüm bunlara karşın fenolik bileşikler ve DM ilişkisi hakkında karşıt görüşler de mevcuttur. Glut1 aktivitesini baskılayarak glukoz emiliminde olumsuz sonuçlar doğuran flavanonların olduğu bilinmektedir. 50 mg antosiyanın ve flavanon içeren polifenol takviyesini 60 gün boyunca tip II diyabetli bireyler kullanmış ancak serum glukoz düzeylerinde anlamlı bir etki izlenmemiştir (Bonina ve Leotta, 2002).

1.3.3.2. Malignite

Günlük beslenme ile vücuda alınan polifenollerin kanserleşmiş hücrelere karşı sitotoksik davrandığı böylece kanser tedavisinde polifenollerden yardım alınabileceği bildirilmiştir (Rao ve diğerleri, 2007). Flavonoidler, resveratrol, gallik asitler ve epigallokateşin gallatın özgün mekanizmalar ile kanser oluşumunu önlediği bildirilmiştir (Li ve diğerleri, 2014). Yeşil çay ile ilgili yapılan bir çalışmada (Gensler ve diğerleri, 1996) polifenollerinin tümör gelişimine karşı koyucu etkileri ele alınmış diğer bir çalışmada (Davalli ve diğerleri, 2012) ise yapılan 6 adet araştırma incelenmiş inceleme sonucunda yeşil çayda bulunan fenolik bileşiklerin prostat kanseri oluşumunu önleyici etkileri olduğu bildirilmiştir.

Soya fasulyesinde bolca bulunan genisteinin meme kanserine karşı etkili olduğu (Ren ve diğerleri, 2003), portakal gibi turunçlarda bulunan hesperidinin kolon kanseri oluşumuna karşı etkili olduğu (Ren ve diğerleri, 2003), safran, üzüm, çay gibi besinlerde bulunan

gallik asidin ise kolon kanserine karşı koruyucu etkileri olduğu bildirilmiştir (Li ve diğerleri, 2014).

1.3.3.3. Dolaşım sistemi hastalıkları

Aterosklerozis, hiperlipidemi, miyokardiyal infarktüs, iskemik kalp hastalığı, trombozis oluşumu dolaşım sistemi hastalıklarının başında gelmekte olup yapılan birçok çalışma neticesinde bitki polifenollerinin bu hastalıkların oluşumunu engelleme ve/veya etkilerini azaltmada çeşitli mekanizmalar ile etkili oldukları bildirilmiştir (Li ve diğerleri, 2014; Santhakumar, Bulmer ve Singh, 2014; Tomé-Carneiro ve Visioli, 2016).

Yapılan bir çalışmada kg başına 1g kırmızı şarap tüketenlerin 30 dakika sonraki kan basınçlarında ortalama 11 mmHg bir düşüş gözlenmiştir (Matsuo ve diğerleri, 2001).

1.3.3.4. Osteoporoz

Osteoporoz kemik kitlesi kaybı ve kemik yapısındaki bozulmaları içine alan iskelet hastalığıdır. Osteoporozun ortaya çıkmasını engelleme ve gelişimi yavaşlatmada egzersiz ve diyetin büyük önemi vardır (Đudarić ve diğerleri, 2015). Diyetteki polifenollerin birçok çalışmada osteoporozun önlenmesi ve tedavisindeki faydaları bildirilmiştir (Rendina ve diğerleri, 2013; Zhang ve diğerleri, 2014; Moriwaki ve diğerleri, 2014; Kaume ve diğerleri, 2015). Diyet polifenolleri antioksidan görevi gördüklerinden oksidatif stresi azaltarak, proinflamatuvar sinyal yoluyla inflamasyonu azaltarak, osteoblastogenezin modülasyonu, osteoklastogenez ve osteoimmünolojik etki yoluyla kemik sağlığını koruyabilirler (Đudarić ve diğerleri, 2015).

Wang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Puerarin izoflavonunun kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral içeriği almasına karşı koruyucu etkileri olduğunu göstermiştir (Wang ve diğerleri, 2012).

Austerman ve arkadaşları ise polifenoller ve kemik sağlığı ilişkisini inceleyen 17 adet insan araştırmasından derledikleri çalışmada flavon, flavanon, izoflavon, stilben ve antosiyaninler gibi polifenollerin kemik sağlığına ve dolayısıyla osteoporoz riskine karşı etkili olduğunu bildirmişlerdir (Austermann ve diğerleri, 2019).

1.3.4. Fenolik Bileşik Kaynakları

Fenolik bileşiklerin en önemli kaynağı bitkilerdir. Bitkilerin meyve, çiçek, gövde, yaprak ve köklerinde bulunabilirler (Harborne ve Williams, 2000). Bitki alemine giren sebze, meyveler fenolik bileşiklerin ana kaynakları olsa da yemişler, tahıllar, baklagiller, bira/şarap/çay vb. içecekler ve bazı baharatlar gibi çeşitli besin kaynakları mevcuttur (Balasundram, Sundram ve Samman, 2006). Bunlara ek olarak; bu çalışmada da kullanılacak olan mor patates bitkisinin (*Dioscorea alata*) $92\pm 2,7$ mg/100 g total fenolik madde miktarı ile bitkiler arasında yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu belirtilmiştir (Kaur ve Kapoor, 2002). Tablo 3 de fenolik bileşiklerin kaynakları gösterilmiştir.

Tablo 3. Fenolik Bileşiklerin Diyet Kaynakları

Fenolik Bileşikler	Alt Gruplar	Besin Kaynakları
Fenolik Asitler	Hidroksisüsamik Asitler	Kayısı, yaban mersini, havuç, tahıllar, armut, kiraz, turunçgiller, yağlı tohumlar, şeftali, erik, ıspanak, domates, patlıcan
	Hidroksibenzoik Asitler	Yaban mersini, tahıllar, kızılıcık, yağlı tohumlar
Flavonoidler	Antosiyaninler	Yaban mersini, siyah ve kırmızı kuş üzümü, kiraz, kızılıcık, üzüm, çilek
	Kalkonlar	Yaban mersini, siyah ve kırmızı kuş üzümü, kiraz, kızılıcık, üzüm, çilek
	Flavanoller	Elma
	Flavanonoller	Elma, yaban mersini, üzüm, soğan, marul
	Flavanonlar	Üzüm
	Flavonoller	Turunçgiller
	Flavonlar	Elma, fasulye, yaban mersini, karabuğday, kızılıcık, hindiba, pırasa, marul, soğan, zeytin, biber, domates
İzoflavonlar	Turunçgiller, kereviz, maydanoz, ıspanak, rutin	

Fenolik Bileşikler	Alt Gruplar	Besin Kaynakları
	Ksantonlar	Soya fasulyesi
	Yoğunlaşmış	Mango, mangosten
Tanenler	Hidrolize edilebilir	Elma, üzüm, şeftali, erik, mangosten, armut, nar, ahududu

Kaynak: Naczki ve Shahidi, 2006

1.4. Mor Patates (*Solanum Tuberosum* L.var. *İlkmor*)

Dünya çapında hasat edilen patatesler kabuk ve etli kısımlarında bulunan pigmentler sayesinde değişik renklerde olabilmektedir. Yaygın olarak tüketilen tür sarı ve beyaz etli patatesler olsa da son zamanlarda yüksek antioksidan içerik, uzun raf ömrü ve ilgi çekiciliği sayesinde mor patatesler gündemde yerini almıştır (Cao ve diğerleri,1996; Özdemir, 2020).

Mor patates aynı zamanda son yıllarda toplumun besinlerin mikrobeyin içerikleri gibi detaylı besinsel içeriklerine eğilim göstermesiyle popülerlik kazanmıştır. Mor patates ve patatesin üretim ve tüketiminin yoğun olduğu bölgeler benzerlik göstermekte olup en fazla güney Amerika bölgesindedir (Oertel ve diğerleri, 2017). Buna karşın artık ülkemizde de birçok yerel üretici mor patates üretiminde kendini göstermiştir. Doğa Arge Merkezi San. Tic. A.Ş. tarafından 2017 yılında Niğde, Nevşehir, Eskişehir, Kayseri, Konya, İzmir, Tokat illerinde mor patates tescil denemeleri yapılmış olup 2020 yılında Nevşehir ilinde “ilkmor patates” olarak tescillenmiştir (www.tarimorman.gov.tr, 2020).

1.4.1. Mor Patatesin Besin Değeri İçerikleri

Mor patateslerin besin değerleri, cinsine, kabuk rengine, iç rengine, hasat yeri ve zamanına bağlı olarak değişiklik gösterir. Mor patateslerin makro besin içeriği her ne kadar yaygın kullanılan beyaz ve sarı patateslere benzese de enerji miktarı biraz daha düşüktür (Tablo 4).

Tablo 4. Patates ve Mor Patatesin Makro Besin Değerleri

Besin Ögesi	Patates	Mor Patates
Kalori (Kcal)	77	65
Protein (g)	2	2
Lif (g)	17,5	13
Karbonhidrat (g)	2,1	1

Kaynak: www.turkomp.gov.tr

Patatesler karotenoidler ve antosiyaninler de dahil olmak üzere çeşitli fitonutrientler barındırırlar. Buna karşın bu antioksidan madde miktarları mor patateslerdekiyle kıyaslandığında çok düşük kalır (Tablo 5).

Tablo 5. Patates ve Mor Patatesin Kuru Ağırlıklarındaki Bazı Mikro besin İçeriklerinin Karşılaştırılması

Mikrobesin Ögesi	Patates	Mor Patates	Kaynak
Antosiyanin (mg)	387-967	175-1409	Nems ve diğerleri, 2015; Lachman ve diğerleri, 2013
Polifenol (mg)	572	5202	Deußer ve diğerleri, 2012
Total Fenolik Madde (µg)	369-527	596-4196	Ezekiel ve diğerleri, 2013; Burgos ve diğerleri, 2013

1.4.2. Mor Patatesin Sağlık Faydaları

Mor kabuklu ve etli patateslerin antosiyaninler ve karotenoidler gibi fenolik bileşiklerden zengin olduğu bilinmektedir. Bu fitonutrientler ve antioksidan maddeler sayesinde mor patateslerin antikanser, antihipertansif etkilerinin yanı sıra kalp dostu ve bağırsak florası zenginleştirici etkisi olduğu bildirilmiştir (Lal ve diğerleri, 2021).

Ombra ve arkadaşlarının hem ev tipi pişirme işlemi hem de insan sindirimi simüle edilerek gerçekleştirdikleri çalışmada mor patates tüketimi ile simüle edilmiş sindirimden sonra kolon kanseri hücreleri ve meme kanseri hücrelerine karşı antiproliferatif aktivitenin devam ettiği ve antioksidan aktivitenin arttığı görülmüştür. Bu çalışma mor

patates tüketiminin insan sağlığı için somut faydalarını göz önüne sermiştir (Ombre ve diğerleri, 2015).

Sıçanlar ile yapılan bir deneysel çalışmada mor renge sahip patatesler ile beslenen farelerin prostat ve mide kanserine yakalanma riskinin daha az olduğu tespit edilmiştir (Hayashi ve diğerleri, 2006). Sıçanlarla yapılan diğer bir çalışmada mor patates çeşitlerinden olan “mountain rose” patatesiyle beslenen sıçanlarda kanser insidansında %23'lük, kanser çeşitliliğinde ise %49'luk bir azalma olmuştur (Thompson ve diğerleri, 2009).

1.5. Pişirme Kavramı

Pişirme kavramı besinlerin insan tüketimi için uygun forma getirilmesi olarak çok kısa şekilde tanımlanabilse de aslında besinlerden alınan hazzı artırmak, besinlerdeki mikrobiyal yükü kontrol altına almak, besinleri daha uzun süre depolayabilmek, besinlerin sindirilebilirliğini ve biyoyararlılığını artırmak gibi amaçlara da hizmet eden bir süreçtir (Mutlu ve Sandıkcı, 2018; Güler ve Bilici, 2017). Pişirmenin 1,5 milyon yıl eskiye yani ateşin bulunmasına dayandığı söylenebilir. Tarihsel süreçlerde yaşanan; yerleşik hayata geçilmesi, tarım uygulamaları, metalin işlenmesi ve sanayi devrimi gibi birçok etkenin pişirme süreçlerine ve pişirme yöntemlerinin gelişmesine doğrudan veya dolaylı etkisi vardır (Myhrvold, 2011). Sonuç olarak günümüzde pişirme, sadece karın doyurmak için yapılan bir işlemden ziyade doğru beslenmek için doğru tekniklerin uygulanması gereken bir süreç haline gelmiştir. Çünkü çoğu besin öğesi pişirme işlemleri sırasında uygulanan ısı ve o ısının uygulanma süresinden etkilenmektedir. Besinlerin duyuşal ve besin değeri kaliteleri için uygun pişirme yöntemi ve süresi seçimi yapılmalıdır (Beyhan, 2023).

1.5.1. Pişirme Yöntemleri

Pişirme yöntemleri çeşitli kaynaklara göre farklı kategorize edilebilmektedir. Temel olarak iki ana gruba ayrılan pişirme yöntemleri (Tablo 6) ilerleyen zamanlarda yeni metotların da ortaya çıkmasıyla daha detaylı şekilde kategorize edilmiştir (Tablo 7) (Erarslan, 2020; Uçgun, 2019).

Tablo 6. Temel Pişirme Yöntemleri

Kuru Isıda Pişirme Yöntemleri	Sulu Pişirme Yöntemleri
<ul style="list-style-type: none">• Sautéing (Tavada az yağda pişirme)• Grilling (Izgara)• Frying (Kızartma)• Deep Frying (Bol yağda kızartma)• Pan Frying (Tavada yağ ile kızartma)• Broiling (Üstten ısı uygulayarak pişirme)• Roasting, Baking (Fırında pişirme)• Gratinating (Üstten ısı uygulayarak pişirme)	<ul style="list-style-type: none">• Blanching (Ağartma)• Boiling ve Simmering (Haşlama)• Poaching (Kaynamayan sıcak suda haşlama)• Steaming (Buharda pişirme)• Braising ve Stewing (Az miktarda sıvı ortamda pişirme)

Kaynak: Gökdemir, 2012.

Tablo 7. Uluslararası Pişirme Yöntemleri

Sulu Pişirme Teknikleri	Blanching (Ağartma)
	Poaching (80°C -90°C Ateşte Haşlama)
	**Boiling/Simmering (Kaynatma/Haşlama)
	Stewing (Ürünün Suyunda Pişirme)
Kombine Pişirme Teknikleri	**Steaming (Buhar ile Pişirme)
	Brasing (Önce kuru sonra az su ile pişirme)
Kuru Isıda Pişirme Teknikleri	Grilling/Broiling (Alttan /üstten Izgara yapma)
	**Roasting (Fırında Pişirme)
	Baking (Unlu Mamülleri Fırında Pişirme)
Yağlı pişirme teknikleri	Sauteing (Az Yağda Tavada Pişirme)
	Stir Frying (Kızgın Wok Tavada Karıştırarak Pişirme)
	**Deep Fat Frying (Derin Yağda Kızartma)

	Shallow Fat Frying (Sığ Yağda Kızartma)
	**Microwave Cooking (Mikrodalga Teknolojisi ile Pişirme)
	**Sous-Vide (Vakumlu Poşette Haşlama)
Diğer pişirme teknikleri	**Air-Frying (Airfryer ile Pişirme)
	Tütsüleme Tekniği
	Tuzda Pişirme Tekniği
	Asitte Pişirme Tekniği

** : Bu tez çalışmasında kullanılan pişirme tekniklerini ifade eder.

Kaynak: Dağ, 2006; Gökdemir, 2012; Erarslan, 2020; Uçgun, 2019

1.5.1.1. Haşlama tekniği

Haşlama metodu genel olarak pişirilmek istenilen besini kaplayacak kadar hemen hemen 100°C suyun içinde atmosferik basınç altında besinlerin pişirilmesi olarak tanımlanabilir (Koç ve diğerleri, 2017). Haşlama işlemi gıdanın türü ve boyutuna göre farklı sürelerde uygulanabilir. Bunun yanında suyun sıcaklığı kaynama noktasına ulaştıktan sonra sabit kalır (Rumm-Kreuter ve Demmel, 1990). Ayrıca haşlama işleminin sebzelerde başka bir yaygın kullanımı da “blanching” tekniği olarak karşımıza çıkar. Bu teknik aslında bir ön pişirme olarak adlandırılmakla birlikte amaç enzim inaktivasyonudur. İnaktive olan enzimler sayesinde sebzelerde istenmeyen kararmaların önüne geçilebilmektedir (Brathen ve Knutsen, 2005).

Bazı çalışmalarda çeşitli sebzelere yapılan haşlama işleminin total antioksidan aktiviteyi artırdığı belirtilmiştir (Ng, Chai ve Kuppusamy, 2011). Buna karşın 2017 yılında mantarlar üzerinde yapılan bir çalışmada haşlama işleminden sonra antioksidan aktivitede önemli düşüşler gözlenmiştir (Roncero-Ramos, Mendiola-Lanao ve Delgado-Andrade, 2017).

1.5.1.2. Buharda pişirme tekniği

Buharda pişirme yöntemi, bu pişirme metodu için özel geliştirilen tencereler veya içerisinde kaynayan su ve suyun üzerinde suya temas etmeyecek bir tel yerleştirilerek hazırlanan tencerenin içerisinde besinin kaynayan su buharına maruz kalarak pişirilmesi esasına dayanır (McGee, 2004). Türk mutfağında az da olsa kullanılan bu pişirme tekniğinde besinlerin rengi, besin değeri ve lezzeti gibi parametrelerin çok fazla kayba uğramadığı ileri sürülmektedir (Canbolat, 2021; Soares, Carrascosa ve Raposo, 2017). Her ne kadar besin değerinin korunduğu bir pişirme yöntemi olarak nitelendirilse de çeşitli çalışmalarda bazı besin ögesi kayıplarına değinilmiştir. Yapılan bir çalışmada, çiğ olanlara göre buharda pişirilen patateslerin askorbik asit ve total karoten içeriğinde azalma gözlemlenirken toplam fenolik içerikte, toplam flavonoid içerikte ve antioksidan aktivitesinde artış olduğu bildirilmiştir (Bembem ve Sadana, 2013).

1.5.1.3. Mikrodalga teknolojisi ile pişirme tekniği

Mikrodalga pişirme yönteminin bulunuşu 2. Dünya savaşı devam ederken savaş için yapılan askeri araştırmalara dayanmaktadır. Mikrodalga teknolojisi diğer pişirme yöntemlerinden bariz bir şekilde ayrılır. Diğer pişirme yöntemlerinde pişirilmek istenen besin dıştan içe doğru ısının iletilmesiyle ısınırken mikrodalga teknolojisinde ısınma direkt olarak besinin içinde gerçekleşir. Bu sayede pişirme süresinde çok önemli anlamda azalma meydana gelir. Ayrıca bu yöntem sadece besinleri pişirmek için değil aynı zamanda tekrar ısıtma, donuk besinleri çözdürme, kurutma gibi amaçlarla da kullanılmaktadır (Konak, Certel ve Helhel, 2009).

Mikrodalga çalışma prensibi, elektrik enerjisinin magnetron olarak isimlendirilen miknatıs benzeri yapılar sayesinde mikrodalgalara çevrilmesine dayanır. Bu mikrodalgalar besinlerinin içindeki su moleküllerini saniyede milyarlarca kez titreştirir ve bu titreşim sonrası oluşan sürtünme ile besin hızlı bir şekilde ısınmaktadır. Oluşan mikrodalgaların bir etki derinliği olmasından kaynaklı pişirilmek istenen besinlerin büyük boyutlarda olmaması gerekir. Ayrıca pişirme yöntemi su moleküllerinin titreşmesine dayandığı için su içeren besinlerin pişirilmesi için uygun bir yöntemdir. Buna karşın hem Maillard reaksiyonu oluşturamaması hem de nemsiz ve elastik yapıya sebep olmasından dolayı et ürünlerinde pişirme yerine çözdürme veya ısıtma gibi amaçlarla

kullanılabilmektedir. Bu pişirme yönteminde pişirilecek besin kadar pişirme kabı da önemlidir. Çünkü mikrodalga ışınları metalden geçemeyip yansır. Bu yansıma patlamalar yaparak mikrodalga fırında yangın çıkarabilme kapasitesine sahiptir (Labensky ve Hause, 1999: 170).

Mikrodalga pişirme tekniğiyle pişirilen besinlerde fiziksel değişiklikler kadar kimyasal değişiklikler de ön plana çıkmaktadır. Bu kimyasal değişimler bazı çalışmalarda incelenmiş olup mikrodalga yöntemiyle pişirilen yiyeceklerde çeşitli sonuçlara varılmıştır. Örneğin; brokoli üzerinde yapılan bir çalışmada bitkinin çiçek ve sap kısımlarındaki fenolik madde miktarı, askorbik asit ve antioksidan aktivitesinin mikrodalgada kalma süresi arttıkça azaldığı gözlemlenirken bir başka çalışmada mikrodalgada pişirilen mantarların çığ mantara göre daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Zhang ve Hamauzu, 2004; Roncero-Ramos, Mendiola-Lanao ve Delgado-Andrade, 2017).

