

**TRAKYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN
BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNİN
ÇEKİRDEKLERİNDEN ELDE EDİLEN
YAĞLARIN VE FENOLİK EKSTRAKTLARININ
ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ
Recep GÜNEŞ**

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY
2017**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TRAKYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI ELMA
ÇEŞİTLERİNİN ÇEKİRDEKLERİNDEN ELDE EDİLEN YAĞLARIN
VE FENOLİK EKSTRAKTLARININ ANTİMİKROBİYAL VE
ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Recep GÜNEŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. ŞEFİK KURULTAY

TEKİRDAĞ - 2017

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Şefik KURULTAY danışmanlığında Recep GÜNEŞ tarafından hazırlanan “Trakya Yöresinde Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Çekirdeklerinden Elde Edilen Yağların ve Fenolik Ekstraktlarının Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

İmza:

Üye: Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Harun URAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRAKYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNİN ÇEKİRDEKLERİNDEN ELDE EDİLEN YAĞLARIN VE FENOLİK EKSTRAKTLARININ ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Recep GÜNEŞ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

Bu araştırmada Trakya yöresinde yetiştirilen ticari öneme sahip 5 farklı elma çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen yağların ve yağı alınmış posanın antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Öncelikle elmaların uygun ticari hasat olgunluğunda olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla elmalarda meyve eti sertliği tayini ve suda çözünür kuru madde miktarı analizi yapılmıştır. Hasat olgunluğundaki elmalar toplandıktan sonra, çeşitler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla ortalama taze meyve ağırlığı, ortalama çekirdek adedi, toplam taze çekirdek ağırlığı, bir adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı, ortalama taze çekirdek eni ve boyu gibi çeşitli pomolojik analizler yapılmıştır. Ardından çeşide göre elde edilen çekirdekler 55°C'de 5 saat kurutularak çekirdeklere kuru madde, ham kül, ham yağ ve yağsız posada ham protein analizleri yapılmıştır. Bu analizler neticesinde elma çekirdeklerinde kuru madde miktarının % 89.608-92.265 arasında, ham kül miktarının %3.581-4.060 arasında, ham yağ miktarının %21.882-27.643 arasında ve yağsız posadaki ham protein miktarının % 48.895-52.705 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çekirdek yağlarından ve yağsız posadan hazırlanan metanolik ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu, antioksidan aktivite analizleri ise DPPH ve ABTS yöntemleri ile belirlenmiştir. Bu analizler sonucunda yağı alınmış elma çekirdeği posalarındaki ve çekirdek yağlarındaki toplam fenolik madde miktarı, DPPH• ve ABTS•+ radikal yakalama kapasiteleri sırasıyla 2861-5141 mg GAE/kg posa ve 630.66-947.33 mg GAE/kg yağ, 21.447-43.562 µmol Troloks/g posa ve 6.254-12.883 µmol Troloks/g yağ, 291.500-391.797 µmol Troloks/g posa ve 54.784-93.128 µmol Troloks/g yağ olarak belirlenmiştir. Posaların fenolik madde profilini belirlemeye yönelik yapılan HPLC analizinde ise floridzin bileşiğinin (1748.650-3462.157 mg/kg kuru madde) baskın fenolik olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite testlerinin yanı sıra hem çekirdek yağlarından hem de yağı alınmış posadan hazırlanan metanolik ekstraktların bazı Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler üzerinde antimikrobiyal aktivite sergilediği saptanmıştır. Aynı zamanda ekstraktların içerdiği fenolik bileşik miktarı ile antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri arasında kayda değer oranlarda korelasyon varlığı tespit edilmiştir. Çalışmamız neticesinde elma çekirdeklerinden elde edilen ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal bileşiklerin potansiyel ve doğal bir kaynağı olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, antioksidan aktivite, elma çekirdeği, fenolik maddeler

2017, 91 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF OILS AND PHENOLIC EXTRACTS OF SEEDS OBTAINED FROM SOME APPLE VARIETIES GROWN IN THRACE REGION, TURKEY

Recep GÜNEŞ

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

In this research, antioxidant and antimicrobial activities of oils and defatted materials of seeds obtained from 5 different commercial apple cultivars grown in Thrace region were investigated. Firstly, in order to determine whether the apples are in appropriate commercial harvest condition, fruit firmness test and water soluble solid content analysis were done. After the apples in the appropriate harvest maturity were collected, in order to reveal the differences between the varieties various pomological analyzes were carried out, such as average fresh fruit weight, average seed number, total fresh seed weight, average weight of one fresh seed, average fresh seed width and height. Then, the seeds were dried at 55 °C for 5 hours, and dry matter, crude ash, crude oil and crude protein of defatted seed material analyzes were performed. As a result of these analyzes, it was determined that the amount of dry matter in apple seed ranged from % 89.608 to 92.265, the amount of crude ash ranged from % 3.581 to 4.060, the amount of crude oil ranged from % 21.882-27.643, and the amount of crude protein of defatted seed material ranged from % 47.895 to 52.705. Total phenolic content of methanolic extracts prepared from seed oils and defatted seed materials was measured by the Folin-Ciocalteu method and antioxidant activity analyzes were determined by the DPPH and ABTS assays. As a result of these analyzes, total amount of phenolic substance, DPPH• and ABTS•+ radical scavenging capacity of defatted seed material and seed oils were determined as 2861-5141 mg GAE/kg defatted seed and 630.66-947.33 mg GAE/kg oil, 21.447-43.562 µmol Trolox/g defatted seed and 6.254-12.883 µmol Trolox/g oil, 291.500-391.797 µmol Trolox/g defatted seed and 54.784-93.128 µmol Trolox/g oil, respectively. In the HPLC analysis for determining the phenolic substance profile of the defatted seed materials, it was determined that the phloridzin compound (1748.650-3462.157 mg/kg dry matter) is the predominant phenolic. In addition to antioxidant activity tests, methanolic extracts prepared from both the seed oils and the defatted seed materials showed antimicrobial activity against some Gram-positive and Gram-negative bacteria. At the same time, there was significant correlations between the amount of phenolics in the extracts and the results of antimicrobial, antioxidant activity tests. As a result of our research, the extracts obtained from the apple seeds have proven to be a potential and natural source in terms of antioxidants and antimicrobial compounds.

Keywords: Antimicrobial activity, antioxidant activity, apple seed, phenolic substances

2017, 91 Pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Elma çekirdekleri.....	18
3.1.2. Mikroorganizmalar	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Elmaların toplanması	18
3.2.1.1. Meyve eti sertliği tayini (kg/cm ²).....	18
3.2.1.2. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) tayini (%).....	19
3.2.2. Elma çekirdeklerinin eldesi	19
3.2.3. Elma ve çekirdeklerinde yapılan ön analizler.....	19
3.2.3.1. Çeşide göre 1 adet elmanın ortalama taze meyve ağırlığı (g).....	19
3.2.3.2. Çeşide göre 1 adet elmadan elde edilen ortalama çekirdek adedi (adet/meyve).....	19
3.2.3.3. Çeşide göre 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığı (g/meyve).....	20
3.2.3.4. Çeşide göre 1 adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı (g).....	20
3.2.3.5. Çeşide göre ortalama taze çekirdek eni (mm).....	20
3.2.3.6. Çeşide göre ortalama taze çekirdek boyu (mm).....	20
3.2.4. Elma çekirdeklerinde ve ham yağında yapılan diğer analizler	20
3.2.4.1. Kuru madde analizi (%)	20
3.2.4.2. Ham kül analizi (%)	21
3.2.4.3. Ham yağ analizi (%).....	21
3.2.4.4. Ham protein analizi (%)	22
3.2.4.5. Fenoliklerin ekstraksiyonu	23
3.2.4.5.1. Yağ analizi sonrasında elde edilen posadan fenoliklerin ekstraksiyonu.....	23
3.2.4.5.2. Elma çekirdeği yağından fenoliklerin ekstraksiyonu.....	23

3.2.4.6. Fenolik ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ)	23
3.2.4.7. Posadaki fenoliklerin HPLC ile kantitatif olarak belirlenmesi (mg/kg).....	24
3.2.4.8. Fenolik ekstraktların DPPH• radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ)	24
3.2.4.9. Fenolik ekstraktların ABTS•+ radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesi (µmol Troloks/g posa ve µmol Troloks/g yağ)	25
3.2.4.10. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi (mm).....	26
3.2.4.11. İstatiksel Analizler.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
4.1. Meyve Eti Sertliği Değerleri (kg/cm ²)	27
4.2. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Değerleri (%).....	29
4.3. Çeşide Göre 1 Adet Elmanın Ortalama Taze Meyve Ağırlığı (g)	31
4.4. Çeşide Göre 1 Adet Elmadan Elde Edilen Ortalama Çekirdek Adedi (adet/meyve).....	33
4.5. Çeşide Göre 1 Adet Elmadan Elde Edilen Toplam Taze Çekirdek Ağırlığı (g/meyve) .	35
4.6. Çeşide Göre 1 Adet Taze Çekirdeğin Ortalama Ağırlığı (g)	36
4.7. Çeşide Göre Ortalama Taze Çekirdek Eni (mm)	37
4.8. Çeşide Göre Ortalama Taze Çekirdek Boyu (mm)	39
4.9. Kuru Madde Değerleri (%)	40
4.10. Ham Kül Değerleri (%).....	42
4.11. Ham Yağ Değerleri (%)	44
4.12. Ham Protein Değerleri (%)	46
4.13. Fenolik Ekstraktlarda Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ).....	48
4.14. Posaların Fenolik Madde Profili (mg/kg)	52
4.15. Fenolik Ekstraktların DPPH• Radikal Yakalama Kapasitesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ)	58
4.16. Fenolik Ekstraktların ABTS•+ Radikal Yakalama Kapasitesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ).....	61
4.17. Toplam Fenolik Madde Miktarı İle Antioksidan Aktivitelerin Korelasyonu	65
4.18. Antimikrobiyal Aktivite (mm)	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
6. KAYNAKLAR	75
EKLER	88
TEŞEKKÜR	90
ÖZGEÇMİŞ	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Gıda sanayinde elma işleme sonrası yan ürün olarak açığa çıkan çekirdeklerin kullanım olanakları	15
Şekil 4.1. Elma çeşitleri arasında meyve eti sertliğine ait değişim grafiği.....	28
Şekil 4.2. Elma çeşitleri arasında SÇKM miktarlarına ait değişim grafiği	30
Şekil 4.3. Elma çeşitleri arasında ortalama taze meyve ağırlığına ait değişim grafiği.....	32
Şekil 4.4. Elma çeşitlerinde toplam çekirdek sayısına ait değişim grafiği	34
Şekil 4.5. Elma çeşitleri arasında toplam taze çekirdek ağırlığına ait değişim grafiği.....	36
Şekil 4.6. Elma çeşitleri arasında 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığına ait değişim grafiği ...	37
Şekil 4.7. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek enine ait değişim grafiği	38
Şekil 4.8. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek boyuna ait değişim grafiği	40
Şekil 4.9. Elma çekirdeklerinin % kuru madde miktarına ait değişim grafiği	41
Şekil 4.10. Elma çekirdeklerinin % ham kül miktarına ait değişim grafiği	43
Şekil 4.11. Elma çekirdeklerinin % ham yağ miktarına ait değişim grafiği.....	45
Şekil 4.12. Elma çekirdeklerinin % ham protein miktarına ait değişim grafiği	47
Şekil 4.13. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği	49
Şekil 4.14. Elma çekirdeği yağlarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği ...	50
Şekil 4.15. Çekirdek posalarındaki fenoliklerin miktarına ait değişim grafiği	54
Şekil 4.16. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC _{DPPH} değerlerine ait değişim grafiği.....	60
Şekil 4.17. Elma çekirdeği yağlarının TEAC _{DPPH} değerlerine ait değişim grafiği.....	61
Şekil 4.18. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC _{ABTS} değerlerine ait değişim grafiği	63
Şekil 4.19. Elma çekirdeği yağlarının TEAC _{ABTS} değerlerine ait değişim grafiği.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkemizde elmanın tüketim şekli.....	2
Çizelge 1.2. İnsanlara yönelik diyetel çalışmalarında belirtilen, elmanın hastalıklar üzerindeki potansiyel engelleme mekanizmaları ve bunların aktif bileşenleri.....	4
Çizelge 2.1. E vitamini ve BHA ile karşılaştırıldığında elma çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağının DPPH radikalini süpürme faaliyeti.....	9
Çizelge 2.2. Test mikroorganizmalarına karşı elma çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağının antimikrobiyal aktivitesi	10
Çizelge 4.1. Elma çeşitlerinde meyve eti sertliği (kg/cm^2)	28
Çizelge 4.2. Elma çeşitlerinin suda çözünür kuru madde değerleri (%)	29
Çizelge 4.3. Elma çeşitlerinde ortalama taze meyve ağırlığı (g).....	31
Çizelge 4.4. Elma çeşitlerinden elde edilen toplam çekirdek sayısı (adet/meyve).....	33
Çizelge 4.5. Çeşide göre 1 adet elmadaki toplam taze çekirdek ağırlığı (g/meyve)	35
Çizelge 4.6. Çeşide göre 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığı (g)	36
Çizelge 4.7. Çeşide göre ortalama taze çekirdek eni (mm)	38
Çizelge 4.8. Çeşide göre ortalama taze çekirdek boyu (mm).....	39
Çizelge 4.9. Elma çekirdeklerine ait kuru madde miktarı (%)	41
Çizelge 4.10. Elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham kül sonuçları (%).....	42
Çizelge 4.11. Elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham yağ sonuçları (%).....	45
Çizelge 4.12. Yağı alınmış elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham protein sonuçları (%).....	47
Çizelge 4.13. % 80'lik metanol ile hazırlanan fenolik ekstraktlarda 720 nm'de belirlenen toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ).....	49
Çizelge 4.14. Elma çeşidine göre posadaki fenoliklerin miktarı ve yüzdesi (mg/kg, %).....	53
Çizelge 4.15. Fenolik bileşiklerden floridzin monomerinin HPLC ve Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenen toplam fenolik madde miktarı içerisindeki % oranı.....	57
Çizelge 4.16. % 80'lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların DPPH• radikal yakalama kapasitesi ($\mu\text{mol Troloks/g}$ posa, $\mu\text{mol Troloks/g}$ yağ).....	59
Çizelge 4.17. % 80'lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların ABTS•+ radikal yakalama kapasitesi ($\mu\text{mol Troloks/g}$ posa, $\mu\text{mol Troloks/g}$ yağ)	62
Çizelge 4.18. Posa ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitelerinin korelasyonu	66
Çizelge 4.19. Elma çekirdeği yağlarının ve yağı alınmış elma çekirdeği posalarının antimikrobiyal aktivitesi (mm)	69
Çizelge 4.20. İnhibisyon zonları ile posaların toplam fenolik madde miktarı, floridzin miktarı ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı arasındaki korelasyonu	71

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler:

+	: Toplama
-	: Çıkarma
x	: Çarpma
=	: Eşittir
%	: Yüzde
<	: Küçük
>	: Büyük
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre
µM	: Mikromol
cfu	: Colony forming unit
CHOK1	: Chinese hamster ovary cells
cm ²	: Santimetrekare
Cu	: Bakır
EC ₅₀ (IC ₅₀)	: Half maximal inhibitory concentration
Fe	: Demir
g	: Gram
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
H ₃ BO ₃	: Borik asit
HCl	: Hidrojen klorür
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
L	: Litre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimol
Mt	: Milyonton
N	: Normalite
n	: Tekerrür sayısı
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
°	: Derece
°C	: Celsius derecesi
r	: Korelasyon katsayısı
rpm	: Rotatory per minute
SiHa	: Human cervical tumor cell
α	: Alfa
β	: Beta
γ	: Gamma
δ	: Delta

Kısaltmalar:

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
ATCC	: American Type Culture Collection
ATI	: Atherogenic index
BHA	: Butylated hydroxyanisole
DPPH	: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP	: Fluorescence recovery after photobleaching
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GC-MS	: Gas chromatography-Mass spectrometry
HPLC	: High performance liquid chromatography
NCTC	: National Collection of Type Cultures
PDA	: Photodiode array
SÇKM	: Suda çözüdür kuru madde
TAE	: Trolox antioxidant equivalent
TAG	: Triaçilgliserol
TE	: Trolox equivalent
TEAC	: Trolox equivalent antioksidan capacity

1. GİRİŞ

Beslenmenin kanser, kardiyovasküler hastalıklar, insülin direnci ve obezite gibi kronik hastalıkların ortaya çıkmasında veya önlenmesinde önemli bir rol oynadığı (WHO 2003; Boeing ve ark. 2012) ve aynı zamanda besinlerin içeriğinde yer alan bazı sentetik katkı maddelerinin insan sağlığına olumsuz etkilerinin çeşitli araştırmalarla ortaya konması (Wilson ve Bahna 2005, Humphries ve ark. 2008, Whitehouse ve ark. 2008, Song ve ark. 2015) tüketici tercihini değiştirip, insanları beslenmede doğal olana en yakın ürünlere yöneltmiş; gıdalarda kalite, güvenlik ve sağlık arayışı ön plana çıkmıştır (Oliveira ve ark. 2008, Azzurra ve Paola 2009). Tüm bu gelişmeler, gıda bilimcileri ve araştırmacılarını sentetik materyallerin yerine doğal olanların ve aynı zamanda insan sağlığı üzerine olumlu etkiler gösteren biyolojik aktif bileşenlerin üzerine yöneltmiştir (Boyer ve Liu 2004, Leifert ve Abeywardena 2008, Szkudelski ve Szkudelska 2011).

Bu kapsamda yapılan çeşitli araştırmalar sadece taze, işlenmemiş materyallerdeki bileşenler bazında kalmayıp; aynı zamanda gıda sanayinin farklı kollarında ürün işleme sonucu açığa çıkan ve etkin olarak değerlendirilemeyen yan ürünlerde de yapılmıştır. Böylece söz konusu yan ürünlerin polifenoller, protein izolatları, diyet lifi vb. gibi çeşitli gıda bileşenlerinin üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır (Kolodziejczyk ve ark 2007, Marin ve ark. 2007, El-Safy ve ark. 2012, Rana ve ark. 2015). Aynı zamanda yan ürünlerden elde edilen bu spesifik bileşenlerin özellikle antimikrobiyal ve antioksidan gibi çeşitli biyolojik aktiviteleri birçok çalışmanın konusunu oluşturmuştur (Cetkovic ve ark. 2008, Ngamukote ve ark. 2011, Bai ve ark. 2013, Zoral ve Turgay 2014, Adunola ve ark. 2015, Sharma ve ark. 2016).

Elma, ülkemizde yıllardır yetiştiriciliği yapılan, üretilen miktar ve yetiştirilen alan bakımından diğer ılıman iklim meyvelerinin başında gelen bir çeşittir (Anonim 2016). Taksonomik sınıflandırmada kültür elması (*Malus domestica*), Gülgiller (*Rosaceae*) familyasından *Malus* cinsine girmektedir (Harris ve ark. 2002). Elmanın ana vatanının özellikle Türkistan topraklarının yer aldığı Orta Asya ile; Karadeniz ve Hazar denizi arasında yer alan Kafkasya'nın olduğu bildirilmektedir (Janick ve ark. 1996). Günümüzde kültür elması, Kuzey ve Güney yarım kürenin hemen hemen bütün ılıman bölgelerine yayılmıştır. Genellikle dünyada 30°-50° enlemlerinde yaygın bir şekilde yetişmektedir (Anonim 2016).