1.5.1.4. Sous-Vide pişirme tekniği

Baldwin'in tanımına göre sous vide pişirme tekniği yüksek sıcaklıklara dayanıklı içindeki havası tamamen alınmış poşetler veya uygun materyal içerisinde uzun zaman düşük sıcaklık koşullarında pişirme işlemidir (Baldwin, 2012). Bu pişirme yönteminin neredeyse mükemmel dokusal özellikler, çok düşük nem kaybı, diğer pişirme yöntemlerine göre daha az lipid oksidasyonu gibi birçok duyuşal ve kimyasal artıları vardır. Ayrıca pişirilen poşet içerisinde alınmış ürünün son ürün olma özelliği ve pişirme poşetiyle birlikte uzun süre saklandıktan sonra kısa bir ısıtma işleminin ardından çok yüksek kalitede tüketiciyle buluşturulabilmesi sayesinde toplu yemek verilen sektörlerde tercih edilen bir pişirme yöntemi haline gelmiştir (Doğruyol & Mol, 2016). Sous-vide pişirme metodu ayrıca mikrobiyal kaliteyi ve gıda ürünlerinin raf ömrünü iyileştirir (Armstrong & McIlveen, 2000). Sous-vide tekniği gibi düşük sıcaklıkta pişirme tekniklerinin daha yüksek lezzet tutma, daha düşük akrilamid oluşumu ve daha yüksek pigment tutma kapasitesi olduğu bildirilmiştir. (Iborra-Bernad, Tárrega, García-Segovia ve Martínez-Monzó, 2014).

1.5.1.5. Derin yağda kızartma tekniği

Kızartma yöntemi genel olarak sığ yağda kızartma ve derin yağda kızartma olarak iki ana gruba ayrılabilir. Sığ yağ ile kızartmada ürünün tamamı her an yağa temas etmediğinden ısı transferi düzensiz ilerleyip pişirme ve kızarma işlemi dengesiz olabilmektedir (Devseren, 2016). Derin yağda kızartma işlemi pişirilmek istenilen besinin tamamının pişirme için kullanılacak yağın içinde kalacak şekilde kızartılması şeklinde uygulanır. Bu pişirme yönteminde yağın yüksek derecelere ulaşabilme potansiyelinden faydalanarak besinin tüm dış katmanının bu kızgın yağa temas etmesi ile çıtır bir dış katman elde edilir (McGee, 2004). Derin yağda kızartma ürün cinsi, boyutu ve pişirme süresine göre 165-190°C aralığında ve atmosfer basıncında gerçekleştirilir. Derece yüksek tutulursa ürünün içi pişmeden dış kısmında yanma, düşük tutulursa pişirilmek istenen besinin dışı hızlıca kabuklaşmayacağından besinin içine çok fazla yağ çekmesi gibi sonuçlar doğurabilir (Choe ve Min, 2007). Kızartma sürecinde kullanılan yağın cinsi, kızartma sıcaklığı, kızartma süresi gibi birçok dış etken pişirilmek istenilen besine etki edebileceğinden dolayı ürünün besin değerinde çeşitli değişiklikler meydana gelebilmektedir. Örneğin, yapılan bir çalışmada ızgara ve mikrodalgada pişirilen mantarların antioksidan aktivite değeri artarken derin yağda kızartılan mantarların antioksidan aktivite değerinde düşüş gözlenmiştir (Roncero-Ramos, Mendiola-Lanao ve Delgado-Andrade, 2017). Kızartma sırasında besinlerin bileşiminde meydana gelebilecek değişimler Tablo 8’de (Bordin ve diğerleri, 2013) özetlenmiştir.

Tablo 8. Kızartma Sırasında Besinlerin Bileşiminde Meydana Gelen Ana Değişiklikler

Bileşenler	Kızartma sırasında meydana gelen değişiklikler
Yağ	Konsantrasyonda artış ve bileşimde değişiklik
Su	Önemli miktarda kayıp
Şeker	Maillard reaksiyonu
Nişasta	Jelatinleşme
Proteinler	Bileşimde değişiklik
Amino asiler	Heterosiklik lezzet bileşiklerinin oluşumu
Vitaminler	Orta derecede kayıp
Minareller	Küçük miktarda kayıp
Antioksidanlar	Orta derecede kayıp

Kaynak: Bordin ve diğerleri, 2013

1.5.1.6. Fırında kuru ısıda pişirme tekniği

Fırında pişirme, su buharı olmadan kuru ve belli derecedeki sıcak hava kullanılarak besinlerin pişirilmesini sağlar. Genel olarak kek veya ekmek türevi unlu mamullerin pişirilmesi ve et türevi ürünlerin pişirilmesi şeklinde ikiye ayrılır. Bu ayrım İngilizce olarak “baking” ve “roasting” olarak isimlendirilmiştir. Roasting tekniğinde besinlerde kuruma istenilen bir durum olmadığı için ürünün yüzeyine ara ara kendi suyu veya yağı sürülebilir. Fırında pişirme tekniği pişirilen ürünün lezzetini, dokusunu, gevrekliğini ve sindirilebilirliğini artırır (Dağ, 2006; Tayar ve Hecer, 2016).

Fırında kuru ısıda pişirme metodunun besinlerdeki toplam fenolik madde içeriğine ne şekilde etki ettiğine dair çelişkili çalışmalar mevcuttur. Örneğin: 2 yıl arayla patatesler üzerinde yapılan araştırmalardan ilkinde Blessington ve arkadaşları fırınlanmış patateslerin çiğ olanlara kıyasla daha fazla fenolik bileşiğe sahip olduğunu savunurken; Perla ve arkadaşları fırında pişirilen patateslerin fenolik içeriğinde düşüş olduğunu savunmaktadır (Blessington ve diğerleri, 2010; Perla, Holm ve Jayanty, 2012).

1.5.1.7. Hızlı sıcak hava ile pişirme (airfrying) tekniği

Hızlı sıcak hava ile pişirme teknolojisinin ortaya çıkıp hızla yayılması Avrupa pazarı ile başlamıştır. Geleneksel kızartmanın dezavantajlarının bu teknolojiye karşımıza çıkmadığının savunulması ve son ürünün kalite özelliklerinin de geleneksel kızartma yöntemleriyle pişirilen yiyeceklerdekine benzer olması sayesinde bu teknoloji küresel çapta hızla yerini almıştır (Zaghi ve diğerleri, 2019).

Sıcak hava fritözlerinin (Airfryer) çalışma prensibi içerisinde bulunan fanın ürettiği sıcak havanın çok hızlı bir şekilde pişirmek istenilen besinin çevresinde dolaşmasına dayanmaktadır. Hızla dolaşan sıcak hava pişirilen besinin dış katmanında gevrek bir tabaka oluşmasını sağlarken eşit ve dengeli bir pişirme için de gerekli ortamı oluşturur (Tewari ve diğerleri, 2015). Sıcak hava fritözü çok temel parçalarla oluşturulmuş basit bir makinedir. Bu parçalar beş ana kısımdan oluşur: ısıtıcı rezistans, fan, pişirme haznesi, hava akım kanalı ve sıcaklık sensörleri (Arslan ve diğerleri, 2018). Bu sistemin ürettiği hızla akan sıcak hava besinde bulunan yağ partiküllerini besin yüzeyine homojen yayılmasına olanak sağlar. Böylelikle dış katmanı çıtır iç katman ise iyi pişmiş ürünler elde edilirken besin içine alınan yağ miktarı minimize edilmiş olur (Feng ve diğerleri,

2020). Bu pişirme tekniği sıcak havayı sürekli hazne içerisinde dolaştırılmasından kaynaklı zaman ve enerjiden tasarruf etmeyi de sağlamaktadır (Azmi ve diğerleri, 2019).

Bu yeni teknoloji geleneksel kızartma yöntemleriyle sık sık karşılaştırılmaktadır. Shaker'in 2014 yılında yaptığı karşılaştırma sonucunda sıcak hava fritözü kullanılarak kızartılan besinlerin birçok duyusal özelliğinin geleneksel kızartmayla kızartılanlara nazaran daha kabul edilebilir olduğunu belirtilmiştir (Shaker, 2014). Yağda çözünen vitaminlerin kızartma yağına geçişi ve kızartma işlemi süresince yağın kalitesinin düşmesi gibi geleneksel kızartmalarda karşımıza çıkan dezavantajların airfrying teknolojisiyle ortadan kalkabileceği öngörülmektedir (Heredia ve diğerleri, 2014). Lahanagiller üzerinde yapılan bir çalışmada çeşitli pişirme yöntemleriyle pişirilen sebzeler arasında 10 dakika boyunca 160 °C'de havada kızartma ile en yüksek toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid içeriğe ulaşıldı. En yüksek antioksidan aktiviteye ise sıcak hava fritözü ile ulaşılırken en düşük antioksidan aktiviteye soteleme tekniği ile ulaşıldı (Nandasiri ve diğerleri, 2023).

1.5.2. Isıl Faaliyetlerin Antioksidan Moleküllere Etkisi

Besinlerin tüketime uygun hale getirilmesinde ısıl faaliyetler en büyük rolü oynamaktadır. Isıl işlem genelde gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ya da gıdaları mikrobiyolojik açıdan risksiz hale getirmek için yapılırsa da konu özellikle patates gibi kök sebzeler olduğunda ısıl işlem gıdayı fiziksel olarak tüketmeye uygun hale getirmek için yapılır (Meral,2017).

Besinlere uygulanan ısıl faaliyetlerde ısıya duyarlı besin ögelerinde azalma olduğu belirtilmektedir. Buna karşın yapılan birçok çalışmada ısıl işlemlerin fenolik bileşikleri ve/veya antioksidan aktiveyi bazen azaltabildiği gibi bazen de artırdığını göstermiştir. Örneğin; Huang ve arkadaşlarının 2006 yılında tatlı patates unları üzerinde yaptıkları bir çalışmada buhar ile ısıtılan unların fenol, flavonoid ve antosiyanin miktarında artış gözlemlenmiştir (Huang, Chang ve Shao, 2006). Yine aynı yıl Choi ve arkadaşlarının çığ ve 121°C'de 30 dk ısıl işlem uygulanan Shitake mantarlarındaki fenolik madde miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmada ısıl işlem uygulanan mantar grubunda ısıl işlem ile fenolik bileşiklerin serbest hale geçtiği ve sonuç olarak arttığı bildirilmiştir (Choi ve diğerleri,2006). Jeong ve arkadaşları 2004 yılında narenciye kabuklarına 60 dakika

boyunca 100°C’de ısıl işlem uygulamışlardır. Isı uygulanan narenciye kabuklarında toplam fenolik madde miktarında %43, antioksidan aktivite miktarında %13 artış olduğu bildirilmiştir (Jeong ve diğeri, 2004). Buna karşın; Xu ve Chang’ın 2010 yılında 60 dakika boyunca 100°C’de ısıl işlem uygulayarak sarı ve siyah soya fasulyeleriyle yaptıkları çalışmada ısıl işlem gören fasulyelerde çiğ olanlara göre daha düşük antioksidan aktivite gözlenmiştir (Xu ve Chang, 2010). Farklı bir çalışmada ise Zhang ve arkadaşları 5 saat süre ve 90°C’de böğürtlen suyuna ısıl işlem uygulamıştır. Uygulanan ısıl işlemin antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Zhang ve diğeri, 2012).



İKİNCİ BÖLÜM: GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Mor Patateslerin Temini ve Pişirme İçin Hazırlanması

Bolu ilinde 2024 yılı şubat-mart aylarında ekilip eylül ayında hasat edilen tescilli “İlkmor” çeşidi patatesler “Taze Dükkân” isimli aracı bir firmadan 2024 yılı Ekim ayı içinde temin edilmiştir. Mor patatesler temin edildikten sonra kuru, serin ve ışık almayan bir odada pişirme analizlerin yapılana kadar depolanmıştır.



Şekil 2. Mor Patateslerin Pişirmeye Hazırlanması

Pişirme işlemleri için mor patatesler akan distile su altında yıkayıp soyulduktan hemen sonra Şekil 2’de görüldüğü gibi cetvel yardımı ile her bir kenarı iki cm olan küpler halinde kesilmiştir (Ukom ve diğerleri, 2014). Hazırlanan mor patatesler her bir pişirme yöntemi için 50 g olacak şekilde ± 1 g duyarlı hassas terazi ile ölçülmüştür. Daha sonra bekletilmeden pişirme işlemlerine geçilmiştir.

2.1.1. Pişirme İşlemleri

Pişirmeler İstanbul Medipol Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü mutfağında yapılmıştır. Pişirme sıcaklık ve sürelerine karar vermek için literatür taraması yapıp elde edilen bilgiler ile 2 tekrar olmak üzere deneme pişirmeleri yapılmıştır. Yapılan pişirmelere ait detaylar aşağıda verilmiştir.

2.1.1.1. Haşlama Tekniği

Ukom ve arkadaşları mor patatesler ile yaptıkları çalışmada benzer boyutlardaki mor patatesleri 98°C suda 15 dakika boyunca haşlamışlardır. Bu süre ve sıcaklık pişme için yeterli olduğu görülürken 100 g mor patates için 100 ml saf suyun mor patateslerin yüzeyini kaplamaması sebebiyle haşlama yapılırken 100g mor patates için 300 ml saf su kullanılmasına karar verilmiştir (Ukom ve diğerleri, 2014). Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates, 22 cm çapında paslanmaz çelik tencere (Öztiryakiler, Türkiye) içerisinde 300 ml 98°C distile suda 15 dakika boyunca haşlanmıştır.

2.1.1.2. Buharda Pişirme Tekniği

Kim ve arkadaşları mor patatesler ile yaptıkları çalışmada mor patatesleri buharlı pişiricide 121°C'de 10 dakika pişirmişlerdir (Kim ve diğerleri, 2012). Benzer süre ve sıcaklıklarda deneme yapıldığında mor patateslerin çiğ kaldığı gözlemlenmiştir. Bunun üzerine yeni örnekler ile tekrar deneme yapıp her 1 dakika başında bir mor patates örneği buharlı pişiriciden alınmıştır. 11. ve 12. dakikanın sonunda alınan mor patateslerde çiğlik tespit edilmiştir. 13. dakika sonunda alınan mor patates örneklerinin pişmiş olduğu tespit edilip uygun pişirme süresinin 13 dakika olmasına karar verilmiştir. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates buharlı pişiricide (A1524, Korkmaz, Türkiye) 121°C'de 13 dakika boyunca pişirilmiştir.

2.1.1.3. Mikrodalga Teknolojisi ile Pişirme Tekniği

Blessington ve arkadaşları patates kullanarak yaptıkları çalışmada benzer boyutlardaki patatesleri mikrodalga fırında 3,5 dakikada pişirmişlerdir (Blessington ve diğerleri 2010). Benzer sürelerle deneme yapıldığında mor patateslerin yandığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden belirtilen büyüklükteki mor patatesler için belirtilen dalga boyunda mikrodalga fırın çalıştırıldıktan sonra her dakika mor patateslerden bir örnek alıp pişme derecesi değerlendirilmiştir. 1. Dakika sonunda alınan mor patates çok bariz bir şekilde çiğ iken 2. Dakika sonunda alınan mor patates yenilebilir durumdadır. 3. Dakika sonunda alınan patatesin ise dış kısımlarında yanıklıklar ve iç kısımlarında da aşırı kuruluk vardır. Bu sebeplerle mikrodalgada pişirme yöntemi için mor patates pişirme süresi 2 dakika olarak

belirlenmiştir. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates paslanmaz çelik bir çatalla 2 kez delindikten sonra mikrodalga fırın (MD-674, Arçelik, Türkiye) içerisinde 700 W enerjide 2 dakika pişirilmiştir.

2.1.1.4. Sous-Vide Pişirme Tekniği

Iborra-Bernad ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sebzeleri sous-vide tekniği kullanarak vakumlanmış paketler içerisinde 80°C suda 25 dakika pişirmişlerdir (Iborra-Bernad ve diğerleri, 2015). Mor patateslerin bu çalışmaya benzer şekilde pişirildiğinde tüketime uygun hale geldiği görülmüştür. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates havası tamamen vakumlanmış paketler içerisinde 80°C suda 25 dakika boyunca pişirilmiştir.

2.1.1.5. Derin Yağda Kızartma Tekniği

Sobukola ve arkadaşları yaptıkları çalışmada benzer boyutlardaki kök sebzeleri derin yağ içerisinde 170°C’de 3 dakika pişirilmiştir (Sobukola ve diğerleri, 2008). Benzer süre ve sıcaklıklarda deneme yapıldığında mor patateslerin bariz bir şekilde çiğ kaldığı gözlemlenmiştir. Bunun üzerine yeni örnekler ile tekrar deneme yapıp her dakika başında bir mor patates örneği derin yağ içinden alınmıştır. 4. dakikada alınan mor patateslerin merkezinde hala çiğlik olduğu gözlemlenmiştir. 5. dakikada alınan mor patateslerde çiğlik ve yanma olmadığı gözlemlendiğinden uygun pişirme süresinin 5 dakika olmasına karar verildi. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates elektrikli fritözde (AEF – 870, Atalay, Türkiye) kullanılmamış ayçiçek yağı içerisinde paslanmaz çelik ızgara yardımıyla 170°C’de 5 dakika pişirilmiştir. Mor patates: ayçiçek yağı oranı pişirme sırasında sıcaklığın sabit kalabilmesi için 1 g: 20 ml olarak belirlenmiştir.

2.1.1.6. Fırında Kuru Isıda Pişirme Tekniği

Ukom ve arkadaşları mor patatesler ile yaptıkları çalışmada benzer boyutlardaki mor patatesleri fırın kullanarak 150°C’de 15 dakika pişirmişlerdir (Ukom ve diğerleri, 2014). Mor patateslerin bu çalışmaya benzer şekilde pişirildiğinde tüketime uygun hale geldiği görülmüştür. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates

elektrikli fırında (KX-9+H, Salva, Türkiye) paslanmaz çelik fırın tepsisi üzerinde 150°C’de 15 dakika pişirilmiştir.

2.1.1.7. Hızlı Sıcak Hava ile Pişirme (Airfrying) Tekniği

Fang ve arkadaşları çeşitli patates türleri ile yaptıkları çalışmada benzer boyutlardaki patatesleri sıcak hava fritözü kullanarak 180°C’de 20 dakika pişirmişlerdir (Fang ve diğerleri, 2022). Mor patateslerin bu çalışmaya benzer şekilde pişirildiğinde tüketime uygun hale geldiği görülmüştür. Sonuç olarak 2*2*2 cm olarak dilimlenmiş totalde 100 g mor patates, patates/Ayçiçek yağı oranı 30 g/1 ml olacak şekilde Ayçiçek yağı ile harmanlanıp 180 °C’de 20 dakika boyunca sıcak hava fritözünde (HD9257/80, Philips, Turkey) pişirilmiştir.

Tablo 9. Pişirme Sıcaklık ve Süreleri

Piştirme Teknikleri	Sıcaklık (°C)	Süre (Dk)
Haşlama Tekniği	98	15
Buharda Piştirme Tekniği	121	13
Mikrodalga Teknolojisi ile Piştirme Tekniği	700 (watt)	2
Sous-Vide Piştirme Tekniği	80	25
Derin Yağda Kızartma Tekniği	180	5
Fırında kuru ısıda piştirme Tekniği	150	15
Airfrying (Hızlı Sıcak Hava ile Piştirme) Tekniği	180	20

Tablo 9 da verilmiş olan piştirme sıcaklıkları ve sürelerinde piştirme işlemleri (Şekil 3) gerçekleştirildikten sonra mor patateslerin oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Oda sıcaklığına gelen mor patates örnekleri paslanmaz çelik öğütücü ile homojen kıvama gelene kadar ezilip bekletilmeden *Seles DZ 280* vakum makinesi ile vakumlanmıştır. Vakumlanıp uygun etiketler yapıştirılan örnekler analizler yapılmak üzere laboratuvara götürülmüştür (Şekil 4).



Şekil 3. Pişirme İşlemleri



Şekil 4. Pişmiş Patateslerin Analizlere Hazırlanması

2.2. Kimyasal Analizler İçin Kullanılacak Ekipman ve Materyallerin Temini

Kimyasal analizler İstanbul Sankara Beyin ve Biyoteknoloji Araştırma Merkezi Enstrümantal Analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işleminde, toplam fenolik içerik, toplam antosiyanin ve antioksidan aktivite tayini çalışmalarında hassas tartı (RADWAG, AS 220.R2 PLUS), ultrasonikatör (AMBER,12UT PROD), santrifüj cihazı (NÜVE, NF1200R), etanol, distile su; UV-Vis spektrofotometre (SHIMADZU, UV-1800), gallik asit, Folin-Ciocalteu çözeltisi, sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi; potasyum klorür tamponu, sodyum asetat tamponu, HCl, asetik asit, pH metre (HANNA, HI2002-02); Bakır(II) klorür dihidrat ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Neokuproin (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin), Amonyum asetat tampon çözeltisi, DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) ve tüm yöntemler için gerekli olan mezür, erlenmeyer, pipet, tüpler vb. laboratuvarda gerekli koşullarda depo edilen ekipman ve kimyasallardan temin edilmiştir.