Türkiye dünyadaki belli başlı elma üreticisi ülkelerden biridir. Ülkemizde elma üretimi neredeyse her bölgede yapılmaktadır. Özellikle Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda Göller Bölgesi ile Trakya Bölgesi, elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır (Anonim 2016). Ülkemizde il bazında elma yetiştiriciliğinin en yoğun olarak yapıldığı yerler ise Isparta, Karaman, Niğde, Antalya, Denizli, Çanakkale ve Bursa olup, çeşit açısından bakıldığında yıllardır üretimi yapılan ‘Golden Delicious’, ‘Gala’ ve ‘Starking Delicious’ gibi standart çeşitlerin yanı sıra ‘Granny Smith’, ‘Fuji’, ‘Pink Lady’ ve ‘Jeromine’ gibi çeşitlerin yetiştiriciliği de son yıllarda hız kazanmıştır (Sakaldaş 2013). Diğer yandan dünya genelindeki üretim miktarlarına göre bir sıralama yapılırsa; Çin 39682618 Mt ile ilk sırayı alırken, 4081608 Mt üretimle ABD ikinci, Türkiye ise 3128450 Mt ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2015).

Ülkemizde üretilen elmanın bir kısmı hasattan hemen sonra pazara arz edilirken, bir kısmı da depolanarak değişik dönemlerde tüketiciye sunulmaktadır. Elmanın taze tüketiminin yanı sıra çeşitli ürünlere işlenerek farklı şekillerde tüketimi mümkündür (Oğuz ve Karaçayır 2009). Diğer yandan elmadan elde edilen pektin gibi bazı bileşenlerin gıda veya gıda olmayan (ilaç ve kozmetik gibi) birçok ürünün formülasyonuna girmesiyle elmanın mevcut kullanım alanı daha da genişlemektedir (Sharma ve ark. 2014). Ülkemizde elmanın tüketim şekli Çizelge 1.1’de verilmiştir (Oğuz ve Karaçayır 2009).

Çizelge 1.1. Ülkemizde elmanın tüketim şekli (Oğuz ve Karaçayır 2009)

1-) Sofralık	2-) Sanayi Tipi	
<u>Taze Piyasada Tüketilenler</u>	Meyve Suyu	Sirke
Semt Pazarları ve Manavlar	Şarap	Reçel, Marmelat
Zincir Marketler	Elma Şekeri	Aroma, Esans
<u>İhracat Pazarlarına Sevk Edilenler</u>	Dondurulmuş gıda	Kozmetik

Elmanın kalori içeriği oldukça düşüktür (54-59 kcal/100 g); aynı zamanda lif, mikro besinler ve fitokimyasallar açısından iyi bir kaynaktır (Jensen ve ark. 2009, Lee 2012). Yapılan araştırmalarda 100 g taze elmanın ortalama besin içeriğinin % 85.3 su, % 12.9 karbonhidrat, % 0.3-0.4 protein ve % 0.4 oranında yağ; geri kalanının ise çeşitli vitamin ve minerallerden oluştuğu tespit edilmiştir. Pek çok meyveye göre yüksek oranda C vitamini;

aynı zamanda bol miktarda organik asit ve mineral maddelerden de özellikle kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyumu bünyesinde bulundurmaktadır (Ferretti ve ark. 2014). Diğer yandan tüm bu besin faktörlerinin çeşide, olgunluk derecesine, yetiştirildiği bölgeye, iklime ve yetiştirme koşullarına göre değişiklik gösterebileceği belirtilmiştir (Lee 2012).

Bitkilerin biyolojik aktiviteye sahip pek çok bileşik sentezlediği ve bitkisel kaynaklı gıdaların çeşitli hastalıklarda insan sağlığı üzerine olumlu etkiler yarattığı kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok sağlık organizasyonu bu hastalıkların oluşumunu önlemek için bitkisel kaynaklı gıdaların tüketimini önermektedir. Bitkisel gıdaların kronik hastalıkların oluşumunu önlemesi ise, özellikle yapılarındaki sekonder metabolitler ile ilişkilendirilmiştir (Espin ve ark. 2007).

Bitkisel sekonder metabolitler; nükleik asitler, amino asitler, karbonhidrat ve yağ gibi birincil metabolizma ürünlerinden son derece farklı olup; birçok kaynaktan terpenoidler, alkaloidler ve fenolikler olmak üzere üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Fitokimyasallar olarak adlandırılan ve insanlar tarafından sentezlenemeyen bu bileşiklerin bitkiyi çevre koşullarına ve aynı zamanda bazı zararlılara karşı koruduğu belirtilmektedir (Kibera ve ark. 2014).

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan sekonder metabolitlerdir. Günümüzde binlerce fenolik bileşiğin yapısı tanımlanmış olup; gelişen enstrümental analiz teknikleri sayesinde bunlara devamlı olarak yenileri eklenmektedir. Fenolik bileşikler yapısal olarak bir veya daha fazla hidroksil grubu ve en az bir aromatik halkaya sahip olmaları ile karakterize edilmektedir (Cartea ve ark. 2011, Lima ve ark. 2014). Yapılarındaki aromatik halkaya çeşitli radikal grupların bağlanması ile farklı fenolik bileşikler oluşmaktadır (Knezevic ve ark. 2012).

Bu bileşiklerin insan sağlığına yönelik antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri gibi çeşitli biyolojik etkileri çok sayıda çalışma ile bildirilmiştir. Antioksidan aktivitelerinin diyabet, koroner kalp hastalığı ve kanser gibi bazı yaygın kronik hastalıkların önlenmesinde bağlantılı olduğu tespit edilmiştir (Theodoratou ve ark. 2007, Gerhauser 2008, Hyson 2011, Rio ve ark. 2013, Koutsos ve ark. 2015). Bazı çalışmalarda bu bileşiklerin yaşlanma sürecini yavaşlatabileceği de belirtilmiştir (Markus ve Morris 2008, Pandey ve Rizvi 2009, Vayndorf ve ark. 2013). Fenolik bileşiklere dair beklenen bu sağlık etkilerinin, oksidatif stres ile antioksidanlar arasındaki kararsızlığı azaltabilmesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. (Candrawinata ve ark. 2015). Diğer yandan bir gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; ürünün

tat, koku ve rengine katkıda bulunmaları, enzim inhibisyonuna neden olmaları, çeşitli gıdalarda kalite kontrol kriteri olmaları gibi nedenlerle de önem taşımaktadırlar (Nizamlioğlu ve Nas 2010).

Bu bağlamda birçok meyvede olduğu gibi elmanın kimyasal bileşiminde yer alan fitokimyasallardan özellikle fenolik bileşiklerin biyolojik aktiviteleri hayvanlarda ve *in vitro* olarak kültürlenmiş hücrelerde değerlendirilmiş, aynı zamanda insan sağlığı üzerindeki çeşitli olumlu etkileri farklı çalışmalarda tespit edilmiştir (Boyer ve Liu 2004, Ferretti ve ark. 2014). Yapılan araştırmalarda elmadaki fenolik bileşiklerin yaygın olarak epikateşin, kateşin ve bunların polimer yapıları (prosiyanidinler, özellikle prosiyanidin B₂), klorojenik asit, kuersetin ile mono ve digliseridleri, floretin, floridzin ve siyanidin-3-galaktozid ile diğer siyanidin glikozitleri olup; bunların özellikle meyvenin kabuk kısmında yer aldığı (Lata ve ark 2009) ve konsantrasyonlarının meyve gelişiminin erken safhalarında azalırken, olgunlaşma ve depolama süresince nispeten sabit kaldığı belirtilmiştir (Lee 2012). İnsanlara yönelik diyetel çalışmalarda belirtilen, elmanın hastalıklar üzerindeki potansiyel engelleme mekanizmaları ve bunların aktif bileşenleri Çizelge 1.2.'de verilmiştir (Ferretti ve ark. 2014).

Çizelge 1.2. İnsanlara yönelik diyetel çalışmalarda belirtilen, elmanın hastalıklar üzerindeki potansiyel engelleme mekanizmaları ve bunların aktif bileşenleri (Ferretti ve ark. 2014)

Potansiyel Hastalık Önleme Mekanizması	Aktif Bileşen(ler)
Antioksidan aktivite	Flavonoidler, Askorbik asit, Proantosiyanidinler
Kan basıncını düşürme	Flavonoidler
Plazma lipid ve lipoprotein düzeylerindeki değişiklikler	Lifler (Pektin), Polifenoller
Endotel hücrelerin modülasyonu	Flavonoidler
Anti-enflamatuar özellikler	Flavonoidler, Proantosiyanidinler

Diğer yandan dünya nüfusuna paralel olarak elma üretiminin artması ve elma ile elmadan üretilen çeşitli ürünlerin dünya genelinde yaygın olarak tüketilmesi, özellikle ürün işleme sonrasında açığa çıkan yan ürün miktarını (posa) da arttırmıştır. Bu bakımdan gıda sanayinde elmadan yüksek miktarda yan ürün oluşturan işletmeler; meyve suyu üretimi ile son yıllarda hızla gelişme gösteren taze kesilmiş meyve salatası üretimi yapan yerlerdir (Górmas 2015). Elma suyu üretiminde presleme sonrası açığa çıkan posa, başlangıç ürün

miktarının yaklaşık % 20-35'ini oluşturmaktadır (Alvarez ve ark. 2012, Candrawinata ve ark. 2014). Oluşan posanın bileşiminde ise % 94.5 oranında meyve eti ve kabuğu, % 4.1 oranında meyve çekirdeği ve % 1.1 oranında meyve sapı yer almaktadır (Candrawinata ve ark. 2015).

Dolayısıyla yapılan çalışmalar elmanın sadece meyve eti, kabuğu veya meyve suyu ile sınırlı kalmamış aynı zamanda gıda sanayinde elmanın çeşitli ürünlere işlenmesi sonucu açığa çıkan, diyet lifi ve fitokimyasallar açısından zengin posası (Yan ve Kerr 2013) ve içerisindeki çekirdekler (Yu ve ark. 2007, Walia ve ark. 2013) de çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Şu ana kadar esas olarak hayvan yemi (Vendruscolo ve ark. 2008) ve pektinlerin geri kazanımında (Sharma ve ark. 2014) değerlendirilen elma posası son yıllarda antioksidan özellikleri (Suárez ve ark. 2010, Candrawinata ve ark. 2015) ve potansiyel sağlık etkileri (Bellion ve ark. 2010) nedeniyle fenolik bileşiklerin eldesinde de önem kazanmıştır.

Yakın zamanda yapılan araştırmalarda ise, çeşide bağlı olarak değişen ve taze meyvenin az bir kısmını ancak posanın kayda değer bir bölümünü oluşturan elma çekirdeklerinin polifenoller açısından zengin bir kaynak olduğu tespit edilmiştir (Fromm ve ark. 2012a, Xu ve ark. 2015). Bu polifenollerin özellikle dihidrokalkonlar; hidrosisinamik asit; flavan-3-ol ve flavonollerden oluştuğu belirtilmiştir (Fromm ve ark. 2012a, 2013). Bu bileşiklerden kalkonların bir türevi olan floridzin, elmanın karakteristik (% 60-90) bir polifenolü olup (Schieber ve ark. 2003; Rupasinghe ve Kean 2008); *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. ve *Erwinia amylovora* gibi bitki patojenlerine karşı direnç sağlayan bir fitoaleksinin olarak nitelendirilmiştir (Mikulic-Petkovsek ve ark. 2007, 2008, Muthuswamy ve Rupasinghe 2007). Bu bileşiğin aynı zamanda antioksidan aktivitesi sayesinde lipid peroksidasyonunu inhibe edebileceği öne sürülmüştür (Lu ve Foo 2000, Rupasinghe ve Yasmin 2010, Duge' de Bernonville ve ark. 2010). Antioksidan aktivitesine ilaveten floridzin; glikozun bağırsak ve böbrekte emilimini sınırlayarak potansiyel bir anti-diyabetik madde olarak kabul edilmektedir (Dudash ve ark. 2004, Manzano ve Williamson 2010).

Tüm bunlara ilaveten, günümüz koşullarında çevre, yanlış beslenme ve stres gibi yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörlerin etkisini azaltmak ve daha sağlıklı uzun bir yaşam sürdürebilmek için geleneksel bitkisel yağlara alternatif olarak; çörek otu, üzüm çekirdeği, keten tohumu, nar çekirdeği, ısırgan tohumu, susam tohumu ve kabak çekirdeği gibi bitkisel materyallerden elde edilen ve insan sağlığına çok yönlü katkıları dolayısıyla fonksiyonel yağ olarak nitelendirilebilen ürünlerin kullanımına yönelik taleplerde artış meydana gelmiştir (Sabikhi ve Kumar 2012). Ayrıca çeşitli hastalıklar göz önüne alındığında

diyetteki yağın nicelik ve nitelikleri de oldukça önem taşımaktadır (Kayahan 2000). Bu bakımdan fenolik bileşiklerin yanı sıra elma çekirdeklerinin nispeten yüksek oranda yağ içermesinin tespiti ile birlikte; etkin bir şekilde değerlendirilemeyen bu çekirdeklerin yağ kazanımında da kullanılabileceği belirtilmiştir (Yu ve ark. 2007, Bada ve ark. 2014). Esas olarak linoleik ve oleik asitler bakımından zengin olan bu yağın gıda ve kozmetik sanayinde bir bileşen olarak, aynı zamanda *in vitro* araştırmalara göre bakteri, küf ve mayaların gelişimini inhibe etmesi bakımından doğal bir antimikrobiyal ajan olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir (Tian ve ark. 2010).

Bu bakımdan son yıllarda gittikçe önem kazanan elma çekirdekleri üzerine yapılan çalışmalarda çekirdek fenolikleri ile çekirdek yağlarının antioksidan aktiviteleri farklı metotlarla, antimikrobiyal aktiviteleri de çeşitli mikroorganizmalar üzerinde değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmalar, elma çekirdeği yağının ve/veya çekirdeklerden elde edilen fenolik ekstraktların gıda endüstrisinde, eczacılıkta ve kozmetik sektöründe kullanımına yönelik iyi bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Tian ve ark. 2010, Duda-Chodak ve ark. 2011, Fromm ve ark. 2013, Walia ve ark. 2013, Krasodomska ve Jungnickel 2015, Xu ve ark. 2015).

Çalışma kapsamında Trakya bölgesinde üretilen ve ekonomik değeri yüksek olan farklı elma çeşitlerinden elde edilen çekirdeklerin yağ içeriklerinin tespiti, hem çekirdek yağlarından hem de yağ ekstraksiyonu sonucu geri kalan posadan elde edilen fenolik ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Yapılan bu çalışma ile, elma çekirdeklerinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi ve bu çekirdeklerin sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddeler yerine fonksiyonel gıda katkı maddesi olarak kullanımına ilişkin potansiyel kapasitenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde elma çekirdeklerinin çeşitli özelliklerine dair yapılan araştırmalar, geleneksel veya geleneksel olmayan (üzüm, kavun, karpuz, nar çekirdeği ile ketencik, susam tohumu gibi) diğer bitkisel kaynaklı çekirdek ve tohumlar üzerine yapılan çalışmalarla kıyaslandığında sınırlı sayıdadır. Yapılan araştırmalarda gıda sanayinde atık olarak açığa çıkan ve değerlendirilmeyen elma çekirdeklerinin gıda veya katkı maddesi olarak tüketilebilirliğinin yanı sıra farklı sanayi dallarında (ilaç ve kozmetik gibi) kullanılabilirliği de tespit edilmeye çalışılmıştır. Söz konusu bu araştırmalarda; elma çekirdeği fenolikleri ile yağının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra elma çekirdeği fenoliklerinin kantitatif miktarları ile çekirdek yağlarının fizikokimyasal özellikleri de tespit edilmiştir. Araştırma konumuz doğrultusunda elma çekirdekleri üzerine yapılan farklı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Jham (1996); elma çekirdeklerinin floridzin içeriğinin HPLC ile kantitatif miktarına yönelik yaptığı çalışmada, 8 farklı elma çekirdeğindeki floridzin miktarının 0.20 ± 0.01 ile 5.20 ± 0.04 g/100g kuru çekirdek arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Lu ve Foo (1998) yaptıkları çalışmada, Royal Gala çeşidinin çekirdek fenolikleri ile çekirdek yağlarının yağ asitleri bileşimini incelemişlerdir. Çalışmada, elma çekirdeği yağındaki toplam yağ asitlerinin % 51.2 oranında linoleik asitten oluştuğu ve çekirdeklerin % 70'lik asetonla ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstrakttaki baskın fenolik bileşiğin floridzin (% 75) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde elma çekirdekleri, linoleik asit ve floridzin açısından iyi bir kaynak olarak nitelendirilmiştir.

Awad ve ark. (2000); elmanın kabuk, meyve eti ve çekirdeklerindeki flavonoid ve klorojenik asit düzeylerinin bahçeye, meyve ağacına, meyvenin ağaçtaki konumuna ve meyve çeşidine göre değişimini araştırmışlardır. Floridzin ve klorojenik asidin çekirdekte; meyve kabuğu ve etine oranla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan floridzin ve klorojenik asit içeriğinin çeşide göre değişkenlik gösterdiğini fakat meyvenin ağaçtaki pozisyonundan etkilenmediğini belirlemişlerdir.

Duda-Chodak ve Tarko (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli meyvelere ait kabuk ve çekirdeklerin antioksidan kapasitesi incelenmiştir. Araştırma neticesinde meyve kabuğunda en yüksek antioksidan aktivite 'Şampion' elma ve 'Uva da Tavola' beyaz üzüm çeşidinde sırasıyla 7925 mg Trolox/100g; 6944 mg Trolox/100g olarak tespit edilmiştir.

Meyve çekirdeklerindeki en yüksek antioksidan aktivite ise 'Idared' çeşidinden elde edilen elma çekirdeklerinde (7230 mg Trolox/100g) saptanmıştır.

Yu ve ark. (2007); elma çekirdeğinin kimyasal bileşiminin ve çekirdeklerden elde edilen yağın fizikokimyasal özelliklerinin tespitine yönelik yaptıkları çalışmada, elma (Qingguan) çekirdeklerinin % 10.2±0.4 nem, % 27.7±0.7 ham yağ, % 34.0±0.5 ham protein, % 24.0±1.9 karbonhidrat ve % 4.1±0.3 oranında kül içerdiğini tespit etmişlerdir. Çekirdeklerden elde edilen ham yağın fizikokimyasal özelliklerinin diğer bitkisel kaynaklı yemeklik yağlarla karşılaştırılabilir nitelikte ve % 89.3 oranında doymamış yağ asidi içeriği ile besin değeri açısından uygun bir yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. Doymamış yağ asitlerinden linoleik asidin (% 49.6) başat yağ asidi olması bakımından elma çekirdeği yağının oleik-linoleik asit grubu yağlar arasında yer aldığını ifade etmişlerdir.

Yukui ve ark. (2009); elma ve armut çekirdeği yağlarının kimyasal bileşimine yönelik yaptıkları çalışmada, elma çekirdeğinin (Red Fuji, 291 g yağ/kg çekirdek) armut çekirdeğine (Dangshau Suli, 179 g yağ/kg çekirdek) oranla daha yüksek yağ verimine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları araştırmada elma ve armut çekirdeği yağındaki baskın yağ asidinin ise linoleik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; taze tüketim veya ürün işleme prosesinde atık olarak açığa çıkan elma ve armut çekirdeklerinin, yemeklik yağlara önemli bir kaynak olabileceği ileri sürülmüştür.