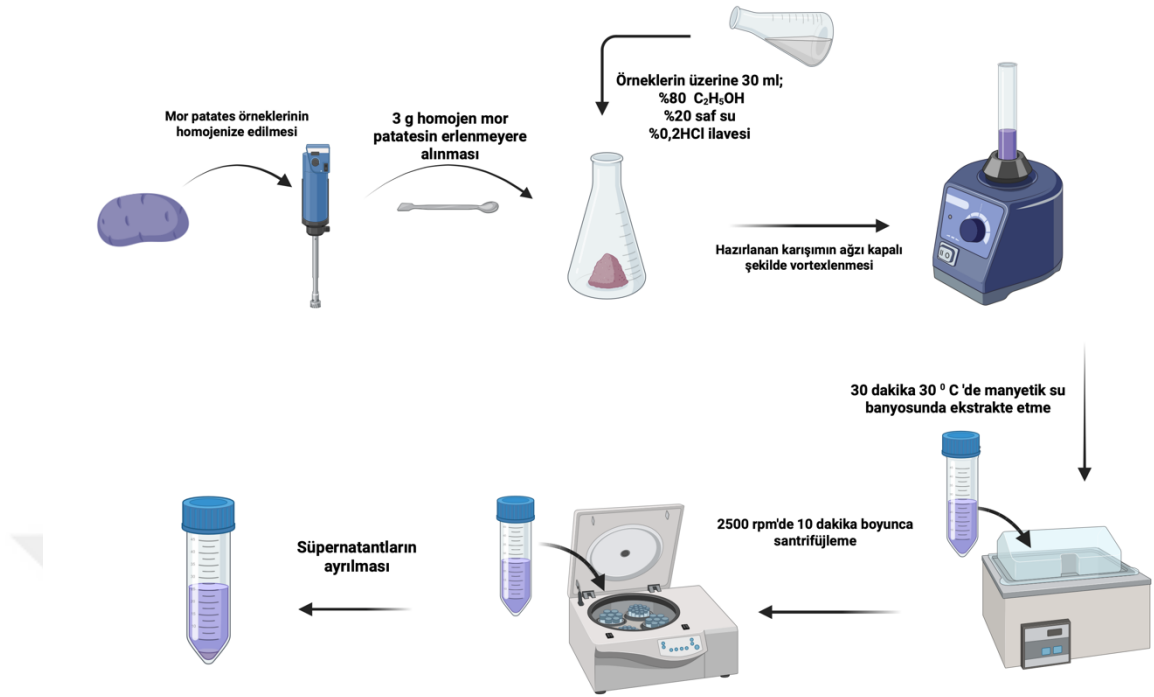
Folin-Ciocalteu fenol reaktifi, trolox, gallik asit, siyanidin-3-O-glikozit ve neokuproin Sigma-Aldrich Chemical Co. (St Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. Asetonitril (HPLC saflıkta), metanol (HPLC saflıkta) ve formik asit (%98–100) ISOLAB Chemicals (Wertheim, Almanya) firmasından satın alınmıştır.

Aksi belirtilmedikçe, diğer analitik saflıktaki kimyasallar Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilmiştir.

2.3. Mor Patateslerin Ekstraksiyonu

Toplam fenolik madde, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivitenin saptanması için pişmiş ve çiğ patates örneklerinden ekstrakt elde edilmiştir. Ekstrakt eldesinde kullanılacak çözücü solüsyonu belirlemek için deneme pişirmeleri sonucunda elde edilen haşlanmış ve çiğ mor patates örnekleri homojenize edilip 3 g örnek alınmıştır. Alınan örnekler 30 ml %100 etanol, 30 ml %80 etanol+%20 distile su ve %80 etanol + %20 distile su + %0,2 HCl içeren üç farklı çözücünde ekstrakte edilip ekstraktların toplam fenolik içerik değerlendirmesi yapılmıştır. Daha yüksek toplam fenolik madde içeriği %80 etanol + %20 distile su + %0,2 HCl içeren çözücünden elde edilmiştir. Bu sebeple çalışmada kullanılacak çözücünün %80 etanol + %20 distile su + %0,2 HCl içermesine karar verilmiştir.

Araştırmada 7 adet pişmiş (haşlama, buharda, mikrodalgada, sous-videde, derin yağda p, fırında, sıcak hava fritözünde) ve çiğ mor patates örneklerinden 3'er g tartılıp 8 ayrı erlene alınmıştır. Tartılan örnekler üzerine 30 ml çözücü solüsyon (%80 etanol, %20 distile su + %0,2 HCl) ilave edilip erlenler çözücü solüsyonun uçmaması için parafilm ile kapatılmıştır. Ağız kapalı örnekler vortexlendikten sonra 30 dakika boyunca 5 dakikada bir ters-düz yapılarak 35° C sıcaklıktaki ultrasonikasyon cihazında (AMBER,12UT PROD) ekstrakte edilmiştir. Daha sonra santrifüj cihazına (NÜVE, NF1200R) alınıp 2500 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüje tabi tutulduktan sonra süpernatantlar ayrılmıştır. Elde edilen süpernatantlar analizler boyunca -18°C'de muhafaza edilmiştir. Ekstraksiyon işleminin basamakları Şekil 5'te gösterilmiştir.



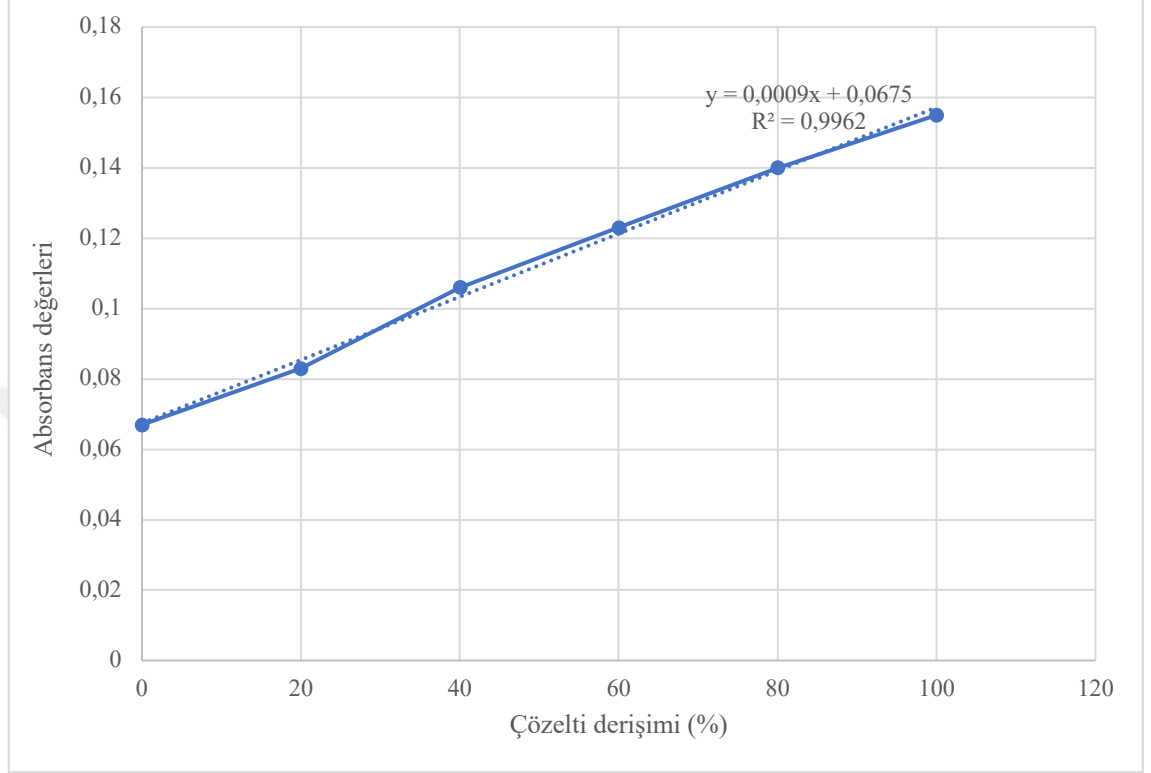
Şekil 5. Ekstraksiyon İşlem Basamakları

2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik içerik tayini için Folin-Ciocalteu metodu uygulanmıştır. Bu yöntem folin reaktifi ve sodyum karbonat çözeltisi sayesinde fenolik maddelerde oluşan renk değişimlerinin spektrofotometri cihazında absorban değerlerinin okunmasına dayanmaktadır (Huang ve diğerleri, 2005).

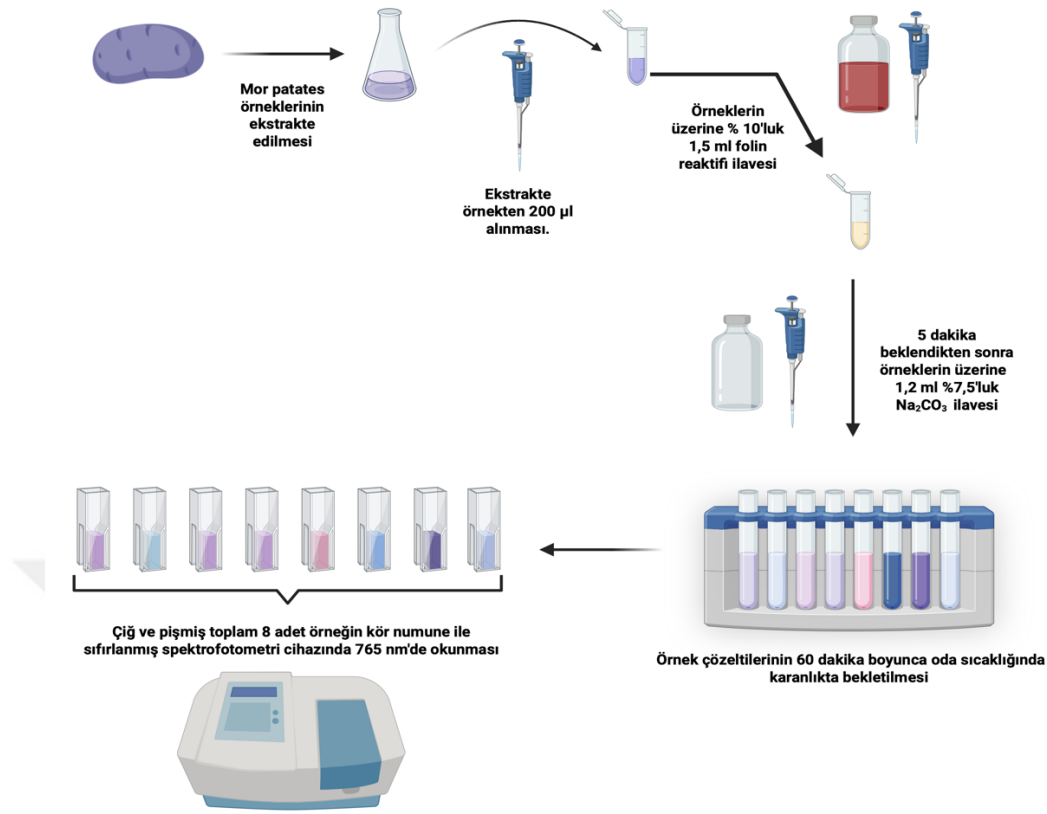
Gallik asit standardı bu yöntemde standart eğri oluşturma amacıyla kullanılmıştır. Standart eğrinin oluşturulması için öncelikle 0,01 g gallik asit ve 100 ml distile su ile 100 mg/L gallik asit içeren stok çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözelti belli oranda saf suyla 100 mg/L, 80 mg/L, 60 mg/L, 40 mg/L, 20 mg/L, 0 mg/L (kör örnek) olacak şekilde altı adet mikro tüpe mikro pipetler yardımıyla alınmıştır. Daha sonra her bir tüpe %10'luk 1,5 ml Folin- Ciocalteu Reaktifi (FCR) eklenip 5 dakika beklenmiştir. Ardından her tüpe 1,2 ml ağırlıkça %7,5'luk sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklenip ışık almayan bir ortamda oda sıcaklığında 2 saat boyunca bekletilmiştir. Sonrasında kör örnekle sıfırlanmış spektrofotometri cihazında 765 nm dalga boyunda absorban değerleri okunup

standart eğri oluşturulmuştur. Oluşan eğri sonucunda $y=0,0009x+0,0675$ ($R^2=0,9962$) denklemi örneklerin absorbans değerlerinden toplam fenolik içeriğin mg gallik asit/g mor patates cinsinden hesaplanması için oluşturulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Gallik Asit Eğrisi

Eğri oluşturulduktan sonra 7 adet pişmiş 1 adet çiğ ekstraksiyon sıvısından 200'şer μL alınıp tüplere aktarılmıştır. Ardından tüplere 1,5 ml Folin- Ciocalteu Reaktifi (FCR) eklenip 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra her tüpe 1,2 ml ağırlıkça %7,5'luk sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi eklenip ışık almayan bir ortamda oda sıcaklığında 2 saat boyunca bekletilmiştir. Sonrasında kör örnekle sıfırlanmış spektrofotometri cihazında 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunup oluşturulan eğride elde edilen denklemde yerine koyularak mg gallik asit/g cinsinden toplam fenolik içerik değerleri bulunmuştur. Toplam fenolik içerik tayini işleminin basamakları Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Toplam Fenolik İçerik Tayin Şeması

2.5. Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini için literatür taraması yapıldığında çeşitli yöntemler olduğu ve bu yöntemlerin kullanılacak örneğin cinsi gibi etkenlerle değişik sonuçlar verebileceği kanısına varılmıştır. Örneğin her iki yöntem de antioksidan aktivite ölçmek için kullanılsa da polifenolce zengin bir bitki ile çalışıldığında DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi polifenoller ile güçlü reaksiyonlara girerek yüksek sonuçlar verirken FRAP Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) yöntemi daha düşük sonuçlara sebep olmaktadır (Avan, 2014). Bu çeşitli antioksidan aktivite ölçme yöntemleri serbest radikal süpürücü aktiviteyi ölçen ve redüksiyon kapasitesini ölçenler olarak genellikle iki başlık altında toplanabilmektedir (Polat, 2012). Bu çalışma kapsamında serbest radikal süpürücü aktiviteyi ölçen yöntemlerden olan DPPH yöntemi ve redüksiyon kapasitesini ölçen yöntemlerden olan CUPRAC (Bakır (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite) yöntemi antioksidan aktiviteyi belirlemek için kullanılacak yöntemler olarak seçilmiştir.

2.5.1. DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

DPPH koyu mor renginde organik ve kararlı bir azot radikalidir. İlk kez 1958 yılında Blois tarafından antioksidan molekül tayini amacıyla kullanılan radikal 1995 yılında Brand-Williams ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş ve bugün kullanılan halini almıştır. Yöntem temel olarak radikal antioksidan maddeden H⁺ iyonu alarak mor renginin 517 nanometrede absorbanans gösteren sarı renge dönüşmesine dayanmaktadır.

Yöntem uygulandıktan sonra sonuçlar ya okumalar yapıldıktan sonra formül yardımıyla %DPPH olarak ifade edilir ya da çeşitli konsantrasyonlarda örnekler hazırlanır ve her konsantrasyona karşılık gelen absorbanans değeri ile bir eğri çizilir. Eğrinin eğim denklemi kullanılarak DPPH radikalinin %50 sini süpüren derişim IC₅₀ yani etkin konsantrasyon 50 değeri olarak ifade edilir. Bir antioksidan örneğinin IC₅₀ değeri ne kadar düşükse antioksidan aktivitesi o kadar yüksektir (Brand-Williams ve diğerleri,1995).

Bu çalışmada 2014 yılında Xie ve Schaich tarafından gerçekleştirilen yöntem, belirli modifikasyonlarla uygulanmıştır (Xie ve Schaich, 2014).

İlk basamak olarak 7 pişirilmiş ve 1 çiğ örnekten hazırlanan ekstraktlardan 0,5'er mL pipet yardımıyla falkom tüplere alınmıştır. Daha sonra örnekler üzerine 0.15 mM DPPH metanol çözeltisinden 0,5 mL eklenip karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım ışık almayan ortamda 30 dakika boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası her bir örnek spektrofotometri cihazında 517 nm'de köre karşı okunmuştur. Okunan absorbanans değerleri aşağıdaki denkleme yerleştirilerek % DPPH radikali yakalama aktivitesi hesaplanmıştır.

$$\%DPPH = \frac{\text{Kontrolün absorbanans değeri} - \text{örneğin absorbanans değeri}}{\text{Kontrolün absorbanans değeri}} \times 100$$

2.5.2. CUPRAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

İncelenecek antioksidan kaynağındaki antioksidan moleküllerin bakır (Cu) iyonlarını indirgemesi esasına dayanan bir antioksidan aktivite tayini yöntemidir. Bu tayin yönteminin ilk aşaması Cu (II) iyonlarının Cu (I) iyonlarına antioksidanlar ile

indirgenmesi ile başlar. Sonrasında ortama eklenen Neokuprin (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin) ise Cu (I) ile etkileşime girerek kompleks ve kararlı bir bileşik oluşturur. Oluşan bu kompleks sarı-turuncu bir renge sahip olur ve 450 nm'de maksimum absorbans verir. Okunan absorbans değerleri ise antioksidan aktivite ile doğru orantılıdır (Apak ve diğerleri, 2004).

Bu çalışmada yöntem, Apak ve arkadaşlarının 2008 yılındaki çalışmasında CUPRAC yöntemi hakkındaki geliştirmeleri dikkate alınarak uygulanmıştır. Bu yöntem, elektron transferi (ET) esasına dayanmakta olup, bakır (II)-neokuproin (Cu (II)-Nc) kompleksinin, antioksidan bileşiklerce indirgenmesi sonucu oluşan bakır(I)-neokuproin (Cu(I)-Nc) şelatının 450 nm'de maksimum absorbans vermesi prensibine dayanmaktadır.

CUPRAC ölçümünde, deney tüpüne sırasıyla 1,0 mL Cu (II) çözeltisi, 1,0 mL neokuproin çözeltisi ve 1,0 mL amonyum asetat tamponu (pH 7.0) ilave edilmiştir. Ardından, x mL antioksidan örnek çözeltisi ve (1,1 – x) mL saf su eklenerek toplam hacim 4,1 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım, oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edildikten sonra absorbans değerleri 450 nm'de, reaktif körü kullanılarak referansa karşı ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) cinsinden ifade edilmiştir.

Reaktiflerin Hazırlanması:

- Bakır (II) çözeltisi ($1,0 \times 10^{-2}$ M): 0,4262 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, saf suda çözülerek 250 mL'ye tamamlandı.
- Amonyum asetat tamponu (1,0 M, pH 7.0): 19,27 g NH_4Ac , saf suda çözülerek 250 mL'ye tamamlandı.
- Neokuproin (Nc) çözeltisi ($7,5 \times 10^{-3}$ M): 0,039 g Nc, 96% etanolde çözülerek 25 mL'ye tamamlandı (günlük hazırlandı).
- Trolox standart çözeltisi ($1,0 \times 10^{-3}$ M): 96% etanolde hazırlandı.

Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) Hesaplaması:

CUPRAC yöntemiyle ölçülen absorbans değerleri kullanılarak örneklerin antioksidan kapasiteleri, Trolox'a göre eşdeğer kapasite (TEAC) cinsinden hesaplanmıştır. Bu hesaplama için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$TEAC(\text{mmol TE/g}) = \frac{A_f}{\epsilon_{\text{Trolox}}} \times \frac{V_f}{V_s} \times r \times \frac{V_{\text{cup}}}{m}$$

Formülde kullanılan parametreler:

- A_f : 450 nm'de ölçülen absorbans değeri
- ϵ_{Trolox} : Trolox'un molar absorptivitesi (CUPRAC yöntemi için: $1,67 \times 10^4$ L/mol.cm)
- V_f : CUPRAC karışımının toplam hacmi (mL)
- V_s : Analize alınan örnek hacmi (mL)
- r : Toplam seyreltme faktörü
- V_{cup} : Bitki ekstraktının başlangıç hacmi
- m : Kullanılan kuru bitki kütlesi (g)

Bu formül kullanılarak örnekteki antioksidan miktarı, milimol Trolox eşdeğeri/gram kuru madde (mmol TE/g) cinsinden ifade edilmiştir.

2.6. Toplam Antosiyanin Tayini

Antosiyaninler pH değerlerinden çok etkilenen bileşiklerdir. Yüksek asidik ortamda (genelde pH=1.0) kırmızı renk alırken daha az asidik ortamda (genelde pH=4.5) renksiz halde bulunurlar. Buradaki renk farkları spektrofotometri cihazı ile antosiyaninlerin tayin edilmesinde önemli rol oynar. Farklı asitlik ve farklı dalga boylarında (genelde 520 nm ve 700 nm) yapılan ölçümlerdeki farklılıkların antosiyanin miktarlarıyla orantılı olması kaynakları yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada izlenen yöntem aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

(1) İki farklı tampon çözelti hazırlanmıştır:

(i) 0.025 M pH 1.0 Potasyum klorür tamponu: 0,465 g KCl 245 ml saf su içinde çözdürüldü. Ardından pH metre kontrolünde pH = 1.0 olana kadar HCl eklendi. Sonrasında son hacim 250 ml olana kadar saf su eklendi.

(i) 0.4 M pH 4.5 Sodyum asetat tamponu: 13,6075 g sodyum asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 240 ml saf su içinde çözdürüldü. Ardından pH metre kontrolünde

pH= 4.5 olana kadar Asetik Asit eklendi. Sonrasında son hacim 250 ml olana kadar saf su eklendi.

(2) Her bir örnek ekstraktından 0.5 mL alınıp üzerlerinde 12 ml tampon çözeltisi eklenmiştir.

(3) Tüpler oda sıcaklığında karanlık ortamda 20 dakika boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

(4) Numunelerin absorptansı, 510 nm ve 700 nm dalga boylarında ölçüldü.

(5) Toplam antosiyanin içeriği şu formülle hesaplanmıştır:

$$A = \frac{[(A_{510} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{510} - A_{700})_{pH4.5}] \times MA \times SF}{B \times L}$$

$$\text{Toplam Antosiyanin } \left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{A \times 449.38 \times 25 \times 100}{26,900 \times 1}$$

SF= Seyreltme faktörü (25)

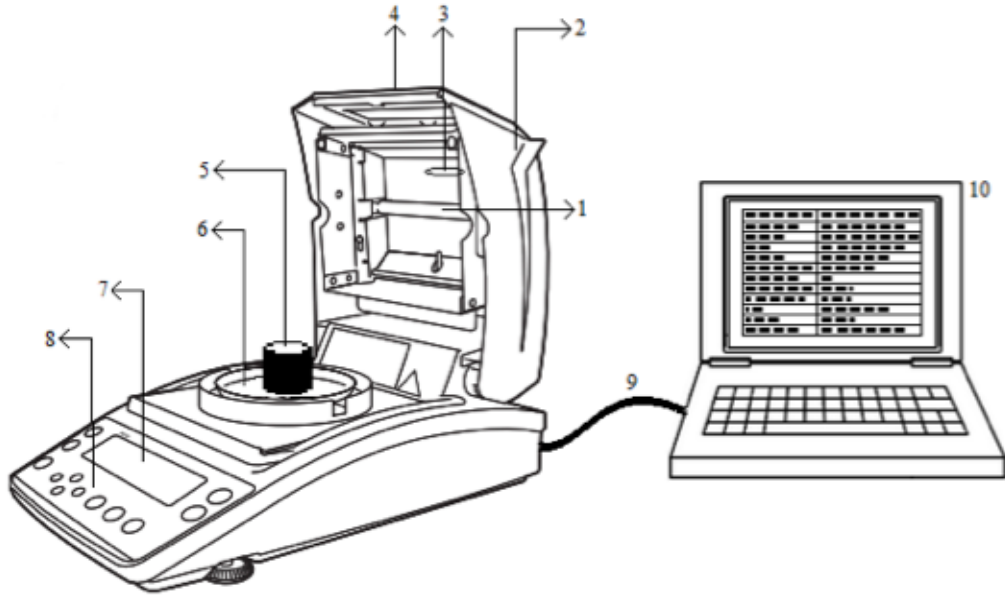
B= Molar soğurganlık ($26.900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) ve L= Küvet uzunluğu (1 cm)

MA (Siyanidin-3-glukozit) = 449,39 g/mol

A= $(A_{510}-A_{700})_{pH1} - (A_{510}-A_{700})_{pH4,5}$

2.7. Kuru Madde Tayini

Kuru madde tayini Şekil 8'de gösterilen halojen IR nem tayin cihazı kullanılarak (SHIMADZU, MOC63U) bağıl nemde, pencereden uzak konumda, halojen ısıtıcılar ile 105 ° C sıcaklıkta 59 dakika boyunca 1,424 gr örnek ile ölçülmüştür.



(1) Halojen Lamba Isıtıcı, (2) Isıtıcı Koruması, (3) Isı Sensörü, (4) İzleme Camı, (5) Örnek, (6) Alüminyum Terazi Kabı, (7), Görüntüleme Paneli, (8) Ayar Tuşları, (9) kablo, (10) Bilgisayar.

Şekil 8. Nem Tayin Cihazı

Kaynak: Kalender, 2017

2.8. Duyusal Analiz

Bu tez çalışmasında, yedi farklı pişirme yöntemiyle hazırlanan mor patates (*Solanum tuberosum* L. var. 'ilkmor') örneklerinin duyu özelliklerini değerlendirmek amacıyla 21.02.2025 tarihinde bir duyu analiz gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme, İstanbul Medipol Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü'nde "Gıdaların Duyusal Analizi" dersini başarıyla tamamlayan, 4. sınıf seviyesindeki eğitimli 20 panelist tarafından yapılmıştır.

Katılımcılara, 7 farklı pişirme yöntemiyle hazırlanmış patates örnekleri görünüş, renk, koku, doku, lezzet ve genel beğeni kriterleri üzerinden değerlendirilmek üzere sunulmuştur. Değerlendirme, 9'lu Likert ölçeği kullanılarak yapılmış ve her bir kriter için 1 ile 9 arasında puan verilmiştir. Ölçek, 1: Son derece kötü, 9: Mükemmel olacak şekilde planlanmıştır (Ek 1).

Duyusal analiz sırasında, örnekler rastgele kodlanarak (örnek: 128, 256, 592 vb.) sunulmuş ve katılımcıların objektif değerlendirme yapması sağlanmıştır. Analiz sürecinde, tat duyusunu nötralize etmek için her örnek arasında içme suyu temin edilmiştir. Değerlendirme ortamı sessiz ve rahatsız edici dış etkenlerden arındırılmış bir şekilde hazırlanmıştır.

Duyusal analizde kullanılan form, bu çalışma için özel olarak tasarlanmış ve katılımcılara sunulmuştur (Ek 1). Değerlendirme sırasında katılımcılar ve kullanılan ortamın görüntüleri kaydedilmiş olup, analiz sürecini belgelemek için çalışmaya dahil edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Duyusal Analizin Uygulanması

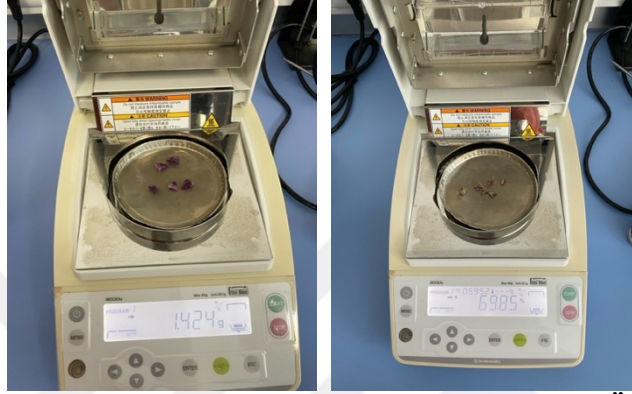
2.9. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler IBM SPSS 30.0.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları, non-parametrik bir ölçüm yöntemi olan Kruskal-Wallis testi ile, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite değerleri ise tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR

3.1. Kuru Madde Miktarı

Kuru madde analizinde Şekil 10' da görüldüğü üzere çiğ mor patates örneği ile yapılan ve halojen IR nem tayin cihazı kullanılarak ölçülen kuru madde oranı %30,15 olarak ölçülmüştür.



Şekil 10. Mor Patatesin Kuru Madde Oranı Ölçümü

3.2. Mor Patatesin Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çiğ ve çeşitli yöntemler ile pişirilmiş mor patates örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarına dair elde edilen sonuçlar Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Mor Patatesin Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Toplam Fenolik Madde Değişim Oranları

Pişirme yöntemleri	Toplam Fenolik Madde Miktarı	Toplam Fenolik Madde Değişim Oranları
	(mg GAE/100 g) <i>Ort.± SS</i>	(%)
Sıcak Hava Fritözü ile Pişirme	162 ± 4,32	45,95
Buharda Pişirme	103 ± 1,08	-7,21
Derin Yağda Pişirme	154 ± 2,67	38,74
Fırında Pişirme	122 ± 1,47	9,91
Haşlama	94 ± 2,07	-15,32
Mikrodalgada Pişirme	161 ± 2,19	45,05
Sous-Vide ile Pişirme	135 ± 3,48	21,62
Çiğ	111 ± 2,94	-

Tablo 10’da yer alan verilere göre, farklı pişirme yöntemleri uygulanan mor patates örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Ölçümler sonucunda en yüksek toplam fenolik madde miktarı 162 mg GAE/100 g ile sıcak hava fritözü ile pişirilen örnekte tespit edilmiştir. Bu değeri 161 mg GAE/100 g ile mikrodalgada pişirme, 154 mg GAE/100 g ile derin yağda pişirme ve 135 mg GAE/100 g ile sous-vide yöntemi takip etmiştir. Fırında pişirme yöntemiyle elde edilen örneklerde fenolik madde miktarı 122 mg GAE/100 g olarak ölçülürken, çiğ örnekte bu değer 111 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. En düşük fenolik madde miktarları ise 103 mg GAE/100 g ile buharda pişirme ve 94 mg GAE/100 g ile haşlama yöntemleriyle elde edilen örneklerde kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam fenolik madde miktarının pişirme yöntemine bağlı olarak değiştiği ve farklı tekniklerin bu bileşiklerin miktarı üzerinde etkili olduğu sayısal olarak ortaya konmuştur. Genel sıralama en yüksekten en düşüğe doğru şu şekildedir: sıcak hava fritözü ile pişirme, mikrodalgada pişirme, derin yağda pişirme, sous-vide, fırında pişirme, çiğ, buharda pişirme, haşlama.

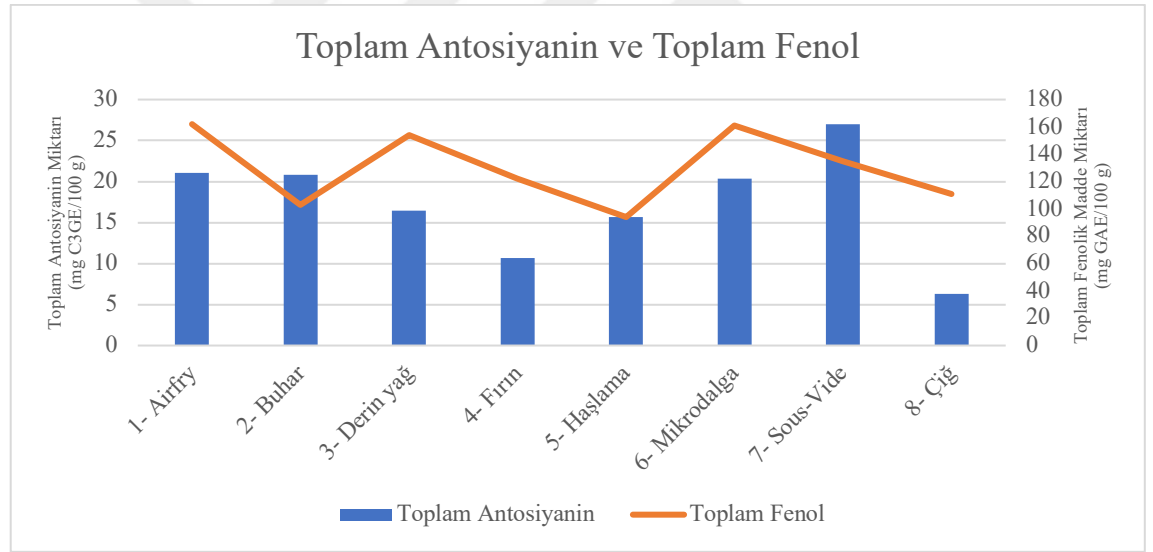
3.3. Mor Patatesin Toplam Antosiyanin Miktarları

Çiğ ve çeşitli yöntemler ile pişirilmiş mor patates örneklerinin toplam antosiyanin miktarlarına dair elde edilen sonuçlar Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Mor Patatesin Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Toplam Antosiyanin Miktarları ve Toplam Antosiyanin Değişim Oranları

Pişirme yöntemleri	Toplam Antosiyanin Miktarı	Toplam Antosiyanin Değişim Oranları
	(mg C3GE/100 g) <i>Ort. ± SS</i>	(%)
Sıcak Hava Fritözü ile Pişirme	21,05 ± 0,75	232,49
Buharda Pişirme	20,82 ± 1,20	228,83
Derin Yağda Pişirme	16,48 ± 0,74	160,26
Fırında Pişirme	10,69 ± 1,81	68,74
Haşlama	15,66 ± 0,98	147,34
Mikrodalgada Pişirme	20,36 ± 0,51	221,53
Sous-Vide ile Pişirme	26,96 ± 2,29	325,59
Çiğ	6,33 ± 0,78	-

Tablo 11’de yer alan verilere göre, mor patates örneklerinin toplam antosiyanin miktarları uygulanan pişirme yöntemlerine göre farklılık göstermektedir. En yüksek toplam antosiyanin miktarı 26,96 mg C3GE/100 g ile sous-vide yöntemiyle pişirilen örnekte belirlenmiştir. Bu değeri sırasıyla 21,05 mg C3GE/100 g ile sıcak hava fritözü, 20,82 mg C3GE/100 g ile buharda pişirme ve 20,36 mg C3GE/100 g ile mikrodalgada pişirme yöntemleri takip etmiştir. Diğer yandan, toplam antosiyanin miktarınının 16,48 mg C3GE/100 g olduğu derin yağda pişirme, 15,66 mg C3GE/100 g olduğu haşlama ve 10,69 mg C3GE/100 g olduğu fırında pişirme yöntemleri daha düşük değerlerle sıralanmıştır. Çiğ mor patates örneğinde ölçülen toplam antosiyanin miktarı ise 6,33 mg C3GE/100 g olup, tüm yöntemler arasında en düşük değeri temsil etmektedir. Bu doğrultuda, toplam antosiyanin miktarına göre pişirme yöntemlerinin sıralaması en yüksekten en düşüğe doğru şu şekildedir: sous-vide ile pişirme, sıcak hava fritözü ile pişirme, buharda pişirme, mikrodalgada pişirme, derin yağda pişirme, haşlama, fırında pişirme, çiğ.



Şekil 11. Toplam Fenolik İçerik ve Toplam Antosiyanin İçerik Karşılaştırması

Şekil 11 incelendiğinde toplam fenol içeriği açısından en yüksek değere sahip yöntem sous-vide yöntemi olmuştur. Bu yöntemde toplam antosiyanin miktarı da tüm yöntemler arasında en yüksek seviyede ölçülmüştür. İkinci en yüksek fenol miktarı sıcak hava fritözünde pişirme yönteminde tespit edilmiş olup, bu yöntemdeki antosiyanin miktarı da görece yüksek bulunmuştur. Fenol içeriğinde üçüncü sırada mikrodalga yöntemi yer almakta, bu yöntemdeki antosiyanin miktarı da ortalamanın üzerinde seyretmektedir.

Dördüncü sırada ise derin yağ yöntemi yer almakta olup, burada fenol miktarı yüksek olmasına karşın antosiyanin içeriği bir miktar daha düşüktür.

Öte yandan, en düşük toplam fenol miktarı çığ örneklerde gözlemlenmiştir. Bu grupta toplam antosiyanin miktarı da en düşük seviyede ölçülmüştür. Fenol miktarında ikinci en düşük değer haşlama yönteminde tespit edilmiş olup, bu yöntemdeki antosiyanin seviyesi de düşük bulunmuştur. Üçüncü en düşük fenol değeri fırın yöntemine aittir; aynı zamanda bu yöntemde antosiyanin miktarı da düşük seviyededir. Dördüncü sırada ise Buhar yöntemi yer almakta olup, fenol miktarı görece düşüktür ancak antosiyanin içeriği daha yüksek bulunmuştur.

Genel sıralama değerlendirildiğinde, sous-vide, sıcak hava fritözü, mikrodalga ve derin yağ yöntemleri hem toplam fenol hem de toplam antosiyanin içeriği açısından ilk dört sırayı paylaşmakta, bu da bu yöntemlerin fenolik bileşenlerin korunmasında daha etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, çığ, haşlama, fırın ve buhar yöntemleri toplam fenol ve antosiyanin içeriği açısından daha düşük değerler göstermiştir. Özellikle çığ örnekler her iki parametrede de en düşük seviyede kalmıştır.

3.4. Mor Patatesin Antioksidan Aktivite Değerleri

Mor patates örneklerinin farklı pişirme yöntemlerine göre toplam antioksidan aktivite değerlerinin verildiği Tablo 12 incelendiğinde hem CUPRAC hem de DPPH yöntemlerine göre belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir.

Tablo 12. Mor Patatesin Çığ ve Farklı Pişirme Yöntemleri ile Pişirilmiş Hallerinin Antioksidan Aktivite Değerleri

Pişirme yöntemleri	Toplam Antioksidan Aktivite Miktarı	
	CUPRAC Yöntemi	DPPH Yöntemi
	($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$)	(%)
	<i>Ort. \pm SS</i>	<i>Ort. \pm SS</i>
Sıcak Hava Fritözü ile Pişirme	875 \pm 11,67	63,29 \pm 0,4
Buharda Pişirme	642 \pm 9,09	52,15 \pm 1,6
Derin Yağda Pişirme	802 \pm 4,64	63,29 \pm 0,4
Fırında Pişirme	581 \pm 5,89	63,29 \pm 0,4
Haşlama	530 \pm 4,11	58,99 \pm 1,4

Mikrodalgada Pişirme	888 ± 11,59	65,06 ± 9,3
Sous-Vide ile Pişirme	750 ± 4,99	58,73 ± 1,6
Çiğ	543 ± 4,08	30,38 ± 2,6

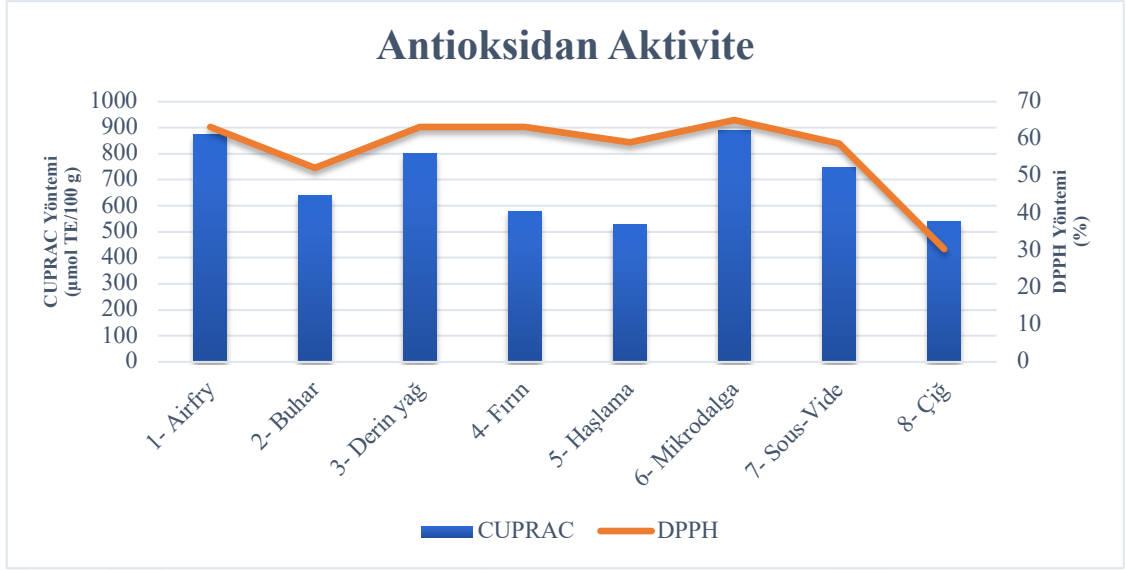
CUPRAC yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre en yüksek toplam antioksidan kapasitesi mikrodalgada pişirilen mor patates örneğinde ölçülmüştür ve bu değer 888 $\mu\text{mol TE}/100$ g olarak kaydedilmiştir. Mikrodalga ile pişirme yöntemini çok yakın bir değerle sıcak hava fritözü yöntemi takip etmektedir. Sıcak hava fritözü ile pişirilen örneklerde toplam antioksidan kapasitesi 875 $\mu\text{mol TE}/100$ g olarak belirlenmiştir. Bu iki yöntemi sırasıyla derin yağda kızartma (802 $\mu\text{mol TE}/100$ g), sous-vide (750 $\mu\text{mol TE}/100$ g) ve buharda pişirme (642 $\mu\text{mol TE}/100$ g) yöntemleri takip etmektedir. Fırınlama yöntemiyle pişirilen örneklerde toplam antioksidan miktarı 581 $\mu\text{mol TE}/100$ g olarak ölçülmüş ve çiğ örneklerden daha yüksek bir kapasite göstermiştir. Çiğ mor patates örneklerinde CUPRAC yöntemiyle elde edilen değer 543 $\mu\text{mol TE}/100$ g olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar pişirme işlemlerindeki sıcaklık uygulamalarının antioksidan aktiviteyi artırabileceğini düşündürmektedir. En düşük CUPRAC değeri ise haşlama yöntemiyle pişirilen örneklerde tespit edilmiştir; bu örneklerde toplam antioksidan kapasitesi yalnızca 530 $\mu\text{mol TE}/100$ g düzeyindedir. Haşlama işleminde, suya geçen antioksidan bileşiklerin kaybı bu düşük değerlerin temel nedeni olabilir.