Tian ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada, Fuji ve New Red Star olmak üzere farklı iki elma çeşidine ait çekirdeklerin kimyasal bileşimini ve bu çekirdeklerden petrol eteri ekstraksiyonu ile elde edilen yağların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışmada Fuji elma çekirdeklerinin yağ veriminin (20.69 g yağ/ 100 g çekirdek) New Red Star çekirdeklerine (24.32 g yağ/ 100 g çekirdek) göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fuji ve New Red Star elma çekirdeği yağlarının toplam doymuş yağ asitleri içeriği sırasıyla 10.2 g/100 g yağ ve 10.05 g/100 g yağ olarak, toplam doymamış yağ asitleri içeriği ise sırasıyla 89.8 g/100 g yağ ve 89.95 g/100 g yağ olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda çekirdek yağlarının özellikle linoleik (50.7-51.4 g/100 g yağ) ve oleik asitten (37.49-38.55 g/100 g yağ) oluştuğu ve bu yağ asitlerini sırasıyla palmitik (6.51-6.60 g/100 g yağ), stearik (1.75-1.96 g/100 g yağ) ve araşidik (1.49-1.54 g/100 g yağ) asitlerin izlediği tespit edilmiştir. Tüm bunlara ilaveten elma çekirdeklerinin protein, lif ve kül içeriği sırasıyla 38.85-49.55 g/100 g, 3.92-4.32 g/100 g ve 4.31-5.20 g/100 g olarak bulunmuştur.

Aynı çalışmada elma çekirdeklerinden elde edilen yağların antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları elma çekirdeği yağının antioksidan kapasitesinin üzüm çekirdeği yağına göre daha üstün ancak kontrol grubu olan BHA ve E vitamini ile karşılaştırıldığında ise çok daha düşük olduğu ve BHA'nın en yüksek radikal süpürücü aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma neticesinde elma çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağı ile diğer kontrol gruplarının DPPH radikalini süpürme faaliyeti Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Tian ve ark. 2010).

Çizelge 2.1. E vitamini ve BHA ile karşılaştırıldığında elma çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağının DPPH radikalini süpürme faaliyeti (Tian ve ark. 2010)

ÖRNEK	EC ₅₀ (IC ₅₀) (µg ml ⁻¹)
BHA	9.21x10 ⁻⁴
Vitamin E	1.24x10 ⁻³
Elma Çekirdeği Yağı (Fuji)	8.34
Elma Çekirdeği Yağı (New Red Star)	7.91
Üzüm Çekirdeği Yağı	21.32

Araştırma kapsamında Fuji ve New Red Star elma çekirdeği yağlarının antimikrobiyal aktivitesi ise; bakteri (*Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), maya (*Candida sp.*, *Saccharomyces cerevisia*) ve küfleri (*Aspergillus flavus*, *Penicillium citrinum*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*) içeren 10 farklı mikroorganizma üzerinde disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elma çekirdeği yağlarının söz konusu mikroorganizmalara karşı etkili olduğu ve bakterilerin maya ve küflere göre daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Tian ve ark. 2010).

Çizelge 2.2'de elma çekirdeği yağı ve üzüm çekirdeği yağının test mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etkisi verilmiştir. Araştırma sonucunda elma çekirdeği yağlarının üzüm çekirdeği yağına göre daha iyi bir antimikrobiyal aktivite sergilediği gözlenmiş ve bu biyolojik aktivite neticesinde elma çekirdeği yağının gıda endüstrisinde ve eczacılıkta kullanılabileceği ifade edilmiştir (Tian ve ark. 2010).

Çizelge 2.2. Test mikroorganizmalarına karşı elma çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağının antimikrobiyal aktivitesi (Tian ve ark. 2010)

Çekirdek Yağı Örneği			
Mikroorganizma	Elma Çekirdeği Yağı (Fuji)	Elma Çekirdeği Yağı (New Red Star)	Üzüm Çekirdeği Yağı
<i>Escherichia coli</i>	15.00*	17.00	15.00
<i>Salmonella sp.</i>	15.00	18.00	30.00
<i>Bacillus subtilis</i>	15.50	17.00	30.00
<i>Staphylococcus aureus</i>	15.00	17.50	30.00
<i>Candida sp.</i>	10.50	9.50	15.00
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10.50	10.50	15.00
<i>Aspergillus flavus</i>	7.50	7.50	15.00
<i>Penicillium citrinum</i>	8.00	7.50	10.00
<i>Mucor sp.</i>	5.00	6.50	12.00
<i>Rhizopus sp.</i>	6.00	4.50	15.00

*İnhibisyon zonu çapı (mm).

Duda-Chodak ve ark. (2011) ‘Şampion’ ve ‘Idared’ olmak üzere 2 elma çeşidinin antioksidan aktivitesine meyvenin olgunluk derecesinin etkisini incelemiştir. Yapılan araştırmada antioksidan aktivite tayini meyvenin kabuk, pulp ve çekirdekleri gibi farklı kısımlarında yapılmış ve yöntem olarak ABTS ile DPPH metotları kullanılmıştır. Çalışmada farklı olgunluktaki elmalarda toplam fenolik madde miktarı ve bu fenoliklerin HPLC ile kantitatif miktarına yönelik analizleri de yapılmıştır. Analiz sonuçları, antioksidan aktivitenin her iki elma çeşidinde de meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte azaldığını göstermiştir. Bu bakımdan olgunlaşmamış elmaların hasat olgunluğundaki elmalara göre özellikle klorojenik asit ve epikateşin olmak üzere fenolikler bileşikler açısından daha zengin olduğu belirlenmiştir.

Aynı araştırmada meyvenin farklı kısımları üzerine yapılan analizlerde elma çekirdekleri, meyve eti ve kabuğu ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde yüksek polifenol konsantrasyonu ve antioksidan kapasitesi ile karakterize edilmiştir. HPLC ile fenoliklerin bileşimine yönelik yapılan analizlerde ise çekirdeklerdeki baskın fenolik bileşiğin floridzin (% 72-84) olduğu ve bunu klorojenik asidin (% 10-15) takip ettiği belirlenmiştir (Duda-Chodak ve ark. 2011).

Arain ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada, elma çeşitleri arasındaki farklılığı; çekirdek yağlarının yağ asidi profilini ve biyoaktif bileşenlerini kemometrik metotlar ile inceleyerek ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmada materyal olarak dört farklı elma çeşidinin (Royal Gala, Red Delicious, Pyrus Malus ve Golden Delicious) çekirdek yağları kullanılmıştır. Elma çeşitlerinin çekirdeklerindeki yağ içeriğinin % 26.8-28.7 arasında değiştiği tespit edilmiştir. GC-MS kullanılarak gerçekleştirilen yağ asidi profili sonuçları Royal Gala, Red Delicious ve Pyrus Malus çeşitlerinde baskın yağ asidinin linoleik asit (sırasıyla % 45.1, % 47.8, % 49.6), Golden Delicious çeşidinde ise oleik asit (% 45.5) olduğunu göstermiştir. Diğer yandan palmitik asit (% 6.1-7.4) ve stearik asit (% 2.0-3.1) baskın doymuş yağ asitleri olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmada yağ asitleri ve sabunlaşmayan maddelerin yağın kalitesindeki temel kriterler olduğu ifade edilmiş ve aynı zamanda elma çekirdeklerinin sınıflandırılmasında kemometrik teknikler açısından bu kriterlerin uygun parametreler oldukları belirtilmiştir. Araştırma sonucunda elma çekirdeği yağının linoleik asit miktarının yüksek oluşunun; besinsel ve endüstriyel ağıdan bu yağın önemini arttırdığını, aynı zamanda tokoferol ve sterol gibi sabunlaşmayan bileşikleri de önemli düzeyde içermesi bakımından bu yağın fonksiyonel gıda sektöründe de kullanılabilereği ifade edilmiştir.

Fromm ve ark. (2012a); elma çekirdeklerinde düşük ve yüksek moleköl ağırlıklı fenolik bileşiklerin miktar tayinine yönelik çalışmalarında, yerel olarak yetiştirilen 12 farklı elma çeşidinin çekirdeklerini kullanmışlardır. Araştırmada elma çekirdeklerinin yağ içeriğinin çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterdiği ve yağ miktarının %16.1-26.5 arasında değiştiği belirtilmiştir. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının toplam fenolik madde içeriği (düşük moleköl ağırlıklı fenolikler ile tiyoliz sonrası ekstrakte edilebilen ve edilemeyen prosiyanidinlerin monomerik eşdeğerlerinin toplamı olarak hesaplanan) 18.4-99.8 mg/g kuru madde olarak bulunmuştur. Floridzin'in monomerik polifenollerin % 79-92'sini temsil eden en yaygın fenolik bileşik olduğu tespit edilmiştir.

Fromm ve ark. (2012b); *Rosaceae* familyasına ait elma, armut, ayva, kuşburnu ve kırmızı üvez meyvelerinin çekirdeklerinde bulunan yağ miktarını ve bu çekirdeklerden elde edilen yağların yağ asidi profillerini araştırmışlardır. İncelenen elmaların ortalama çekirdek veriminin, sayısının ve ağırlıklarının yanı sıra çekirdeklerin içermiş olduğu yağ miktarının da çeşide göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada yağ açısından zengin çeşitlerin (Geheimrat, Breuhahn ve Bittenfelder) aynı zamanda en yüksek çekirdek

verimine (5-7 g çekirdek/kg taze meyve) sahip olduğu ve bir adet elmadaki maksimum çekirdek miktarının çeşide göre 6-17 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. Diğer yandan nispeten düşük yağ içeriğine sahip olan çeşitlerin (Boskoop, Brettacher veya Jonagold) daha az sayıda veya tam olarak gelişmemiş çekirdekler (2 g çekirdek/kg taze meyve) içerdiği tespit edilmiştir. Elma çeşitlerinin çekirdeklerindeki yağ oranının ise % 15.4-29.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu yağların doymamış yağ asitlerince zengin olup, oleik (% 19.4-33.3) ve linoleik asitlerin baskın yağ asitleri olduğu ve linoleik asidin (% 36.1-49.9) çoklu doymamış yağların en önemli bölümünü temsil ettiği tespit edilmiştir.