DPPH yöntemiyle yapılan ölçümlerde ise en yüksek toplam antioksidan kapasitesi yine mikrodalgada pişirme yöntemiyle elde edilmiştir. Mikrodalgada pişirilen mor patates örneklerinde DPPH yöntemiyle ölçülen değer %65,06'dır. Bu yüksek değeri, %63,29 oranıyla sıcak hava fritözü, derin yağda pişirme ve fırında pişirme yöntemleri takip etmektedir. Üç farklı yöntemde aynı DPPH değeri elde edilmiş olması dikkat çekicidir; bu durum, bu yöntemlerin antioksidan bileşikler üzerinde benzer etkiler yarattığını gösterebilir. DPPH analizine göre en düşük antioksidan kapasite çiğ örnekte gözlemlenmiştir; çiğ mor patatesin toplam antioksidan değeri %30,38 olarak ölçülmüştür. Bu oran, tüm pişirme yöntemleriyle elde edilen DPPH değerlerinin oldukça altında kalmaktadır. Bu durum, pişirme işlemlerinin –özellikle kuru ve kontrollü sıcaklıkta yapılanların– DPPH yöntemiyle ölçülebilir serbest radikal giderici kapasiteyi artırabileceğini göstermektedir. Düşük değerler arasında ayrıca buharda pişirme (%52,15), haşlama (%58,99) ve sous-vide (%58,73) yöntemleri yer almaktadır. Bu

yöntemlerin, özellikle düşük sıcaklık veya nemli ortamda uygulanması, bazı antioksidan bileşiklerin korunmasında daha az etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Her iki analiz yöntemine göre değerlendirildiğinde, mikrodalgada pişirme yöntemiyle elde edilen sonuçların en yüksek olması dikkat çekicidir. Bu yöntem hem CUPRAC hem de DPPH analizlerinde ilk sırada yer alarak, mor patatesin antioksidan kapasitesini en iyi koruyan ya da aktive eden pişirme yöntemi olduğunu ortaya koymuştur. CUPRAC yöntemi özelinde çiğ örnekler, bazı pişirme yöntemlerinin gerisinde kalmış; bu da ısı işlemin bazı bileşenleri açığa çıkararak ya da dönüştürerek toplam kapasiteyi artırabileceğini düşündürmektedir. DPPH yöntemi açısından ise çiğ örnek en düşük değeri vermiş ve bu durum, çiğ mor patatesin serbest radikallere karşı daha sınırlı bir kapasite gösterdiğini ortaya koymuştur. İlginç şekilde, CUPRAC ve DPPH yöntemlerinin sıralamaları bazı noktalarda örtüşse de özellikle düşük değerlerde farklılık göstermektedir. Örneğin, haşlama CUPRAC yöntemiyle en düşük değeri verirken, DPPH yöntemine göre buharda pişirme daha düşük bir değer göstermiştir. Bu fark, her iki yöntemin farklı antioksidan bileşiklerle etkileşime giren kimyasal prensiplerinden kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular pişirme yönteminin, mor patatesin toplam antioksidan kapasitesi üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Mikrodalga ile pişirme yöntemi, her iki analiz metoduna göre de en yüksek değeri vermesiyle öne çıkarken, haşlama ve buharda pişirme gibi yöntemler, antioksidan bileşenlerin korunmasında daha az etkili bulunmuştur. Ayrıca, bazı pişirme işlemlerinin çiğ örneğe kıyasla daha yüksek antioksidan değerleri sağlaması, uygun koşullarda yapılan ısı işlemlerin antioksidan kapasiteyi artırabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 12. Farklı Yöntemlere Göre Antioksidan Aktivite Değerleri

Şekil 12'de sekiz farklı pişirme yönteminin antioksidan aktivite üzerindeki etkisi CUPRAC ve DPPH olmak üzere iki farklı yöntemle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. CUPRAC sonuçlarına göre en yüksek antioksidan aktivite mikrodalga yöntemiyle elde edilirken, bunu sırasıyla Sıcak hava fritözü, derin yağda pişirme ve Sous-Vide yöntemleri takip etmiştir. En düşük CUPRAC değeri ise çiğ örneklerde gözlenmiştir. Benzer şekilde, DPPH yöntemiyle yapılan ölçümlerde de mikrodalga yöntemi en yüksek değeri göstermiş; ardından Sıcak hava fritözü, derin yağ ve Sous-Vide yöntemleri gelmiştir. Her iki yönteme göre de bu dört yöntem en yüksek değerleri verirken, buhar, fırın, haşlama ve çiğ örnekler daha düşük aktivite düzeyleri sergilemiştir. Her iki analiz yöntemi benzer eğilim göstermekte olup, mikrodalga pişirme yöntemi her iki analizde de en yüksek antioksidan aktiviteye sahipken, çiğ örnekler en düşük değeri göstermiştir. Ayrıca, derin yağda pişirme yöntemi her iki analizde de ilk üç sırada yer alarak, bu pişirme tekniğinin antioksidan aktivite üzerinde beklenenden daha olumlu bir etki oluşturduğu dikkat çekmektedir.

3.5. Duyusal Analiz Sonuçları

Tablo 13. Mor Patates Duyusal Analiz Sonuçları

Pişirme yöntemi / Kriter	Fırında	Mikrodalga ile	Haşlama	Derin yağda	Sous-vide ile	Sıcak hava	Buharda	
	Pişirme	pişirme	(Ort. ± SS)	pişirme	pişirme	fritözü pişirme	pişirme	
	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)		(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	
DUYUSAL ANALİZ*	Görünüş	4,1 ± 1,62 ^b	4,4 ± 1,54 ^b	4,85 ± 1,84 ^b	5,35 ± 1,69 ^{ab}	5,7 ± 2,03 ^{ab}	4,95 ± 2,24 ^b	7,4 ± 1,50 ^a
	Renk	3,7 ± 1,69 ^b	4 ± 1,49 ^b	5,25 ± 1,86 ^b	5,1 ± 1,89 ^b	5,3 ± 1,89 ^{ab}	4,9 ± 2,55 ^b	7,5 ± 1,57 ^a
	Koku	4,55 ± 1,23 ^{bc}	3,9 ± 1,77 ^c	4,95 ± 1,76 ^{abc}	6,3 ± 1,38 ^a	4,7 ± 1,95 ^{abc}	5,85 ± 1,84 ^{ab}	4,9 ± 1,77 ^{abc}
	Doku	4,15 ± 1,90 ^{bc}	3,55 ± 1,67 ^c	4,9 ± 1,48 ^{abc}	6 ± 2,00 ^{ab}	3,7 ± 2,15 ^c	5,2 ± 2,40 ^{abc}	6,6 ± 2,01 ^a
	Lezzet	4,95 ± 1,54 ^{abc}	3 ± 2,05 ^{bc}	4,95 ± 1,99 ^{abc}	6,2 ± 2,24 ^a	2,85 ± 2,01 ^c	5,25 ± 2,43 ^{ab}	6,65 ± 1,79 ^a
	Genel	4,5 ± 1,24 ^b	3,95 ± 1,67 ^b	5,35 ± 1,60 ^{ab}	6,3 ± 1,34 ^a	3,95 ± 1,76 ^b	5,6 ± 2,26 ^{ab}	7,05 ± 1,57 ^a
TOPLAM (n=20)	PUAN 519	456	605	705	524	635	802	

* Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamı farkı ifade eder (p<0.05). Harfleme alfabetik sıralama ile önce sayısal olarak en büyük değerden başlanarak oluşturulmuştur.

Duyusal analiz verileri (Tablo 13) görünüş kategorisinde incelendiğinde en yüksek puanı buharda pişirme yönteminin ($7,4\pm 1,50$), en düşük puanı ise fırında pişirme yönteminin ($4,1\pm 1,62$) aldığı tespit edilmiştir. Buharda pişirme yönteminin görünüş kategorisi için en kabul edilebilir yöntem olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Buharda pişirme yöntemi ile sous-vide pişirme yöntemi ve derin yağda pişirme yöntemi arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($P>0,05$).

Renk kategorisinde en yüksek puanı buharda pişirme yöntemi ($7,5\pm 1,57$) alırken, en düşük puanı fırında pişirme yöntemi ($3,7\pm 1,69$) almıştır. Buharda pişirme yöntemi renk açısından en kabul edilebilir yöntem olarak belirlenmiştir ($P<0,05$). Buharda pişirme yöntemi ile sous-vide pişirme yöntemi ($5,3\pm 1,89$) arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($P>0,05$), diğer yöntemlerle anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

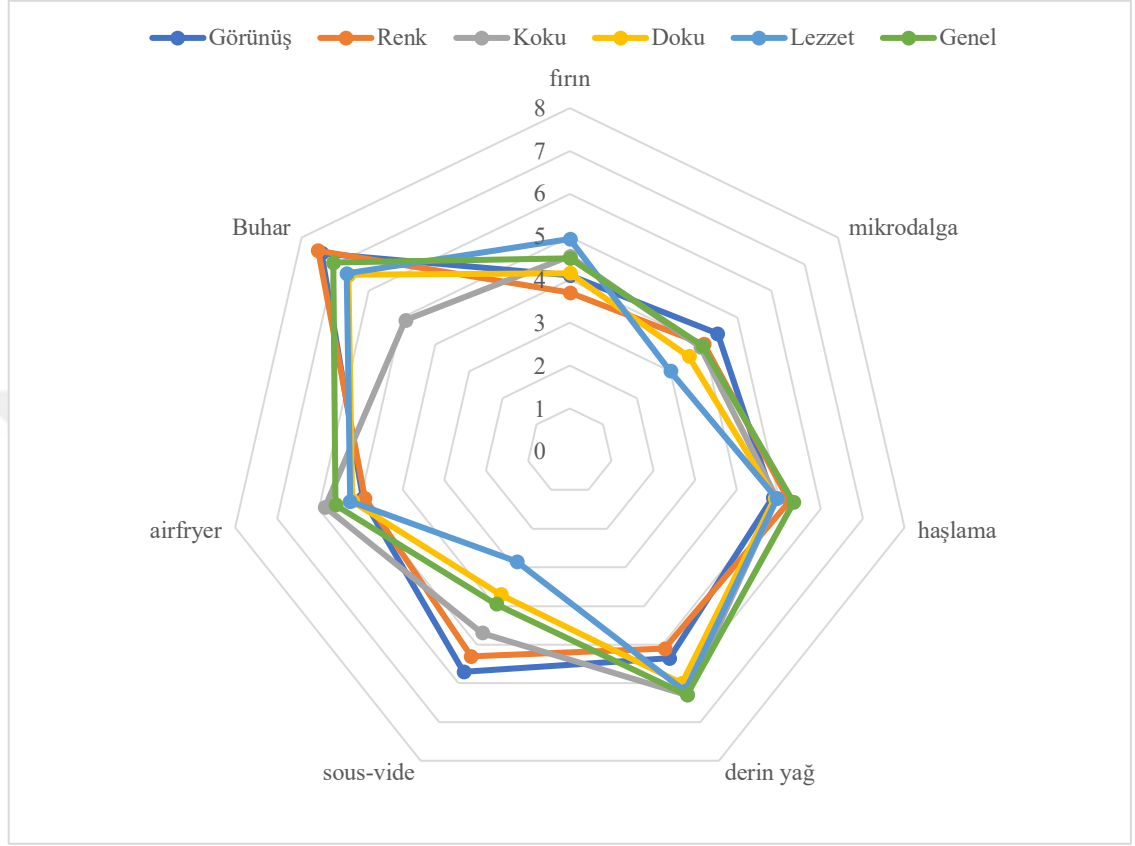
Koku kategorisinde en yüksek puan derin yağda pişirme yönteminde ($6,3\pm 1,38$), en düşük puan ise mikrodalga ile pişirme yönteminde ($3,9\pm 1,77$) kaydedilmiştir. Derin yağda pişirme yöntemi istatistiksel olarak en kabul edilebilir yöntem olurken ($P<0,05$) fırında pişirme ($4,55\pm 1,23$), haşlama ($4,95\pm 1,76$), sous-vide ($4,7\pm 1,95$) ve buharda pişirme ($4,9\pm 1,77$) yöntemleriyle arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($P>0,05$).

Doku kategorisinde en yüksek puanı buharda pişirme yöntemi ($6,6\pm 2,01$) alırken en düşük puanı mikrodalga ile pişirme yöntemi ($3,55\pm 1,67$) almıştır. Buharda pişirme yöntemi doku açısından fırın ($4,15\pm 1,90$), sous-vide ($3,7\pm 2,15$) ve mikrodalga ($3,55\pm 1,67$) ile pişirme yöntemlerinden anlamlı olarak yüksek puan almıştır ($P<0,05$).

Lezzet kategorisinde en yüksek puanı buharda pişirme yöntemi ($6,65\pm 1,79$) alırken bunu derin yağda pişirme yöntemi ($6,2\pm 2,24$) takip etmiştir. En düşük puanı sous-vide yöntemi ($2,85\pm 2,01$) almıştır. Buharda pişirme ve derin yağda pişirme yöntemleri en kabul edilebilir yöntemler olarak değerlendirilmiş olup bu iki yöntem sous-vide ($2,85\pm 2,01$) ve mikrodalga ($3,00\pm 2,05$) ile pişirilmiş örneklerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek puan almıştır ($P<0,05$).

Genel beğeni kategorisinde en yüksek puanı buharda pişirme yöntemi ($7,05\pm 1,57$) alırken en düşük puanı mikrodalga ile pişirme ve sous-vide pişirme yöntemleri ($3,95\pm 1,67$ ve $3,95\pm 1,76$) almıştır. Buharda pişirme ($7,05\pm 1,57$) ve derin yağda pişirme ($6,30\pm 1,34$) yöntemleri mikrodalga ($3,95\pm 1,67$), sous-vide ($3,95\pm 1,76$) ve fırında pişirme ($4,50\pm 1,24$) yöntemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek puan almıştır ($P<0,05$).

Sonuç olarak, duyu analizi verileri doğrultusunda buharda pişirme yöntemi genel olarak en yüksek kabul edilebilirliğe sahip yöntem olarak öne çıkarken, mikrodalga ile pişirme ve sous-vide yöntemleri daha düşük puanlar almıştır.



Şekil 13. Duyusal Analiz Sonuçları Örümcek Grafiği

Şekil 13'te yapılan duyu analize ait sonuçlar örümcek grafiği ile gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde buharda pişirme yönteminin kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Koku kategorisinde ise en yüksek puanı derin yağda pişirme yönteminin almış olduğu ve diğer pişirme yöntemleri için birbirine yakın sonuçlar alındığı anlaşılmaktadır. Ayrıca sous-vide ve mikrodalga yönteminin nokta yoğunluğunun merkeze yakınlığı kaynaklı bu yöntemlerin kabul edilebilirliğinin düşük olduğu saptanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında çiğ ve yedi farklı (haşlama, buharda, fırında, derin yağda, sous-vide ile, sıcak hava fritözü ile, mikrodalga ile) teknik ile pişirilmiş mor patates (*Solanum tuberosum* L. var. “İlkmor”) örnekleri ile yapılan analizlerden elde edilen bulgular ilgili başlıklar altında tartışılmıştır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda mor patates (*Solanum tuberosum* L. var. “İlkmor”) bitkisi ile yapılmış az sayıda çalışmaya rastlanmıştır olup bu bitkinin sıklıkla kullanılan pişirme yöntemleriyle pişirildiğinde fenolik içeriğinin incelendiği bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Bu sebepler göz önüne alındığında bazı bulguların tartışılmasında patatesler veya kök sebzeler ile yapılan araştırmalardan yararlanılmıştır.

4.1.Mor Patatesin Kuru Madde Miktarı

Shaari ve arkadaşları 2021 yılında Malezya’da “Anggun” cinsi mor patateslerle yaptıkları çalışmada soyulmuş soyulmamış mor patateslerin kuru ağırlıklarını karşılaştırmıştır. Soyulmuş mor patateslerde kuru ağırlığı ortalama % 21,67 olarak kaydetmişlerdir (Shaari ve diğerleri, 2021). 2022 yılında ise Vaitkevičienė ve arkadaşlarının Almanya’da “Blaue Anneliese” cinsi mor patates yürüttükleri çalışmada mor patatesin kuru madde miktarını incelemişlerdir. Yapılan analizlerde “Blaue Anneliese” çeşidinin kuru madde oranı %21,44 olarak belirlenmiştir (Vaitkevičienė ve diğerleri, 2022). Diğer çalışmalardaki bu kuru madde değerleri, ülkemizde tescil edilen “İlkmor” cinsi mor patatesin soyulmuş halinin kuru madde oranı olan %30,15’e göre düşük kaldığı gözlenmiştir. Burada patatesin hasat zamanından analiz edildiği zamana kadar geçen sürenin kuru madde oranına etki edebileceği düşünülmektedir.

4.2.Mor Patatesin Toplam Fenol İçeriği

Hong ve Koh’nun 2015 yılında yaptıkları çalışmada, geleneksel pişirme yöntemlerinin (fırlama, kaynatma ve buharda pişirme) mor patatesler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çiğ mor patates örneklerinde toplam antosiyanin içeriği yaklaşık 1,591 ve 1,539 µg/g DW iken, pişirme sonrasında bu değerlerde %51 ile %81 arasında önemli azalmalar gözlenmiştir; özellikle fırlama yöntemi %26-42 arasında değişmek üzere en yüksek düşüşü sağlamıştır. Toplam fenolik bileşikler açısından ise, fırlama ve buharda pişirme anlamlı bir değişiklik yaratmazken kaynatma yöntemi ise %5-18’lik azalma ile etkili

olmuştur (Hong ve Koh, 2015). Lemos ve arkadaşlarının 2015 yılında mor majeste patatesleri çalışmışlarında fırınlama, haşlama, mikrodalgada pişirme ve buharda pişirme yöntemleri uyguladıkları mor patateslerdeki toplam fenolik içeriğin çiğ örneğe göre tüm pişmiş örneklerde ciddi anlamda azalma gösterdiği ancak antosiyanin miktarlarının haşlama, mikrodalgada pişirme ve buharda pişirme yöntemlerinde yaklaşık 2 katına çıktığını, fırınlama yönteminde ise sabit kaldığını bildirmişlerdir (Lemos ve diğerleri, 2015). Tian ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışmada, mor iç etli patateslere uygulanan haşlama, buharda pişirme, mikrodalgada pişirme, fırınlama, kızartma, hava kızartma ve az yağda kızartma yöntemlerinin, çiğ patateslerdeki toplam fenolik içeriğe etkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre; haşlama ve buharda pişirme yöntemleriyle toplam fenolik içerikte sırasıyla %7.09 ve %11.93 oranında hafif bir azalma gözlemlenirken, mikrodalgada pişirme yöntemiyle belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Buna karşın, fırınlama, kızartma, hava kızartma ve az yağda kızartma uygulamalarında toplam fenolik içerik sırasıyla %40.51, %14.08, %32.52 ve en yüksek %72.44 oranında azalmıştır (Tian ve diğerleri, 2016).

Literatürde pişirme için kullanılan ısıtma işlemlerinin toplam fenolik içeriği azalttığını gösteren çalışmalara zıt sonuçlar veren çalışmalar da göze çarpmaktadır. Navarre ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptıkları çalışmada, genç mor patates örnekleri üzerinde mikrodalgada pişirme, buharda pişirme, haşlama ve fırında pişirme yöntemlerinin toplam fenolik içerik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çiğ örnekte toplam fenolik içerik 4,16 mg/g DW olarak ölçülmüş olup mikrodalgada pişirme ile 4,35 mg/g DW (%4,6 artış), buharda pişirme ile 4,81 mg/g DW (%15,6 artış), haşlama ile 5,29 mg/g DW (%27,2 artış) ve fırında pişirme ile 6,20 mg/g DW (%49 artış) seviyelerine ulaşılmıştır. Bu artışların, pişirme sırasında patates dokusunun yumuşaması ve hücre duvarlarının parçalanarak fenolik bileşiklerin serbest kalmasının, ekstraksiyon verimliliğini artırması gibi sebeplerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Navarre ve diğerleri, 2006).

Blessington ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptıkları çalışmada, pişirme yöntemlerinin patateslerdeki toplam fenolik içerik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, çiğ patates örnekleri ile kıyaslandığında; fırınlama, kızartma ve mikrodalgada pişirme yöntemleri, sırasıyla yaklaşık %25, %30 ve %35 oranında toplam fenolik içerik artışı sağlamıştır. Buna karşın, kaynatma yöntemiyle pişirilen patateslerde toplam fenolik içerik çiğ örneğe yakın ya da yaklaşık %10 oranında daha düşük seviyelerde seyretmiştir.

Bu veriler, uygulanan kuru ısı yöntemlerinin (fırlama, kızartma ve mikrodalgada pişirme) patates dokusunu yumuşatarak fenolik bileşiklerin serbest kalmasını ve ekstraksiyon verimliliğini artırdığını düşündürmektedir.

Chen ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada, mor tatlı patateslerin mikrodalga ve buhar kombinasyonu ile pişirilmesinde, çiğ örneğe göre toplam fenolik içerikte yaklaşık %26'lık bir artış gözlemlenmiştir. Sadece mikrodalga veya yalnızca buhar yöntemiyle pişirme, bu artışı sağlamada sadece % 2 etkili bulunmuştur. Pişirme sırasında hücresel yapının bozulması ve ilgili enzimlerin inaktivasyonu, fenolik bileşiklerin daha kolay ekstrakte edilmesine katkıda bulunduğu için sonuçların bu şekilde elde edildiği düşünülmektedir (Chen ve diğerleri, 2017).

Phan ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptıkları çalışmada, mor patatesin farklı pişirme yöntemleri (buharda pişirme, fırlama, kabuklu kızartma ve kabuksuz kızartma) altında toplam fenolik içerik ve antosiyanin içeriği incelenmiştir. Çiğ mor patateslerde toplam fenolik içerik 507.73 mg GAE/100 g DW olarak belirlenirken, pişirme sonrasında tüm yöntemlerde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Özellikle kabuklu kızartma yöntemi ile toplam fenolik içerik, yaklaşık %62,7 artışla 826.47 mg GAE/100 g DW'ye ulaşmıştır. Buharda pişirme yöntemi de toplam fenolik içerikte %53,5'lik bir artış sağlayarak 779.64 mg GAE/100 g DW olarak kaydetmiştir. Fırlama (%36,7 artış; 694.09 mg GAE/100 g DW) ve kabuksuz kızartma (%30 artış; 660.18 mg GAE/100 g DW) yöntemlerinde ise artış görece daha az olmuştur. Bu artışlar, pişirme sürecinin bitki dokusunu yumuşatarak fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu kolaylaştırması ve hücre duvarlarının ısı etkisiyle serbest kalmasına bağlı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, tüm pişirme yöntemlerinde antosiyanin içeriği de artmış olup, bu durum pişirmenin besin değerlerini artırabileceğini göstermektedir. Böylece, mor patateslerin pişirme yöntemi seçiminin hem toplam fenolik içerik hem de antosiyanin açısından besin kalitesini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermiştir (Phan ve diğerleri, 2018).

Bu çalışmada, farklı pişirme yöntemlerinin mor patateslerde toplam fenolik madde miktarına etkisi incelenmiş ve elde edilen bulgular literatürde yer alan verilerle karşılaştırılmıştır. Çiğ örneklerde toplam fenolik madde miktarı 111 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Bu referans değere göre, Sıcak hava fritözü ile pişirme yöntemi %45,95, mikrodalgada pişirme %45,05 ve derin yağda kızartma %38,74 oranlarında

fenolik içeriği artırmıştır. Sous-vide yöntemi de %21,62 oranında artış sağlamıştır. Buna karşın fırınlama %9,91 oranında sınırlı bir artış gösterirken, buharda pişirme ve haşlama yöntemleri sırasıyla %7,21 ve %15,32 oranlarında azalmaya neden olmuştur. Bu veriler, özellikle kuru ısı ile gerçekleştirilen pişirme işlemlerinin fenolik bileşiklerin korunmasına ya da serbest kalmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen bazı çalışmalar bu bulguları destekler niteliktedir. Blessington ve arkadaşları (2010), kuru ısı yöntemlerinin (fırınlama, mikrodalga ve kızartma) toplam fenolik içeriği sırasıyla %25, %35 ve %30 oranlarında artırdığını bildirmiştir. Bu çalışmada mikrodalga (%45,05) ve sıcak hava fritözü (%45,95) uygulamalarında gözlenen yüksek artışlar, bu eğilimle büyük ölçüde örtüşmektedir. Benzer şekilde, Navarre ve arkadaşları (2006), çiğ mor patateslerde 4,16 mg/g DW olarak belirlenen toplam fenolik içeriğin mikrodalga (%4,6 artış), buharda pişirme (%15,6), haşlama (%27,2) ve fırınlama (%49) işlemleri sonrası arttığını rapor etmiştir. Bu çalışmada ise mikrodalga ile pişirme sonucu elde edilen %45,05'lik artış Navarre'nin sonuçlarına yakınlık gösterirken; buharda pişirme ve haşlama işlemleriyle elde edilen azalmalar, literatürdeki bu artış eğiliminden ayrılmaktadır. Bununla birlikte Phan ve arkadaşları (2018), mor patateslerde tüm pişirme yöntemlerinin fenolik içeriği artırdığını ve özellikle kabuklu kızartma ile %62,7, buharda pişirme ile %53,5, fırınlama ile %36,7 artış sağlandığını bildirmiştir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında, buharda pişirme ve fırınlamanın bu çalışmada daha düşük etkiler gösterdiği, hatta buharda pişirme yönteminde %7,21 oranında azalma meydana geldiği görülmektedir.

Öte yandan, bazı literatür çalışmalarında pişirme işleminin fenolik madde içeriğini azalttığı da belirtilmiştir. Hong ve Koh (2015) ile Tian ve arkadaşlarının (2016) çalışmaları, özellikle fırınlama ve kızartma yöntemlerinin fenolik bileşikleri %40 ila %72 oranlarında azalttığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise fırınlama ile %9,91 artış ve derin yağda pişirme ile %38,74 artış gözlemlenmiştir; bu sonuçlar söz konusu çalışmalarla çelişmektedir. Benzer şekilde, Lemos ve arkadaşları (2015) da fırınlama hariç tüm pişirme yöntemlerinde fenolik bileşiklerde azalma tespit etmiş, bu yönüyle haşlama ve buharda pişirme işlemleriyle bu çalışmada elde edilen düşüşlerle kısmen örtüşmektedir. Chen ve arkadaşlarının (2017) mikrodalga ve buhar kombinasyonu ile %26'lık fenolik artış bildirmesi, bu çalışmadaki mikrodalga pişirme sonucuyla paralelken, buhar yönteminin bu çalışmada %7,21 azalma göstermesi dikkat çekicidir.

Bu sonuçlar arasındaki farklılıkların birçok nedene bağlı olabileceği düşünülmektedir. Öncelikle kullanılan mor patates çeşidinin genetik farklılıkları ve başlangıçtaki fenolik bileşik miktarı bu değişkenliği etkileyebilir. Ayrıca pişirme süresi, sıcaklık, pişirme ortamının nem durumu (kuru ısı veya nemli ısı), kullanılan ekipmanlar, örnek hazırlama yöntemleri ve toplam fenolik madde tayininde kullanılan analiz teknikleri elde edilen değerleri doğrudan etkileyebilmektedir. Bazı yöntemlerin bitki dokusunu yumuşatarak hücre duvarlarını parçalayarak fenolik bileşiklerin serbest kalmasını ve ekstraksiyon verimliliğini artırması artışları açıklayabilirken, haşlama gibi sulu pişirme yöntemlerinde suya çözünme yoluyla kayıplar meydana gelmesi azalmaların başlıca nedeni olabilir. Bu nedenle pişirme yöntemi seçiminin fenolik madde içeriği açısından belirleyici bir faktör olduğu ve sonuçların birçok değişkene bağlı olarak farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

4.3. Mor Patatesin Antosiyanin İçeriği

2023 yılında Guclu ve arkadaşları beyaz, turuncu ve mor etli tatlı patateslerle yaptıkları çalışmada 3 farklı pişirme yöntemiyle pişirdikleri patateslerin antosiyanin içeriklerini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda mor etli patateslerde en yüksek antosiyanin içeriğinin sous-vide yöntemiyle pişirilen patateslerde 855.9 mg/100 g değeriyle diğer pişirme yöntemlerinden yaklaşık 1.5 kat fazla olduğunu gözlemlemiştir (Guclu ve diğerleri, 2023). Guclu ve arkadaşlarının çalışmasına benzer sonuçlar çalışmamızda görülmektedir. Çalışmamızda sous-vide yöntemiyle pişirilen mor patatesler 325,59 mg C3GE*/100 g değeriyle diğer pişirme yöntemlerinden en az 1.5 kat fazla antosiyanin içeriğiyle öne çıkmaktadır.

D'Amelia ve arkadaşlarının 2022 yılında "Magenta Love", "Violet Queen", "Blue Star" ve "Scano di Montiferro" olmak üzere 4 farklı mor patates cinsi ile çalışmışlardır. Farklı cinslerdeki mor patateslerin çiğ, haşlanmış, mikrodalgada pişirilmiş, fırınlanmış ve kızartılmış örneklerinde antosiyanin içerik incelemiş olup çalışma sonucunda cins fark etmeksizin tüm pişirme yöntemlerinde çiğ örneğe göre daha yüksek antosiyanin miktarlarına ulaşmışlardır. Özellikle mikrodalgada pişmiş "Magenta Love" cinsi patateste çiğ örneğe göre 15 kat fazla antosiyanin miktarı görülmektedir. Bu çalışmada da tüm pişirme yöntemlerinde tespit edilen antosiyanin miktarlarının çiğ örneğe nazaran ciddi derecede yüksek olması bu çalışmayla desteklenir nitelik taşımaktadır.

4.4. Mor Patatesin Antioksidan Aktivite Değerleri

Tian ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışmada, mor patateslerde farklı pişirme yöntemlerinin antioksidan aktivite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada DPPH radikal süpürme aktivitesinin, kaynatma, buharda pişirme, fırınlama ve mikrodalgada pişirme işlemleri sonrasında sırasıyla %7,88, %21,55, %22,48 ve %6,31 oranında azaldığı bildirilmiştir. Buna karşın, karıştırarak kızartma yöntemi antioksidan aktivitede %61,38 gibi önemli bir düşüşe neden olurken, hava ile kızartma yöntemi %30,52 oranında bir artış sağlamıştır. Bu farklılıkların, pişirme yöntemlerinin fenolik bileşikler ve vitamin C içeriği üzerindeki etkilerine bağlı olduğu düşünülmektedir. Korelasyon analizi sonucunda antioksidan aktivitenin toplam fenolik içerik ile yüksek ilişki gösterdiği ortaya konmuştur (Tian ve diğerleri, 2016). Tian ve arkadaşlarının pişirme yöntemlerinin antioksidan aktiviteyi genel olarak düşürdüğü yönündeki sonuçlarına zıt sonuçlar veren çalışmalar da literatürde bir hayli fazladır.

Chen ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada, mor tatlı patateslerin mikrodalga ve buhar kombinasyonu ile pişirilmesinin, çiğ örneklerle karşılaştırıldığında antioksidan aktivite üzerinde belirgin bir artış sağladığı rapor edilmiştir. Çalışmada DPPH, FRAP ve ABTS testleri kullanılarak belirlenen antioksidan kapasitenin, 10 dakika buhar ardından 3 dakika mikrodalga yöntemi ile pişirilen örneklerde en yüksek seviyeye ulaştığı gösterilmiştir. Çiğ örneklerde DPPH radikal süpürme aktivitesi %60,40 iken, pişirme sonrası bu değer %74,29'a yükselmiş; FRAP kapasitesi 0,423 mol FeSO₄/g DW'den 0,594 mol FeSO₄/g DW'ye ulaşmıştır. Benzer şekilde, ABTS testi sonucunda da çiğ örneklere kıyasla %25,64'lük bir artış gözlemlenmiş ve değer %92,28 olarak ölçülmüştür. Bu artışların, pişirme sırasında hücre yapısının parçalanmasıyla birlikte fenolik bileşiklerin ve antosiyaninlerin serbest kalması ve ekstraksiyon verimliliğinin artmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Chen ve diğerleri, 2017).

Ateea ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptıkları çalışmada, Mısır'da yetiştirilen dört farklı tatlı patates çeşidinin (ev tipi pişirme yöntemleriyle (haşlama, fırınlama, mikrodalga ve derin yağda kızartma) işlenmesinin antioksidan aktivite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, DPPH radikal süpürme aktivitesinin çiğ örneklerde 1,10 ile 1,83 µmol Trolox eşdeğeri/g kuru ağırlık arasında değiştiği ve tüm pişirme yöntemleriyle önemli artışlar gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek artış, derin yağda kızartma yöntemiyle elde edilmiş

olup, Monofya 6 çeşidinde antioksidan aktivitenin 6,34 $\mu\text{mol TE/g DW}$ seviyesine yükseldiği bildirilmiştir. ABTS radikal süpürme aktivitesi de benzer bir eğilim göstermiş, çığ örneklerde 0,85-1,51 $\mu\text{mol TE/g DW}$ arasında değişen değerlerin, pişirme sonrasında en fazla derin yağda kızartma yöntemiyle Monofya 6 çeşidinde %755'lik artışla 7,27 $\mu\text{mol TE/g DW}$ seviyesine ulaştığı rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, pişirme işlemlerinin hücrel yapıyı bozarak fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu artırdığını ve antioksidan aktiviteyi yükselttiğini göstermektedir (Atea ve diğerleri, 2012).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, mor patatesten uygulanan farklı pişirme yöntemlerinin toplam antioksidan aktivite üzerine anlamlı etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. CUPRAC yöntemine göre en yüksek antioksidan aktivite mikrodalgada pişirme yöntemiyle (888 $\mu\text{mol TE/100 g}$) elde edilirken, bunu sırasıyla sıcak hava fritözü (875 $\mu\text{mol TE/100 g}$) ve derin yağda kızartma (802 $\mu\text{mol TE/100 g}$) izlemiştir. DPPH yöntemine göre ise mikrodalga pişirme (%65,06) ve sıcak hava fritözü (%63,29) ile pişirme en yüksek antioksidan aktivite değerlerini vermiştir. Bu sonuçlar, pişirme sırasında hücrel yapıların bozulmasıyla fenolik bileşiklerin ve özellikle antosiyaninlerin daha etkin şekilde ekstrakte edilebilmesine bağlanabilir. Çığ örneklerle karşılaştırıldığında, tüm pişirme yöntemlerinde DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivitede belirgin artışlar gözlenmiştir.

Elde edilen bulgular, Chen ve arkadaşlarının (2017) mor tatlı patates üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmayla büyük ölçüde paralellik göstermektedir. Chen ve arkadaşları, mikrodalga ve buharda pişirme kombinasyonunun antioksidan aktiviteyi çığ örneklerle karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da mikrodalga pişirme en yüksek antioksidan aktiviteyi sağlayan yöntemlerden biri olarak belirlenmiştir. Bu durum, her iki çalışmada da pişirme işlemiyle hücrel yapıların parçalanması sonucu fenolik bileşiklerin serbest kalmasının ekstraksiyon verimliliğini artırmasıyla açıklanabilir.

Tian ve arkadaşlarının (2016) çalışmasında ise farklı pişirme yöntemlerinin çoğunun (kaynatma, buharda pişirme, fırınlama ve mikrodalga) DPPH radikal süpürme aktivitesini azalttığı; yalnızca sıcak hava fritözü ile pişirme yönteminin %30,52 oranında artış sağladığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ise mikrodalga, sıcak hava fritözü ve derin yağda pişirme gibi yöntemlerle elde edilen DPPH değerlerinin çığ örneklerle kıyasla yüksek

olması, Tian ve arkadaşlarının sonuçlarından farklılık göstermektedir. Bu farklılık, numune çeşitliliği, pişirme süresi ve sıcaklık gibi metodolojik farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi, CUPRAC ve DPPH gibi yöntemlerin antioksidan kapasiteyi farklı mekanizmalar üzerinden ölçmesinden de kaynaklanabilir.

Ateea ve arkadaşlarının (2012) Mısır'da dört farklı tatlı patates çeşidi ile yürüttükleri çalışmada ise tüm pişirme yöntemlerinin antioksidan aktivitede önemli artışlara neden olduğu ve en yüksek artışın derin yağda kızartma yöntemiyle elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada da derin yağda kızartma yöntemi, CUPRAC yöntemiyle 802 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ değeri ile yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Bu benzerlik, kızartma işleminin hücrel bütünlüğü bozarak biyolojik aktif bileşiklerin serbest kalmasını kolaylaştırdığı hipotezini desteklemektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik gösterirken, bazı yöntemlerde farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Özellikle mikrodalga ve sıcak hava fritözü ile pişirme yöntemleri, birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da antioksidan aktiviteyi artıran etkili pişirme teknikleri olarak öne çıkmaktadır. Literatürde farklı sonuçlar raporlanmış olsa da bu tür farkların genotip, ortam koşulları, kullanılan analiz yöntemleri, pişirme süresi ve sıcaklığı gibi değişkenlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Bu nedenle, pişirme yöntemlerinin mor patatesin fonksiyonel bileşenleri üzerindeki etkilerini daha net anlamak için kontrollü koşullarda yürütülen karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

4.5. Mor Patateste Duyusal Analiz Değerlendirmesi

Bu çalışmada yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre, farklı pişirme yöntemleri arasında en yüksek kabul edilebilirliğe sahip yöntem buharda pişirme olarak belirlenmiştir. Buharda pişirme yöntemi görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni kategorilerinde en yüksek puanları almıştır ($P<0,05$). Koku açısından ise en yüksek puan derin yağda pişirme yönteminde kaydedilmiştir. Mikrodalga ile pişirme ve sous-vide yöntemleri genel olarak en düşük puanları alarak duyusal kabul edilebilirlik açısından en az tercih edilen yöntemler olmuştur. Bu sonuçlar, pişirme yöntemlerinin mor patatesin duyusal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Ogliari ve arkadaşları, 2020 yılında yaptıkları çalışmada çeşitli pişirme yöntemleriyle hazırlanan tatlı patateslerin duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kızartılmış tatlı patateslerin görünüm, aroma, renk, tat ve genel kabul edilebilirlik kategorilerinde fırınlanmış, haşlanmış ve buharda pişirilmiş örneklerle kıyasla anlamlı derecede daha yüksek puan aldığı bildirilmiştir. Ortalama puanlara bakıldığında ise haşlanmış örneklerin diğer yöntemlere göre düşük puan aldığı tespit edilmiştir. Doku alt kategorisinde yine kızartılmış örneklerin mikrodalgada pişirilmiş ve haşlanmış örneklerden anlamlı derecede yüksek puan aldığı sonucuna varılmıştır (Ogliari ve diğerleri, 2020). Bu sonuçların ortaya çıkmasında yağ faktörünün etkisi göz ardı edilmemelidir. Çünkü yağların ağızda hissettirdiği kremamsı, sürülebilir ve akışkan dokunun beyin tarafından yiyecekte alınan haz ve tokluk hissiyle alakalı olduğu bilinmektedir (Guichard ve diğerleri, 2018). Ogliari ve arkadaşlarının çalışmasında kızartma yöntemi tüm kategorilerde en beğenilen yöntem olarak öne çıkarken; bu çalışmada en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı buharda pişirme yöntemine verilmiştir. Kızartma yöntemi (özellikle derin yağda pişirme) ise daha çok koku ve lezzet yönünden öne çıkmış; ancak genel kabul açısından buharda pişirme ile aynı düzeyde ya da daha düşük kalmıştır. Bunun sebebi olarak duyu analizi gerçekleştiren panelistlerin gerek kültürel gerek damak tadı olarak birbirinden farklılaşması ve mor patatesten beklenen duyu profilinin farklı algılanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Caetano ve arkadaşları, 2017 yılında yağda, fırında ve sıcak hava fritözü de olmak üzere 3 farklı pişirme yöntemi ile tatlı patates pişirmiş ve duyu analizlerini gerçekleştirmiştir. Mor kabuklu patateslerde satın alınabilme isteğine bakıldığında sıcak hava fritözü de pişirilen örnekler anlamlı olarak en düşük satın alınma isteğine sahip olarak bulunmuştur (Caetano ve diğerleri, 2017). Buna karşın bizim çalışmamızda bu üç pişirme yöntemi karşılaştırıldığında tüm alt kategorilerde en yüksek puanı derin yağda pişirme yöntemi almış bu yöntemi ise sıcak hava fritözü ile pişirme takip etmiştir. Fırında pişirme yöntemi duyu değerlendirmede oldukça düşük puanlara sahiptir.