Fromm ve ark. (2012c); *Rosaceae* familyasına ait farklı meyvelerin (elma, ayva, kuşburnu) çekirdek yağlarındaki karotenoid ve tokoferol miktarı ile bunların tanımlanmasına yönelik yaptıkları çalışmada, tokoferol ve karotenoid kompozisyonunun sadece meyve çeşitleri arasında değil aynı zamanda çeşitlerin kendi içerisinde de farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. İncelenen meyvelerin çekirdek yağlarındaki toplam tokoferol ve karotenoid miktarının sırasıyla 597.7-1099.9 mg/kg yağ ve 0.48-39.15 mg/kg yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elma çeşitlerinin toplam tokoferol miktarı ise 825.7-1065.9 mg/kg yağ, toplam karotenoid miktarı ise 0.95-15.80 mg/kg yağ olarak bulunmuştur.

Fromm ve ark. (2013) başka bir çalışmada, elma çekirdeği fenoliklerinden doğal renkli antioksidan preparatların eldesini ve bunların gıda veya kozmetikte kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Metanol, etanol ve aseton gibi farklı çözümler kullanılarak hazırlanan ekstraktlerdeki toplam fenolik madde miktarı en yüksek % 60 ve % 70'lik aseton ile elde edilen ekstrakte (2.99 ve 2.89 mg GAE/g) tespit edilmiştir. Yine en yüksek antioksidan aktivite % 60'lik aseton ihtiva eden ekstraktlerde (TEAC: 42.57 μ mol TAE/g, FRAP: 6.42 μ mol TAE/g) ölçülmüştür. Ayrıca fenoliklerin HPLC ile analizinde % 60 ve % 70'lik aseton ihtiva eden ekstraktlerin floridzin içeriği ise sırasıyla 2.80 ve 2.61 mg/g olarak bulunmuştur.

Leahu ve ark. (2013); elma ve üzümde toplam fenolik madde içeriğini Folin-Ciocalteu, radikal süpürücü aktiviteyi de DPPH yöntemi ile araştırmışlardır. Yapılan analizler numunelerin meyve eti (pulp), meyve suyu, kabuk ve çekirdekleri olmak üzere farklı kısımlarında yürütülmüştür. Elma çekirdeklerinin fenolik madde içeriği (75.2 mg GAE/100g) üzüm çekirdeklerine (62.1 mg GAE/100g) oranla kısmen daha yüksek bulunmuştur. Düşük IC₅₀ değeri yüksek antioksidan aktiviteyi ifade etmekte olup, yapılan çalışmada elma ve üzüm çekirdeklerinin IC₅₀ değeri sırasıyla 1.61 ve 1.82 olarak tespit edilmiştir. Araştırma

neticesinde kaliteli ve ucuz bir antioksidan kaynağı olarak elma yan ürünlerinden (kabuk ve çekirdek) endüstriyel anlamda yararlanılabileceği ifade edilmiştir.

Walia ve ark. (2013) yaptıkları kapsamlı araştırmada, elma posasından ayrıştırılan çekirdeklerden elde edilen yağın yağ asidi kompozisyonu, fiziko-kimyasal özellikleri ile antioksidan ve sitotoksik aktivitesini incelemiştir. Çekirdeklerin temininde; farklı elma çeşitlerinin (Red Chief, Red Delicious, Royal Delicious ve Golden Delicious) meyve suyu üretimi sonrasında açığa çıkan posası kullanılmıştır. Elma çekirdekleri mekanik olarak posadan ayrılmış ve bu çekirdekler güneşte kurutulmuş bir blender aracılığıyla öğütülmüş ve sonraki analizler için kullanıma ayrılmıştır. Araştırmada çekirdeklerden n-hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen yağ veriminin % 22 civarında olduğu ve doymamış yağ asidi (% 90.31) içeriğinin, doymuş yağ asitlerine (% 9.72) oranla çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Doymamış yağ asitlerinden oleik (% 46.50) ve linoleik asidin (% 43.81); doymuş yağ asitlerinden ise palmitik (% 7.25), stearik (% 1.72) ve araşidik (% 0.72) asitlerin başat yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Yağın fizikokimyasal özelliklerinin diğer kaliteli yemeklik yağlar ile karşılaştırılabilir nitelikte olduğu ifade edilmiştir. Araştırmada çekirdek yağının antioksidan aktivitesi ise DPPH• radikal yakalama kapasitesi ile belirlenmiştir. Analiz örneğinin 25, 50, 75 ve 100 µg/ml şeklinde hazırlanan konsantrasyonları sırasıyla % 38.12, % 60.34, % 71.23 ve % 88.74 oranında radikal giderme kapasitesi sergilemiştir. Bununla birlikte BHA (9.97 µg/ml) standardına göre elma çekirdeği yağının IC₅₀ (40.06 µg/ml) değerinin oldukça yüksek olduğu kaydedilmiştir.

Söz konusu araştırmada elma çekirdeği yağının hücre büyümesi üzerine ilaç/etken madde etkileşimi de incelenmiştir. Çeşitli konsantrasyonlarda (0.05-2 mg/ml) elma çekirdeği yağı kullanılarak, kanserli insan ve fare hücreleri üzerine inhibisyon etkisi *in vitro* olarak test edilmiştir. Yapılan araştırma, elma çekirdeği yağı sitotoksisite sonuçlarının iyi bir farmakolojik potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Kontrol olarak kullanılan Vinblastin (1 µg) ile 72 saatlik süre zarfında fare hücreleri (CHOK1) üzerine % 90 oranında bir sitotoksisite sağlanırken, test örneği olan elma çekirdeği yağı (2 mg) ile aynı süre zarfında % 88.6'lık bir inhibisyona ulaşılmıştır. Diğer yandan rahim ağzı kanser (SiHa) hücreleri üzerinde aynı konsantrasyon ve süre sonunda % 56'lık bir inhibisyon sağlanmış; aynı şekilde insan akciğer karsinoma (SiHa) hücrelerinde de yaklaşık olarak % 60 oranında kayda değer bir sitotoksisite elde edilmiştir. Elma çekirdeği yağı 72 saatlik bir süre zarfında daha iyi bir sitotoksisite sağlarken; kontrol olarak kullanılan Vinblastin'in etkisinin ise yavaş yavaş azaldığı

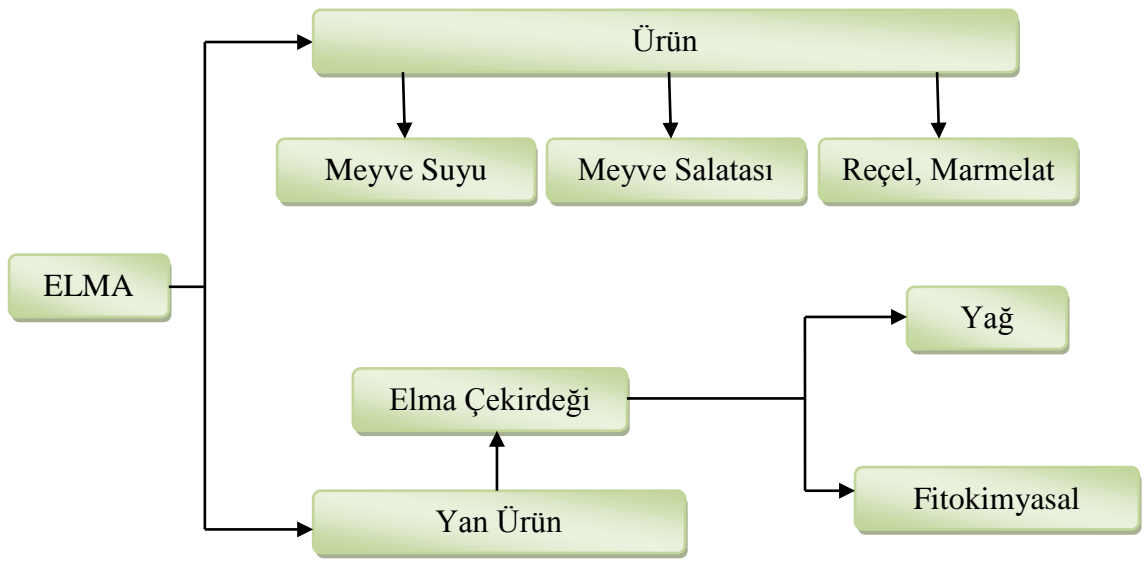
gözlenmiştir. Araştırma sonucunda elma posasının ve posadan elde edilen çekirdeklerin endüstriyel ölçekte değerlendirilebileceği ifade edilmiştir (Walia ve ark. 2013).

Bada ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada, İspanya'nın Asturias bölgesine ait 7 farklı yerel elma çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen yağların karakterizasyonunu incelemişlerdir. Çeşitlerdeki çekirdek verimi 4.56-7.49 g/10 kg meyve olarak tespit edilmiştir. Çekirdeklerdeki nem miktarının ve yağ veriminin çeşide göre sırasıyla % 7.13-9.26 ve % 16.87-22.73 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Elma çekirdeklerinin lipid bileşiminin; çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit, sterollerden β -sitosterol, fosfolipidlerden fosfatidilkolin ve tokoferollerden α -tokoferol bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda elma çekirdeklerinin yağ ekstraksiyonunda kullanılması ile yüksek katma değerli alternatif bir ürün elde edilebileceği ve zengin biyoaktif bileşenleri açısından bu yağın gıda maddelerinde kullanımı ile sektöre ilave bir seçenek oluşturulabileceği belirtilmiştir.

Górnas ve ark. (2014a) yaptıkları çalışmada, meyve salatası ve meyve suyu üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan 12 farklı elma çeşidinin çekirdeklerindeki tokokromanol bileşimini incelemişlerdir. Araştırmada elma çekirdeklerindeki baskın tokoferollerin α - ve β -homologları olduğu, ancak bazı çeşitlerin tokoferol homologlarının tamamını (α -, β -, γ - ve δ -) içerdiği tespit edilmiştir. Söz konusu tokoferollerin (α -, β -, γ - ve δ -) konsantrasyon aralığı ise sırasıyla 17.22-25.79 mg/100g, 7.53-29.05 mg/100g, 0.61-13.82 mg/100g ve 0.16-10.79 mg/100g olarak kaydedilmiştir. Diğer yandan elma çekirdeklerinde tespit edilen tokotrienol miktarı tokoferollere oranla çok daha düşük bulunmuştur. Çeşitlerin her birinde α -tokotrienole rastlanırken (0.02-0.16 mg/100g) diğer homologlardan β - ve γ -tokotrienol bazı çeşitlerde, δ -tokotrienol ise incelenen numunelerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Araştırma neticesinde elde edilen bulguların tokoferol standartlarının üretiminde uzmanlaşmış şirketler için yararlı olabileceği ve aynı zamanda elma çekirdeklerinden elde edilen bu tokokromanollerin gıda ve ilaç endüstrilerinde gelecek vaat eden alternatif bir kaynak olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir.

Górnas ve ark. (2014b) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, 11 elma çeşidinin çekirdek yağlarının lipofilik bileşimi incelenmiştir. Elma çekirdekleri, meyve suyu üretiminde presleme sonrasında ve meyve salatası üretimi esnasında açığa çıkan atıklardan elde edilmiştir. İncelenen numunelerde yağ verimi % 12.06-27.49 olarak tespit edilmiştir. Çekirdek yağlarındaki baskın yağ asitlerine ise linoleik asit (% 59.37-67.94), oleik asit (%

20.68-29.00) ve palmitik asidin (% 5.78-8.33) hakim olduğu belirlenmiştir. Araştırmada toplam fitosterol konsantrasyonu ile skualen miktarının çeşide bağlı olarak değiştiği tespit edilmiş ve sırasıyla 1.13-7.80 ve 0.01-0.34 mg/g yağ olarak kaydedilmiştir. Tespit edilen 6 fitosterol arasında β -sitosterol (% 51-94) baskın fitosterol olarak belirlenmiştir. Araştırma neticesinde elma çekirdeklerinin kullanımı ile ürün işleme prosesinde açığa çıkan atıkların etkin olarak değerlendirilebileceği, çevresel bakımdan sürdürülebilirliğin, hasat edilen ürünün daha etkili bir kullanımının ve aynı zamanda ekonomiye de olumlu bir katkının sağlanabileceği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada gıda sanayinde elma işleme sonrası yan ürün olarak açığa çıkan çekirdeklerin kullanım olanakları Şekil 2.1.'de şematize edilmiştir.



Şekil 2.1. Gıda sanayinde elma işleme sonrası yan ürün olarak açığa çıkan çekirdeklerin kullanım olanakları (Górnas ve ark. 2014b)

Fotschki ve ark. (2015); elma çekirdeği yağı tüketiminin farelerin metabolizması üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada öncelikle elma çekirdeği yağının yağ asidi profili belirlenmiş olup, ardından bu yağın farelerin çekum fonksiyonları ve kan lipitleri üzerine etkileri ile antioksidan ve inflamasyon belirteçleri araştırılmıştır. Farklı yağ kaynağı olarak kanola ve domuz yağı kullanılmıştır. Araştırma neticesinde çekumdaki amonyak konsantrasyonu elma çekirdeği ve kanola yağı ile beslenen grupta düşük çıkarken; kısa zincirli yağ asidi konsantrasyonu gruplar arasında karşılaştırılabilir nitelikte bulunmuştur. Diğer yandan elma çekirdeği yağı ile beslenen farelerin plazma triaçilgliserol (TAG) konsantrasyonu ile plazma aterojenik indeksinin (ATI) diğer gruplara göre belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitleri bakımından değerli bir kaynak olan elma çekirdeği yağının diyetle ilave edilmesi, kanola yağı ile kıyaslandığında farelerin metabolizması üzerine daha olumlu etkiler sağladığı belirtilmiştir.

Górnas (2015); yapılan önceki çalışmalara paralel olarak elma endüstrisi yan ürünlerinden elde edilen farklı çekirdek yağlarının tokoferol bileşimini araştırmıştır. Araştırmada numune olarak, Letonya’da yetiştirilen 5 farklı kültür elması ile 7 farklı yaban elması çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen yağlar kullanılmıştır. Kültür elmasından elde edilen çekirdek yağları (191.05-379.08 mg/100 g yağ) yaban elmasından elde edilen çekirdek yağları ile (130.55-202.54 mg/100 g yağ) karşılaştırıldığında daha yüksek tokoferol içeriği ile karakterize edilmiştir. Çalışılan tüm örneklerde α - ve β - tokoferol, γ - ve δ - homologlarına göre baskın bulunmuştur. Bununla birlikte, ‘Antej’ ve ‘Beforest’ çeşitlerinden elde edilen çekirdek yağlarının tokoferol bileşiminin benzersiz bir profile sahip olduğu ve bu iki çeşitte α , β , γ , δ tokoferol miktarının sırasıyla 91.41, 80.55, 72.46, 79.03 mg/100 g yağ ve 114.55, 112.84, 78.69, 73.00 mg/100 g yağ olduğu tespit edilmiştir.

Matthaus ve Özcan (2015) da çeşitli meyve çekirdeklerinin içerdikleri yağ miktarı, yağ asidi bileşimi ve vitamin-E bileşiklerinin dağılımına yönelik yaptıkları çalışmada, elma çekirdeklerine de yer vermişlerdir. Yapılan çalışmada, farklı lokasyonlardan toplanan elmalardan (Golden ve Starking) elde edilen çekirdeklerin yağ içeriğinin 21.9-25.6 g/100g arasında değiştiği ve bu yağdaki baskın yağ asitlerinin; doymuş yağ asitlerinden palmitik asidin (6.3-7 g/100g), doymamış yağ asitlerinden ise oleik (35.7-40.4 g/100g) ve linoleik asidin (48.1-51.7 g/100g) olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda diğer çeşitlere kıyasla elma çekirdeği yağının yüksek miktarda vitamin-E içerdiği (87.5-95.1 mg/100 g); buna bağlı olarak α tokoferol (51.4-60.5 mg/100 g) ile β tokoferol (28.3-34.3 mg/100 g) miktarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Pieszka ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada, polienoik yağ asitleri, tokokromanol ve fitosterol kaynağı olarak elma ve Frenk üzümü çekirdekleri ile ahududu ve çilek tohumlarından elde edilen yağları incelemişlerdir. Araştırmada elma çekirdeklerinin en yüksek yağ verimine (% 20.22) sahip olduğu, aynı zamanda yağ asitlerinden oleik (% 29.36) ve linoleik asitleri (% 55.54) de en yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir. Elma çekirdeği yağında α -, β -, γ - ve δ - tokoferol olmak üzere tüm izomerlerin miktarı sırasıyla 41.7, 62.7, 13.6 ve 21.2 mg/100 g yağ olarak belirlenmiştir. Yağdaki toplam fitosterol miktarı ise 3460 μ g/g olarak belirlenmiş olup baskın fitosterolün sitosterol (2630 μ g/g) olduğu ve bunu sırasıyla avenasterol (347.8 μ g/g), sitostanol (250 μ g/g), kampesterol (220 μ g/g) ve stigmasterolün (13.2 μ g/g) takip ettiği tespit edilmiştir. Araştırma neticesinde çeşitli biyoaktif

bileşenler bakımından zengin olan söz konusu çekirdek ve tohum yağlarının gıdaların tasarım ve üretiminde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Xu ve ark. (2015); 7 farklı elma çeşidinin çekirdeklerindeki fenolik bileşiklerin ve antioksidan aktivitenin değişimini incelemiştir. Yapılan çalışmada elma çekirdeği ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarının 5.74 mgGAE/g (Golden Delicious) ile 17.44 (Honeycrisp) mgGAE/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çekirdek fenoliklerinin HPLC ile kantitatif analizi sonucu baskın fenolik bileşiğin floridzin olduğu, bunu hyperin (kuersetin 3-galaktozid) ve klorojenik asidin takip ettiği, miktarlarının çeşide göre sırasıyla 240.45-864.42 mg/100 g, 28.20-75.25 mg/100 g ve 15.74-32.90 mg/100 g kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca kateşin, epikateşin, kuersetin, protokateşik asit ve proantosiyanidin B₂ minör fenolikler olarak, kafeik asit ise eser miktarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar elma çekirdeklerinin floridzin, hyperin ve klorojenik asit açısından iyi bir kaynak olduğunu göstermiştir.

Diğer yandan aynı çalışmada ABTS, DPPH ve FRAP metodları ile belirlenen antioksidan aktivite analizlerinde elma çekirdeklerinin, kabuk ve meyve etine göre daha yüksek seviyede radikal yakalama kapasitesi sergilediği belirlenmiştir. Antioksidan aktivitenin ABTS yöntemine göre 220.52-708.02 µM TE/g, DPPH yöntemine göre 37.56-64.31 µM TE/g, FRAP yöntemine göre 57.59 ile 397.70 µM TE/g değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışma, bir yan ürün olan elma çekirdeklerinin antioksidanlar ve fonksiyonel gıda katkı maddeleri açısından önemli bir kaynak olma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırma kapsamında bu değerli yan ürünün antioksidan aktivitesinin gıdalarda veya kozmetikte kullanımına bağlı olarak ekonojik bir getiri sağlayabileceği ve elma posasının birikiminden kaynaklanan çevre sorunlarını önleyebileceği veya azaltabileceği belirtilmiştir (Xu ve ark. 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Elma çekirdekleri

Tez kapsamında kullanılan elma çekirdekleri, çeşide göre 2015 yılının sonbahar hasat döneminde (Eylül-Ekim-Kasım) toplanan elmalardan elde edilmiştir. Araştırmada ekonomik değeri yüksek olan ve yörede yaygın bir şekilde üretimi gerçekleştirilen 5 farklı elma çeşidi (Fuji Zhen Aztec, Granny Smith, Pink Lady, Super Chief, Jeromine) kullanılmıştır. İlk 3 çeşit Kırklareli'nin Lüleburgaz ilçesine bağlı Ovacık köyünde yer alan Lük-Mey Tarım Meyvecilik Tohumculuk San. ve Tic. Ltd. Şti.'den; son 2 çeşit ise Karfrut Karaevli Meyve Üretim ve Pazarlama Ltd. Şti.'nin, Tekirdağ ili Çorlu ilçesine bağlı Sarılar köyünde faaliyet gösteren üretim tesisinden temin edilmiştir.