Zhang ve arkadaşları 2023 yılında fırında pişirdikleri tatlı patateslerin haşlayarak ve buharda pişirdikleri tatlı patateslerden tat, lezzet ve gevreklik olarak daha iyi puanlar aldığını ancak sertlik alt kategorisinde ise daha düşük puanlar aldığını bildirmiştir. Tüm alt kategorilerde buharda pişirilen örnekler fırında pişirilenlerden daha az haşlananlardan ise daha yüksek puanlar almıştır (Zhang ve diğerleri, 2023). Buna karşın bizim

çalışmamızda fırında pişirilen örnekler en düşük puanları alırken buharda pişirme örnekler en kabul edilebilir yöntem olmuştur. Duyusal analizlerde literatürdeki çalışmalarla benzerliklere az rastlanılmasında ülkemizdeki panelistlerin mor patatesle nispeten yeni tanışıyor olmalarının yanı sıra panelist grubunun yaş, eğitim, beslenme alışkanlıkları ve tat duyarlılığı gibi bireysel farklılıkları da sonuçlarda etkili olabilir. Türkiye'deki katılımcıların geleneksel tatlara olan eğilimi, özellikle buharda pişirme gibi hafif yöntemleri daha çok tercih etmelerine yol açmış olabilir.



BEŞİNCİ BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan vücudunda birçok sağlık zararıyla bilinen ve serbest radikal olarak adlandırılan moleküller bulunabilir. Bu moleküllerin zararlarında kurtulmak için insan vücudunun geliştirmiş olduğu mekanizmalar vardır. Bu mekanizmalarda kilit rol oynayan ve zararlı olan bileşikleri zararsız hale dönüştürmede rol oynayan bileşiklere ise antioksidan bileşikler denilmektedir. Antioksidan bileşiklerin sayıları çok fazladır ve birçok alt kategoriye ayrılıp gruplandırılmışlardır. Çeşidine göre genellikle mavi, mor, kırmızı renk pigmentlerine sahip olan bu bileşiklerin dışarıdan besinlerle alınması sağlıklı bir yaşam sürmek için gereklidir. Antioksidan kaynağı olan besinlerde de genel olarak bu renklere rastlanmaktadır. Ülkemizde de gıda sektöründe yerini yavaş yavaş almaya başlayan ayrıca ülkemize has bir türü yakın tarihte tescillenen mor patates de gerek rengi gerek besin değeriyle ilgi uyandıran bir besin haline gelmiştir. Sebzeler özellikle de nişastalı olanlar diğer sebzeler ve meyvelerden pişirilmeden tüketilebilme özelliği bakımından ayrılmaktadır. Mor patates de çiğ olarak tüketilmesi uygun olmayan ve ısıtılı işlemler neticesinde tüketilebilen bir besindir. Mor patates hem doku özellikleri hem de formundan dolayı birçok pişirme yöntemiyle pişirmeye uygun bir besin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple hem yenilikçi hem de gelenekselleşmiş pişirme yöntemleriyle optimum koşullarda pişirildiğinde içeriğindeki sağlık yararlarıyla bilinen fenolik içerik, antosiyanin içerik, antioksidan aktivitenin ne derece etkilendiğini ve tüketicilerin farklı pişirme yöntemleriyle pişirilmiş mor patatesi tüketme durumlarını değerlendirdiğimiz çalışmamızda sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Soyulmuş çiğ mor patatesin (*Solanum Tuberosum* L.var. İlkmor) kuru madde oranı %30,15 olarak tespit edilmiştir.
- Sıcak hava fritözü ve mikrodalga ile pişirilen mor patateslerin toplam fenolik madde miktarında çiğ örneğe kıyasla %45,95 ve %45,05 oranında artış olmuştur. Bu pişirme yöntemleri en fazla artışın sağlandığı pişirme yöntemi olmuştur. En düşük fenolik madde miktarı ise haşlama yöntemi ile pişirilen mor patatesten gözlenmiştir.
- Antosiyanin içerik çiğ örnekte pişmiş tüm örneklerle kıyasla çok düşük ölçülmüştür.

- Sous-vide, sıcak hava fritözü ve buharda pişirme yöntemler en yüksek antosiyanin değerlerine ulaşılan yöntemler olmuştur. (Çiğ örneğe kıyasla %325,59-%232,49 ve %228,83 artış).
- Toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin miktarları karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde buharda ve sous-vide ile pişirme yöntemlerinde antosiyanin miktarı/fenolik içerik oranının diğer pişirme yöntemlerine nazaran yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Antioksidan aktivite CUPRAC ve DPPH olmak üzere 2 farklı yöntemle değerlendirilmiş olup iki yöntemde de sırasıyla mikrodalga ve sıcak hava fritözü ve derin yağda pişirme yöntemleriyle pişirilen mor patateslerde en yüksek antioksidan aktivite değerleri ölçülmüştür.
- Çiğ örnek, DPPH yönteminde en düşük antioksidan kapasiteye sahipken CUPRAC yönteminde de haşlanarak pişen mor patateslerden sonra en düşük antioksidan aktiviteye sahip olarak bulunmuştur.
- 20 eğitimli panelistle yapılan duyusal analiz sonucunda duyusal analizin 6 alt kategorisinin 5 tanesine (görünüş, renk, doku, lezzet ve genel beğeni) en yüksek puanı buharda pişirme yöntemi almıştır. Derin yağda pişirme, özellikle koku ve lezzet kategorilerinde öne çıkmıştır.
- Duyusal analiz sonucunda tüm kategorilerde 20 analistten alınan puanların toplamına bakıldığında mikrodalgada pişirme yöntemi en düşük toplam puanı almıştır (en yakın pişirme yöntemi mikrodalga ile pişirme yönteminden %16, en fazla puan alan pişirme yöntemi %75,88 daha fazla puan almıştır).

Bu sonuçları etkileyebilecek olup çalışmamız kapsamında değişken olarak alınma imkânı olmayan durumlar gelecek çalışmalara yön gösterici olması açısından aşağıda sıralanmıştır:

- Mor patateslerin hasat zamanı eylül-ekim aylarındadır. Depolama ömrü ise 8-9 ay civarındadır. Depolanan patateslerin depolama koşullarında maruz kaldığı ısı, ışık gibi dış etkenlerin gerek kuru madde oranlarını gerek diğer sonuçları etkileyebileceği düşünüldüğünden bir süre depolanmış ve yeni hasat edilmiş mor patateslerle karşılaştırılmalı çalışması önerilmektedir.

- Mor patatesler pişirme yöntemlerine tabi tutulurken kullanılan pişirme ekipman ve cihazlarının bakım sıklığı, kullanım süresi, markası gibi detayların pişirme boyunca sonuçları etkileyebileceği düşünülmektedir.
- Haşlama yöntemiyle birlikte birçok fenolik bileşiğin suya karışabileceği gözlemlendiğinden bu yönteme alternatif olarak sous-vide yöntemi kullanılabilir.
- Mikrodalga ile pişirme yöntemi antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarını en iyi muhafaza eden yöntem olmasına rağmen duyusal analizde açık ara en düşük puanları almıştır. Bu sebeple tüketicilere bu yöntemle bu özelliklerin korunduğuna dair eğitimler planlanmalıdır.
- Gelecek çalışmalarda duyusal analiz değerlerinin renk analizi ve doku analizi gibi fiziksel parametrelerle birlikte değerlendirilmesi güvenilirliği artıracakı düşünülmektedir.
- Gelecek çalışmalarda birkaç pişirme yönteminin birlikte kullanıldığı kombine pişirme yöntemleri uygulanıp hem sağlık hem de kabul edilebilirlik açısından daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ali Asgar, M. D. (2013). Anti-diabetic potential of phenolic compounds: A review. *International Journal of Food Properties*, 16(1), 91-103.
- Anku, W. W., Mamo, M. A. ve Govender, P. P. (2017). Phenolic compounds in water: sources, reactivity, toxicity and treatment methods. *Phenolic compounds-natural sources, importance and applications*, 12, 419-443.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B. ve Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7), 1496–1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. ve Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970–7981.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Çelik, S. E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160, 413-419.
- Armstrong, G. A. ve McIlveen, H. (2000). Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous vide meat-based recipe dishes. *Food Quality and Preference*, 11(5), 377–385.
- Arslan, M., Xiaobo, Z., Shi, J., Rakha, A., Hu, X., Zareef, M. ve Basheer, S. (2018). Oil uptake by potato chips or French fries: A review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(10), 1800058.
- Atınç, M. ve Kalkan, İ. (2018). Flavonoidler ve sağlık üzerine etkileri. *Aydın Gastronomy*, 2(1), 31-38.
- Austermann, K., Baecker, N., Stehle, P. ve Heer, M. (2019). Putative effects of nutritive polyphenols on bone metabolism in vivo—evidence from human studies. *Nutrients*, 11(4), 871.
- Avan, A. N. (2014). *Polifonilerin tiyoller ve proteinlerle etkileşiminin bazı antioksidan aktivite tayin yöntemlerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Azmi, M.M.Z., Taip, F. S., Mustapa Kamal, S. M. ve Chin, N. L. (2019). Effects of temperature and time on the physical characteristics of moist cakes baked in air fryer. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4616-4624.
- Balasundram, N., Sundram, K. ve Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
- Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15–30.
- Bast, A., Haenen, G. ve Goelmen, J. A. (1991). Oxidants and antioxidants: State of the art. *American Journal of Medicine*, 91(3 Suppl 3), 213.

- Baysal, A. (2004). *Beslenme*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Bembem, K. ve Sadana, B. (2013). Effect of cooking methods on the nutritional composition and antioxidant activity of potato tubers. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 2(4), 26-30.
- Ben Salem, M., Affes, H., Athmouni, K., Ksouda, K., Dhouibi, R., Sahnoun, Z. ve Zeghal, K. M. (2017). Chemicals compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of *Cynara scolymus* leaves extracts, and analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017(1), 4951937.
- Benzie, I.F.F. (2000). Evolution of antioxidant defence mechanisms. *Eur. J. Nutr.*, 39, 53-61.
- Beyhan, Y. (2023). *Toplu beslenme sistemlerinin yönetim ve organizasyonu, genişletilmiş (3. Baskı)*. Ankara: Ankara Nobel Tıp Yayınları.
- Bhandari, M.R., Jong-Anurakkun, N., Hong, G. ve Kawabata, J. (2008). α -Glucosidase and α -amylase inhibitory activities of Nepalese medicinal herb Pakhanbhed (*Bergenia ciliata*, Haw.). *Food Chemistry*, 106, 247 – 252.
- Bizoń, A., Chojdak-Łukasiewicz, J., Budrewicz, S., Pokryszko-Dragan, A., & Piwowar, A. (2023). Exploring the relationship between antioxidant enzymes, oxidative stress markers, and clinical profile in relapsing–remitting multiple sclerosis. *Antioxidants*, 12(8), 1638.
- Blessington, T., Nzaramba, M. N., Scheuring, D. C., Hale, A. L., Reddivari, L. ve Miller, J. C. (2010). Cooking methods and storage treatments of potato: Effects on carotenoids, antioxidant activity, and phenolics. *American Journal of Potato Research*, 87, 479-491.
- Bonina, F.P. ve Leotta, C. (2002). Evaluation of oxidative stress in diabetic patients after supplementation with a standardized red orange extract. *Diabetes Nutr. Metab.*, 15, 14-19
- Bordin, K., Tomihe Kunitake, M., Kazue Aracava, K. ve Silvia Favaro Trindade, C. (2013). Changes in food caused by deep fat frying-A review. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 63(1), 5-13.
- Bors, W., Michel, C. ve Stettmaier, K. (2001). Structure-activity relationships governing antioxidant capacities of plant polyphenols. *Methods in Enzymology*, 335, 166-180.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. ve Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Bråthen, E. ve Knutsen, S. H. (2005). Effect of temperature and time on the formation of acrylamide in starch-based and cereal model systems, flat breads and bread. *Food Chemistry*, 92(4), 693-700.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11), 317-333.

- Burgos, G., Amoros, W., Muñoa, L., Sosa, P., Cayhualla, E., Sanchez, C. ve Bonierbale, M. (2013). Total phenolic, total anthocyanin and phenolic acid concentrations and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes as affected by boiling. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30(1), 6-12.
- Caetano, P. K., Mariano-nasser, F. A. D. C., Mendonça, V. Z. D., Furlaneto, K. A., Daiuto, E. R. ve Vieites, R. L. (2017). Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods. *Food Science and technology*, 38, 434-440.
- Canbolat, C. (2021). ‘‘Pişirme Teknikleri’’, *Temel Mutfak Bilimleri, Ed. Yılmaz Seçim ve Selman Bayrakçı*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Cao, G., Sofic, E. ve Prior, R. L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(11), 3426-3431.
- Cemeroğlu, B. (2013). *Gıda analizleri (3. Baskı)*. Ankara: Bizim Grup Basımevi.
- Cheeseman, K.H. ve Slater, T.F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49(3), 481-493.
- Chen, Y., Xu, Y., Cao, Y., Fang, K., Xia, W. ve Jiang, Q. (2017). Combined effect of microwave and steam cooking on phytochemical compounds and antioxidant activity of purple sweet potatoes. *Food Science and Technology Research*, 23(2), 193-201.
- Choe, E. ve Min, D. B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*, 72(5), R77-R86.
- Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B. ve Lee, J. (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99(2), 381-387.
- Chu, Y. H., Chang, C. L. ve Hsu, H. F. (2000). Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 80, 561-566.
- Cuevas, A., Saavedra, N., Salazar, L. A. ve Abdalla, D. S. (2013). Modulation of immune function by polyphenols: possible contribution of epigenetic factors. *Nutrients*, 5(7), 2314-2332.
- D’Amelia, V., Sarais, G., Fais, G., Dessi, D., Giannini, V., Garramone, R., ... Melito, S. (2022). Biochemical characterization and effects of cooking methods on main phytochemicals of red and purple potato tubers, a natural functional food. *Foods*, 11(3), 384.
- Dağ, A. (2006). *Yiyecek içecek işletmelerinde standart tarifeler maliyet ve hijyen kontrolü*. Ankara: Meteksan Yayıncılık.
- Davalli, P., Rizzi, F., Caporali, A., Pellacani, D., Davoli, S., Bettuzzi, S., ... D’Arca, D. (2012). Anticancer activity of green tea polyphenols in prostate gland. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2012(1), 984219.
- Deußer, H., Guignard, C., Hoffmann, L. ve Evers, D. (2012). Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. *Food Chemistry*, 135(4), 2814-2824.

- Devasagayam, T. P. A., Tilak, J. C., Bloor, K. K., Sane, K. S., Ghaskadbi, S. S. ve Lele, R. D. (2004). Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Japi*, 52(794804), 4.
- Devseren, E., Tomruk, D., Koç, M. ve Kaymak-Ertekin, F. (2016). Vakum altında kızartma işleminin gıda ve kızartma yağı kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(1), 43-53.
- Dogruyol, H. ve Mol, S. (2017). Effect of irradiation on shelflife and microbial quality of cold-stored sous-vide mackerel fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12804.
- Dudarić, L., Fužinac-Smojver, A., Muhvić, D. ve Giacometti, J. (2015). The role of polyphenols on bone metabolism in osteoporosis. *Food Research International*, 77, 290-298.
- Ebrahimi, A. ve Schluesener, H. (2012). Natural polyphenols against neurodegenerative disorders: potentials and pitfalls. *Ageing Research Reviews*, 11(2), 329-345.
- Erarslan, N. (2020). *Piştirme Yöntemleri*. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ezekiel, R., Singh, N., Sharma, S. ve Kaur, A. (2013). Beneficial phytochemicals in potato—a review. *Food Research International*, 50(2), 487-496.
- Fang, H., Yin, X., He, J., Xin, S., Zhang, H., Ye, X., ... ve Tian, J. (2022). Cooking methods affected the phytochemicals and antioxidant activities of potato from different varieties. *Food Chemistry: X*, 14, 100339.
- Fang, Y. Z., Yang, S. ve Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*. 18(10), 872-879.
- Feng, X., Li, M., Liu, H., Higgins, P. B., Tang, Y., Cao, Y., ... Ge, S. (2020). Reduced postprandial serum triglyceride after a meal prepared using hot air frying: A randomized crossover trial. *NFS Journal*, 19, 1-8.
- Geleijnse, J. M. ve Launer, L. J. (2002). Inverse association of tea and flavonoid intakes with incident of myocardial infarction: the rotterdam study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 75, 880-886.
- Gensler, H. L., Timmermann, B. N., Valcic, S., Wächter, G. A., Dorr, R., Dvorakova, K. ve Alberts, D. S. (1996). Prevention of photocarcinogenesis by topical administration of pure epigallocatechin gallate isolated from green tea. *Nutrition and Cancer*. 26, 325-335.
- Gill, A. O. ve Holley, R. A. (2006). Disruption of Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Lactobacillus sakei cellular membranes by plant oil aromatics. *International Journal of Food Microbiology*, 108(1), 1-9.
- Gökdemir, A. (2012). *Piştirme yöntemleri ve teknikleri*. (2.Baskı). Ankara: Detay yayıncılık.
- Grussu, D., Stewart, D. ve McDougall, G. J. (2011). Berry polyphenols inhibit α -amylase in vitro: Identifying active components in rowanberry and raspberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 2324 – 2331
- Guclu, G., Dagli, M. M., Aksay, O., Keskin, M., Kelebek, H. ve Selli, S. (2023). Comparative elucidation on the phenolic fingerprint, sugars and antioxidant

- activity of white, orange and purple-fleshed sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) as affected by different cooking methods. *Heliyon*, 9(8).
- Guichard, E., Galindo-Cuspinera, V. ve Feron, G. (2018). Physiological mechanisms explaining human differences in fat perception and liking in food spreads-a review. *Trends in Food Science & Technology*, 74, 46-55.
- Güler S. M ve Bilici, S. (2017). Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-12.
- Güleşci, N. ve Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- Güleşci, N. ve Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- Güven, E. Ç., Otkun, G. T. ve Boyacıoğlu, D. (2010). Flavonoidlerin biyoyararlılığını etkileyen faktörler. *Gıda*, 35(5), 387-394.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford: Oxford university press.
- Harborne, J. B. ve Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481-504.
- Hayashi, K., Hibasami, H., Murakami, T., Terahara, N., Mori, M. ve Tsukui, A. (2006). Induction of apoptosis in cultured human stomach cancer cells by potato anthocyanins and its inhibitory effects on growth of stomach cancer in mice. *Food Science and Technology Research*, 12(1), 22-26.
- Heredia, A., Castelló, M. L., Argüelles, A. ve Andrés, A. (2014). Evolution of mechanical and optical properties of French fries obtained by hot air-frying. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2), 755-760.
- Hong, K. H. ve Koh, E. (2016). Effects of cooking methods on anthocyanins and total phenolics in purple-fleshed sweet potato. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5), 1054-1063.
- Huang, D., Ou, B. ve Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Huang, Y. C., Chang, Y. H. ve Shao, Y. Y. (2006). Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chemistry*, 98(3), 529-538.
- Hughes, D. A. (2000). Dietary antioxidants and human immune function. *Brit. Nutr. Foundation Nutr. Bulletin*, 25, 35-41.
- Hurtado-Fernández, E., Gómez-Romero, M., Carrasco-Pancorbo, A. ve Fernández-Gutiérrez, A. (2010). Application and potential of capillary electroseparation methods to determine antioxidant phenolic compounds from plant food material. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 53(5), 1130-1160.
- Iborra-Bernad, C., Tárrega, A., García-Segovia, P. ve Martínez-Monzó, J. (2014). Comparison of vacuum treatments and traditional cooking using instrumental and sensory analysis. *Food Analytical Methods*, 7(2), 400-408.

- Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P. ve Martínez-Monzó, J. (2015). Physico-chemical and structural characteristics of vegetables cooked under sous-vide, cook-vide, and conventional boiling. *Journal of Food Science*, 80(8), E1725–E1734.
- Jeon, I. H., Kim, H. S., Kang, H. J., Lee, H. S., Jeong, S. I., Kim, S. J. ve Jang, S. I. (2014). Anti-inflammatory and antipruritic effects of luteolin from Perilla (*P. frutescens* L.) leaves. *Molecules*, 19(6), 6941-6951.
- Jeong, S. M., Kim, S. Y., Kim, D. R., Jo, S. C., Nam, K. C., Ahn, D. U. ve Lee, S. C. (2004). Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3389-3393.
- Kalender, M. (2017). Makine sıva alçısının ince tabaka infrared kuruma kinetiği, karakteristiği ve modellenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(1), 285–291.
- Kaplan, M. ve Hayek, T. (2001). Pomogranate juice supplementation to atherosclerotic mice reduces macrophage lipid peroxidation, cellular cholesterol accumulation and development of atherosclerosis. *J. Nutr.* 131, 2082-2089.
- Kaume, L., Gilbert, W., Smith, B. J. ve Devareddy, L. (2015). Cyanidin 3-O- β -D-glucoside improves bone indices. *Journal of Medicinal Food*, 18(6), 690–697.
- Kaur, C. ve Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(2), 153-161.
- Kaur, C. ve Kapoor, H.C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 36, 703
- Kawakami, K., Aketa, S., Nakanami, M., Iizuka, S. ve Hirayama, M. (2010). Major water-soluble polyphenols, proanthocyanidins, in leaves of persimmon (*Diospyros kaki*) and their α -amylase inhibitory activity. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74(7), 1380-1385.
- Kılınç, K. ve Kılınç, A. (2002). Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33(2), 110-118.
- Kim, H. W., Kim, J. B., Cho, S. M., Chung, M. N., Lee, Y. M., Chu, S. M., ... ve Lee, D. J. (2012). Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. *Food Chemistry*, 130(4), 966–972.
- King, A. ve Young, G. (1999). Charecteristics and occurence of phenolic phytochemicals. *J.A.D.A.*, 99, 213-218.
- Koç, M., Baysan, U., Devseren, E., Okut, D., Atak, Z., Karataş, H. ve Kaymak-Ertekin, F. (2017). Effects of different cooking methods on the chemical and physical properties of carrots and green peas. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 42, 109-119.
- Konak, Ü. İ., Certel, M. ve Helhel, S. (2009). Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 20-31.
- Kuraoka, I., Robins, P., Masutani, C., Hanaoka, F., Gasparutto, D., Cadet, J., ... Lindahl, T. (2001). Oxygen free radical damage to DNA: Translesion synthesis by human DNA polymerase η and resistance to exonuclease action at cyclopurine

- deoxynucleoside residues. *Journal of Biological Chemistry*, 276(52), 49283-49288.
- Labennsky, S. R. ve Hause, A. M. (1999). *On cooking- A textbook of culinary fundamentals. (2. baskı). Chapter 9: "Principles of cooking"*. New Jersey:Prentice Hall.
- Lachman, J., Hamouz, K., Musilová, J., Hejtmánková, K., Kotíková, Z., Pazderů, K., ... Cimr, J. (2013). Effect of peeling and three cooking methods on the content of selected phytochemicals in potato tubers with various colour of flesh. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1189-1197.
- Lal, M. K., Luthra, S. K., Paul, V., Singh, M. P., Raigond, P., Singh, B. ve Pandey, R. (2021). Purple potato and its health benefits. *Indian Food Industry Mag*, 3(6), 20-29.
- Lemos, M. A., Aliyu, M. M. ve Hungerford, G. (2015). Influence of cooking on the levels of bioactive compounds in Purple Majesty potato observed via chemical and spectroscopic means. *Food Chemistry*, 173, 462-467.
- Li, A. N., Li, S., Zhang, Y. J., Xu, X. R., Chen, Y. M. ve Li, H. B. (2014). Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, 6(12), 6020-6047.
- Lindley, M. G. (1998). The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 9(8-9), 336-340.
- Luo, Y., Shang, P. ve Li, D. (2017). Luteolin: a flavonoid that has multiple cardio-protective effects and its molecular mechanisms. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 692.
- Mahmoud, A. M., Ashour, M. B., Abdel-Moneim, A. ve Ahmed, O. M. (2012). Hesperidin and naringin attenuate hyperglycemia-mediated oxidative stress and proinflammatory cytokine production in high fat fed/streptozotocin-induced type 2 diabetic rats. *Journal of Diabetes and its Complications*, 26(6), 483-490.
- Marchiosi, R., dos Santos, W. D., Constantin, R. P., de Lima, R. B., Soares, A. R., Finger-Teixeira, A., ... Ferrarese-Filho, O. (2020). Biosynthesis and metabolic actions of simple phenolic acids in plants. *Phytochemistry Reviews*, 19, 865-906.
- Marin-Recinos, M. F. ve Pucker, B. (2024). Genetic factors explaining anthocyanin pigmentation differences. *BMC Plant Biology*, 24(1), 627.
- Matsuo, S., Nakamura, Y., Takahashi, M., Ouchi, Y., Hosoda, K., Nozawa, M. ve Kinoshita, M. (2001). Effect of red wine and ethanol on production of nitric oxide in healthy subjects. *Am J Cardiol*, 87, 1029-1031, A6.
- McGEE, H. (2004). *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*, New York: Scribner.
- Meral, R. (2017). Farklı sıcaklık derecelerinin uşkun bitkisinin antioksidan aktivitesi ve fenolik profili üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 88-94.
- Minatel, I. O., Borges, C. V., Ferreira, M. I., Gomez, H. A. G., Chen, C. Y. O. ve Lima, G. P. P. (2017). Phenolic compounds: Functional properties, impact of processing and bioavailability. *Phenolic Compd. Biol. Act*, 8, 1-24.

- Moriwaki, S., Suzuki, K., Muramatsu, M., Nomura, A., Inoue, F., Into, T. ve Niida, S. (2014). Delphinidin, one of the major anthocyanidins, prevents bone loss through the inhibition of excessive osteoclastogenesis in osteoporosis model mice. *PLoS One*, 9(5), e97177.
- Mukhtar, H. ve Ahmad, N. (2000). Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. *Am. J. Clin. Nutr.*, 71(supp), 1698s-1720s.
- Muscolo, A., Mariateresa, O., Giulio, T. ve Mariateresa, R. (2024). Oxidative stress: the role of antioxidant phytochemicals in the prevention and treatment of diseases. *International journal of molecular sciences*, 25(6), 3264.
- Mutlu, A. S. ve Sandıkcı, M. (2024). Farklı pişirme yöntemlerine göre tabak artışı oluşumu: Afyon Kocatepe Üniversitesi merkez yemekhane örneği. *The Journal of Academic Social Science*, 85(85), 520-538.
- Myhrvold, N. (2011). The art in gastronomy: A modernist perspective. *Gastronomica: The Journal of Food and Culture*, 11(1), 13-23.
- Nacz, M. ve Shahidi, F. (2006). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1523–1542.
- Nandasiri, R., Semenko, B., Wijekoon, C. ve Suh, M. (2023). Air-frying is a better thermal processing choice for improving antioxidant properties of brassica vegetables. *Antioxidants*, 12(2), 490.
- Narra, F., Piragine, E., Benedetti, G., Ceccanti, C., Florio, M., Spezzini, J., ... Guidi, L. (2024). Impact of thermal processing on polyphenols, carotenoids, glucosinolates, and ascorbic acid in fruit and vegetables and their cardiovascular benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(6), e13426.
- Navarre, D. A., Shakya, R., Holden, J. ve Kumar, S. (2010). The effect of different cooking methods on phenolics and vitamin C in developmentally young potato tubers. *American Journal of Potato Research*, 87, 350-359.
- Nemš, A., Peška, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., Kita, A., Drożdż, W. ve Hamouz, K. (2015). Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172, 175-
- Ng, Z. X., Chai, J. W. ve Kuppusamy, U. R. (2011). Customized cooking method improves total antioxidant activity in selected vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(2), 158-163.
- Noad, R. L., Rooney, C., McCall, D., Young, I. S., McCance, D., McKinley, M. C., ... McKeown, P. P. (2016). Beneficial effect of a polyphenol-rich diet on cardiovascular risk: a randomised control trial. *Heart*, 102(17), 1371-1379.
- Oertel, A., Matros, A., Hartmann, A., Arapitsas, P., Dehmer, K. J. Martens, S. ve Mock, H. P. (2017). Metabolite profiling of red and blue potatoes revealed cultivar and tissue specific patterns for anthocyanins and other polyphenols. *Planta*, 246, 281–297.
- Ogliari, R., Soares, J. M., Teixeira, F., Schwarz, K., da Silva, K. A., Schiessel, D. L. ve Novello, D. (2020). Chemical, nutritional and sensory characterization of sweet

- potato submitted to different cooking methods. *Int. J. Res. Granthaalayah*, 8, 147-156.
- Ombra, M. N., Fratianni, F., Granese, T., Cardinale, F., Cozzolino, A. ve Nazzaro, F. (2015). In vitro antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activities of purple potato extracts (*Solanum tuberosum* cv Vitelotte noire) following simulated gastro-intestinal digestion. *Natural Product Research*, 29(11), 1087-1091.
- Ozcan, T., Akpınar-Bayazit, A., Yılmaz-Ersan, L. ve Delikanlı, B. (2014). Phenolics in Human Health. *Int J Chem Eng Appl*, 5(5), 393–6.
- Ötünçtemur, A., Çakır, S. S, Polat, E. C. ve Özbek, E. (2012). Varikosel ve oksidatif stres. *Türkiye Klinikleri J Urology-Special Topic*, 5(3), 25-37.
- Özdemir, B. (2020). Gastronomi akımlarında sağlıklı mor yiyecekler. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 3(1), 16-30.
- Perla, V., Holm, D. G. ve Jayanty, S. S. (2012). Effects of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in potato tubers. *LWT-Food Science and Technology*, 45(2), 161-171.
- Peterson, J. ve Dwyer, J. (1998). Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition research*, 18(12), 1995-2018.
- Pham-Huy, L.A., He, H. ve Pham-Huyc, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci*. 4(2), 89-96.
- Phan, K. T. L., Chittrakorn, S., Tai, H. P. ve Ruttarattamongkol, K. (2018). Effects of cooking methods on the changes of total anthocyanins, phenolics content and physical characteristics of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) grown in Vietnam. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 8, 227-233.
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B. ve Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30, 11-26.
- Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63(7), 1035-1042.
- Polat, B. (2012). *Kayseri ve çevresinde yetişen bazı yabancı meyvelerin biyoaktif özelliklerinin araştırılması*. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Prior, R. L. (2003). Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78,570-578.
- Procházková, D., Boušová, I. ve Wilhelmová, N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*, 82(4), 513-523.
- Rao, Y. K., Geethangili, M., Fang, S. H. ve Tzeng, Y. M. (2007). Antioxidant and cytotoxic activities of naturally occurring phenolic and related compounds: a comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 45(9), 1770-1776.
- Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L. ve Zhang, L. (2003). Flavonoids: promising anticancer agents. *Medicinal Research Reviews*, 23(4), 519-534.

- Rendina, E., Hembree, K. D., Davis, M. R., Marlow, D., Clarke, S. L., Halloran, B. P., ... & Smith, B. J. (2013). Dried plum's unique capacity to reverse bone loss and alter bone metabolism in postmenopausal osteoporosis model. *PloS One*, 8(3), e60569.
- Rumm-Kreuter, D. ve Demmel, I. (1990). Comparison of vitamin losses in vegetables due to various cooking methods. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 36(4-SupplementI), 7-15.
- Salekzamani, S., Ebrahimi-Mameghani, M. ve Rezazadeh, K. (2019). The antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus*): A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Phytotherapy Research*, 33(1), 55-71.
- Santhakumar, A. B., Bulmer, A. C. ve Singh, I. (2014). A review of the mechanisms and effectiveness of dietary polyphenols in reducing oxidative stress and thrombotic risk. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 27(1), 1-21.
- Sarma, A.D., Mallick, A.R. ve Ghosh, A.K. (2010). Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. *Int J Pharm Sci Res*. 1(3), 185-192.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C. ve Remesy, C. (2005). Dietary polyphenols and prevention of diseases. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, 45, 287-306.
- Sen, S., Chakraborty, R. ve Sridhar, C. (2010). Free radicals, anti-oxidants, diseases and phytomedicines: Current status and future prospect. *Int J Pharm Sci Res*. 3(1), 91-100.
- Shaari, N., Shamsudin, R., Nor, M. Z. M. ve Hashim, N. (2021). Quality attributes of Malaysia purple-fleshed sweet potato at different peel condition. *Agronomy*, 11(5), 872.
- Shaker, M. A. (2014). Air frying a new technique for produce of healthy fried potato strips. *J. Food Nutr. Sci*, 2(4), 200-206.
- Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N. ve Jayaprakasha, G. K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (**Punica granatum**) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81-86.
- Soares, A., Carrascosa, C. ve Raposo, A. (2017). Influence of different cooking methods on the concentration of glucosinolates and vitamin C in broccoli. *Food and Bioprocess Technology*, 10, 1387-1411.
- Sobukola, O. P., Awonorin, S. O., Sanni, L. O. ve Bamiro, F. O. (2008). Optimization of blanching conditions prior to deep fat frying of yam slices. *International Journal of Food Properties*, 11(2), 379-391.
- Soobrattee, M. A. ve Neergheen, V. S. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism of actions. *Mut. Res.*, 579, 200-213.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2020). *Patates (Solanum tuberosum L .)* Erişim adresi: www.tarimorman.gov.tr Erişim tarihi: 11.09.2024
- Tayar, M., Hecer, C (2016). *Hazır yemek sistemleri*, Ankara: Dora Yayıncılık.
- Tewari, A., Israni, K. ve Tolani, M. (2015). Air Fryer using Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.

- Thompson, M. D., Thompson, H. J., McGinley, J. N., Neil, E. S., Rush, D. K., Holm, D. G. ve Stushnoff, C. (2009). Functional food characteristics of potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.): phytochemical composition and inhibition of 1-methyl-1-nitrosourea induced breast cancer in rats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 571-576.
- Tian, J., Chen, J., Lv, F., Chen, S., Chen, J., Liu, D. ve Ye, X. (2016). Domestic cooking methods affect the phytochemical composition and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes. *Food Chemistry*, 197, 1264-1270.
- Tomé-Carneiro, J. ve Visioli, F. (2016). Polyphenol-based nutraceuticals for the prevention and treatment of cardiovascular disease: Review of human evidence. *Phytomedicine*, 23(11), 1145-1174.
- Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D., Giammanco, S. ve La Guardia, M. (2005). The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition Research Reviews*, 18(1), 98-112
- Uçgun, D. (2019). *Yetişkinler için yiyecek hazırlama ve pişirme becerileri ölçeğinin geliştirilmesi ve incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Ukom, A. N., Ezeama, C. F., Ortiz, D. O., Aragon, I. J. ve Ojmelukwe, P. C. (2014). Influence of cooking methods on phenolic and antioxidant activity of yams (*Dioscorea* spp.) and cocoyam (*Xanthoma maffs*) tuber extracts. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(5). ISSN: 2321-1571.
- Vadivel, V. ve Biesalski, H. K. (2011). Contribution of phenolic compounds to the antioxidant potential and type II diabetes related enzyme inhibition properties of *Pongamia pinnata* L. Pierre seeds. *Process Biochemistry*, 46(10), 1973-1980.
- Vaitkevičienė, N., Jarienė, E., Kulaitienė, J. ve Levickienė, D. (2022). The physico-chemical and sensory characteristics of coloured-flesh potato chips: Influence of cultivar, slice thickness and frying temperature. *Applied Sciences*, 12(3), 1211.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M. ve Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.
- Wang, P. P., Zhu, X. F., Yang, L., Liang, H., Feng, S. W. ve Zhang, R. H. (2012). Puerarin stimulates osteoblasts differentiation and bone formation through estrogen receptor, p38 MAPK, and Wnt/ β -catenin pathways. *Journal of Asian Natural Products Research*, 14(9), 897-905.
- Xie, J. ve Schaich, K. M. (2014). Re-evaluation of the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical (DPPH) assay for antioxidant activity. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 62(19), 4251-4260.
- Xu, B. ve Chang, S. K. (2008). Total phenolics, phenolic acids, isoflavones, and anthocyanins and antioxidant properties of yellow and black soybeans as affected by thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7165-7175.
- Yang, C. S., Landau, J. M. ve Huang, M. T. (2001). Newmark, H.L., Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Ann. Rev. Nutr.*, 21, 381-406.

- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17, 143-153.
- Zaghi, A. N., Barbalho, S. M., Guiguer, E. L. ve Otoboni, A. M. (2019). Frying process: From conventional to air frying technology. *Food Reviews International*, 35(8), 763-777.
- Zhang, D. ve Hamauzu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88(4), 503-509.
- Zhang, L., Zhou, J., Liu, H., Khan, M. A., Huang, K. ve Gu, Z. (2012). Compositions of anthocyanins in blackberry juice and their thermal degradation in relation to antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 235, 637-645.
- Zhang, R., Chen, H., Chen, Y., Tang, C., Jiang, B. ve Wang, Z. (2023). Impact of different cooking methods on the flavor and chemical profile of yellow-fleshed table-stock sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* L.). *Food Chemistry: X*, 17, 100542.
- Zhang, Z. Q., He, L. P., Liu, Y. H., Liu, J., Su, Y. X. ve Chen, Y. M. (2014). Association between dietary intake of flavonoid and bone mineral density in middle aged and elderly Chinese women and men. *Osteoporosis International*, 25(10), 2417–2425

EK 1. DUYUSAL ANALİZ FORMU

MOR PATATES DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form, “Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (*Solanum tuberosum* L. cv. 'Purple Majesty') Fenolik Bileşik ve Antioksidan Aktivite Değerleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışmasında 7 farklı pişirme yöntemiyle hazırlanan mor patates örneklerinin duyu özelliklerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Değerlendirme, aşağıda belirtilen duyu kriterlere göre yapılacaktır:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 9. Mükemmel | 4. Ortanın altı |
| 8. Çok iyi | 3. Kötü |
| 7. İyi | 2. Çok kötü |
| 6. Ortanın üstü | 1. Son derece kötü |
| 5. Orta | |

Örnek kodu	Görünüş	Renk	Koku	Doku	Lezzet	Genel beğeni
128						
256						
592						
329						
704						
619						
431						

Panelist adı:

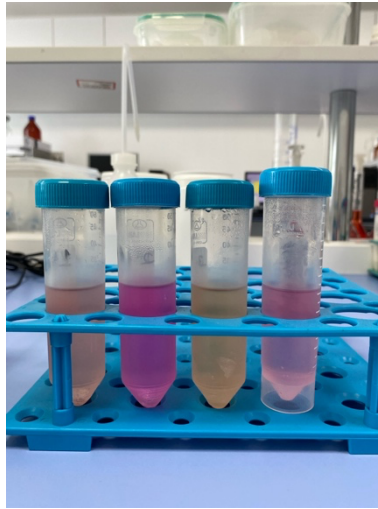
Tarih:

EK NOTLAR:

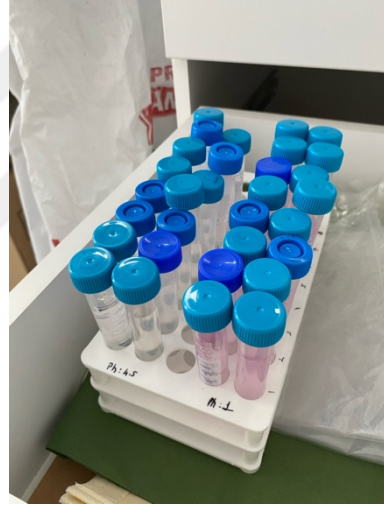
EK 2. MOR PATATESLERİN HAZIRLANMASI SÜRECİNDEN FOTOĞRAFLAR




EK 3. EKSTRAKSİYON SÜRECİNDEN FOTOĞRAFLAR



EK 4. ANALİZ SÜREÇLERİNDEN FOTOĞRAFLAR



EK 5. ETİK KURUL/KOMİSYON İZİNİ/MUAFİYETİ

	T.C. İSTANBUL NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ ETİK KURULU		Evrak Tarihi 06.02.2025
			Evrak Numarası 20250206-5
<p>Sayın Erkan Kahraman beslenme ve diyetetik</p> <p>İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Etik Kurulu Başkanlığına incelenmek üzere başvurmuş olduğunuz “Çeşitli Pişirme Yöntemlerinin Mor Patatesin (Dioscorea Alata) Fenolik Bileşik Ve Antioksidan Aktivite Değerleri Üzerindeki Etkisi” başlıklı çalışmanız, 06.02.2025 tarihli SBETKK2025-02 numaralı etik kurul toplantısında değerlendirilmiştir. Sağlık Bilimler Etik Kurulumuz tarafından yapacağınız araştırmanın etik açıdan uygunluğuna oy birliğiyle karar verilmiştir.</p> <p>Bilgilerinize rica ederim.</p> <p style="text-align: right;">Prof. Dr. Emrah İPEK Sağlık Bilimleri Etik Kurul Başkanı</p>			
BAŞVURU BİLGİLERİ			
Araştırmacı(lar)	Erkan Kahraman	Başvuru Tarihi	23/01/2025
Danışman/Yürütücü		Araştırma Türü	Duyusal Analiz Çalışması
Program/Alan	beslenme ve diyetetik	Etik kurul Toplantı Tarihi	06.02.2025
Çalışma Niteliği	Lisansüstü Tezi	Etik Kurul Karar No	SBETKK2025-02

Doküman No: LE.FR.17 / Yayın Tarihi: 13.02.2023 / Revizyon Tarihi: - / Revizyon No: 00