3.1.2. Mikroorganizmalar

Antimikrobiyal aktivite analizi için kullanılan *Bacillus subtilis* (ATCC 11774), *Escherichia coli* O157:H7-VT (N) (NCTC 12900), *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Enteritidis* (ATCC 13076), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) ve *Vibrio parahaemolyticus* (ATCC 17802) suşları Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Elmaların toplanması

Elmaların uygun ticari hasat olgunluğunda olduklarının belirlenmesi için meyve eti sertliği tayini ile suda çözünür kuru madde analizi yapılmıştır.

3.2.1.1. Meyve eti sertliği tayini (kg/cm²)

Meyve eti sertliği 11.1 mm çapında delme başlıklı el penetrometresi kullanılarak belirlenmiştir. Öncelikle uygulama bölgesindeki meyvenin kabuğu hafif bir şekilde sıyrılmış ve penetrometre el yardımıyla tek seferde meyve etine saplanmıştır. İşlem her meyvenin ekvatorial bölgesinin karşılıklı iki yüzeyinde uygulanmış ve sonuçlar kg/cm² cinsinden verilmiştir (Amarante ve ark. 2003).

3.2.1.2. Suda çözüner kuru madde (SÇKM) tayini (%)

Suda çözüner kuru madde tayini için el refraktometresi kullanılmıştır. Meyve etinden yeterli miktarda alınmış ve laboratuvar tipi blender ile homojen hale getirilmiştir. Homojen örnekten temiz ve kuru bir spatül yardımıyla 1-2 kaşık alınarak dört katlı tülbentin ortasına konmuş, tülbent dört köşesinden bir araya getirilerek sıkılmış ve ilk damlalar refraktometrenin prizma yüzeyine damlatılarak okuma gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu 2013). Analiz her çeşit için 10'lu gruplar halinde 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak suda çözüner kuru madde miktarı % olarak tespit edilmiştir.

3.2.2. Elma çekirdeklerinin eldesi

Çekirdekler, toplanan elmalardan zedelenmeyecek bir şekilde; bütün meyvenin dört bir yanından bir bıçak yardımıyla kesilerek meyve etinin alınması ve bunu takiben çekirdek yuvalarından elle çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Bu aşamada içi boş ve kararmış çekirdekler sağlam olanlardan ayrılarak analizlere dâhil edilmemiştir. Analiz örnekleri 55°C'de 5 saat kurutulduktan sonra çeşide göre farklı selofan paketlere alınmış, üzerleri alüminyum folyo ile sarılarak daha sonraki analizlerin yapılacağı zamana kadar oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda bekletilmiştir (Górnas ve ark. 2014b).

3.2.3. Elma ve çekirdeklerinde yapılan ön analizler

Tez kapsamındaki antimikrobiyal ve antioksidan aktivite analizleri öncesinde çeşide göre meyve ile çekirdekleri arasındaki bazı kriterleri belirlemek ve çeşitler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla belirli bazı ön analizler yapılmıştır.

3.2.3.1. Çeşide göre 1 adet elmanın ortalama taze meyve ağırlığı (g)

Elma çeşidine göre tüm partiyi temsil edecek şekilde 3 tekerrürlü 10'lu gruplar halinde toplam 30 adet elma seçilmiş ve hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar ortalama ağırlık (g) olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.2. Çeşide göre 1 adet elmadan elde edilen ortalama çekirdek adedi (adet/meyve)

Elma çeşidine göre tüm partiyi temsil edecek şekilde 3 tekerrürlü 10'lu gruplar halinde toplam 30 adet elma seçilmiş ve gruplardaki her bir elmadan elde edilen sağlam çekirdeklerin adedi kaydedilmiştir. Sonuçlar "adet/meyve" olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.3. Çeşide göre 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığı (g/meyve)

Elma çeşidine göre tüm partiyi temsil edecek şekilde 3 tekerrürlü 10'lu gruplar halinde toplam 30 adet elma seçilmiş ve gruplardaki her bir elmadan elde edilen sağlam çekirdekler hızlı bir şekilde hassas terazide tartıma alınmıştır. Sonuçlar “g/meyve” olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.4. Çeşide göre 1 adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı (g)

Elma çeşidine göre elde edilen çekirdeklerden kurutma işlemi öncesinde tüm partiyi temsil edecek şekilde 3 tekerrürlü 10'lu gruplar halinde toplam 30 adet çekirdek seçilmiş ve hızlı bir şekilde teker teker hassas terazide tartıma alınmıştır. Sonuçlar ortalama ağırlık (g) olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.5. Çeşide göre ortalama taze çekirdek eni (mm)

Kurutma işlemi öncesinde her tekerrürden çeşide göre tesadüfi olarak seçilen toplam 30 adet çekirdeğin eni dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş ve çekirdek eni “mm” olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.6. Çeşide göre ortalama taze çekirdek boyu (mm)

Kurutma işlemi öncesinde her tekerrürden çeşide göre tesadüfi olarak seçilen toplam 30 adet çekirdeğin boyu dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş ve çekirdek boyu “mm” olarak tespit edilmiştir.

3.2.4. Elma çekirdeklerinde ve ham yağında yapılan diğer analizler

3.2.4.1. Kuru madde analizi (%)

Elma çekirdeklerinde kuru madde analizi, darası belirlenen kurutma kaplarında örneklerin sabit tartıma ulaşmıca kadar etüvde 105°C'de kurutulması ile gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde 55°C'de 5 saat kurutulan elma çekirdekleri ev tipi kahve öğütücüde (Siemens MC 23200) öğütülmüştür. Diğer yandan kurutma kapları etüvde 105°C'de 2 saat süreyle kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide daraları alınmıştır. Bu işlemi takiben homojenize edilmiş elma çekirdeği örneklerinden darası alınan kurutma kaplarına yaklaşık olarak 4-5 g koyulmuş ve örnekler 105°C'de sabit bir ağırlığa ulaşana kadar (5 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından kurutma kapları tartım öncesi tekrar desikatöre yerleştirilerek oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve kaplar hassas terazide tartılarak

sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda örneklere ait % kuru madde miktarı Eşitlik 3.1 ve 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\% \text{ Nem Miktarı} = \frac{M_1 - M_2}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

M_1 = Numune ile kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi öncesi ağırlığı (g)

M_2 = Numune ile kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

m = Alınan rnek miktarı (g)'dir.

$$\% \text{ Toplam Kuru Madde Miktarı (g/100 g)} = 100 - \% \text{ Nem miktarı} \quad (3.2)$$

3.2.4.2. Ham kül analizi (%)

Kül analizi, materyaldeki organik kısmın tamamının yanmasını sağlayan koşullarda (550-600°C) rneklere sabit ağırlığa ulaşana dek yakılması ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle analizde kullanılan porselen krozeler 105°C sıcaklıkta etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulularak hassas terazide daraları alınmıştır. Öğütülmüş elma ekirdelerinden 3-5 g tartılıp bu örneklere 550°C sıcaklıkta renginin açık gri olduğu gözlenene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin akabinde porselen krozeler desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve hassas terzide tartılmıştır. Örneklere kuru maddedeki % ham kül sonuçları Eşitlik 3.3 ve 3.4 kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\% \text{ Yaş Ağırlıkta Ham Kül Oranı} = \frac{M_1 - M_2}{m} \times 100 \quad (3.3)$$

M_1 = Yakma işlemi sonrası porselen kroze + ham külün ağırlığı (g)

M_2 = Porselen krozenin ağırlığı (g)

m = Alınan rnek miktarı (g)'dir.

$$\text{Kuru Maddedeki \% Ham Kül Oranı} = \frac{\text{Yaş Ağırlıkta Ham Kül Oranı, \%}}{\text{rneğin Kuru Madde İçeriği, \%}} \times 100 \quad (3.4)$$

3.2.4.3. Ham yağ analizi (%)

Öğütülmüş elma çekirdeklerinde ham yağ analizi Soxhlet ekstraktörü ve çözgen olarak n-hekzan kullanılarak yapılmıştır. Öğütülmüş ekirdekler Soxhlet kartuşlarına alınmış ve ekstraksiyon işlemine n-hekzan varlığında 60°C'de 8 saat süreyle devam edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra etüvde kurutulularak sabit tartıma getirilmif ve darası alınmış rotary evaporatörün balonuna 'çözgen+yağ'dan oluşan karışım kayıpsız bir şekilde

alınarak, evaporatörde vakum eşliğinde (50-55°C'de) çözgenin geri kazanımı sağlanmıştır. Distilasyon sonrasında balon, etüvde düşük sıcaklıkta 1 saat tutularak çözgen tamamen uzaklaştırılmış ve desikatörde soğutulup hassas terazide tartılmıştır (Cemeroğlu 2013). Kuru madde üzerinden % yağ miktarı Eşitlik 3.5 kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen ham yağ amber renkli şişede +4°C'de diğer analizler yapılincaya kadar muhafaza edilmiştir. Her çeşit numune için ham yağ analizi sonrasında yağı alınmış materyale (defatted material, posa) içeriğindeki n-hekzanın giderilmesi amacıyla 50°C'de 3 saat kurutma işlemi uygulanmıştır (Chan ve ark. 2012).

$$\% \text{ Yağ Miktarı} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100 \quad (3.5)$$

M_1 = Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)

M_2 = Distilasyon sonrası balon + yağın ağırlığı (g)

m = Alınan örnek miktarı (g)'dir.

3.2.4.4. Ham protein analizi (%)

Çekirdeklerden yağ ekstraksiyonu sonucu elde edilen ve 50°C'de 3 saat kurutma işlemi yapılan posalardan hassas terazide 0.1-1.0 g tartılarak Kjeldahl cihazının tüplerine koyulmuş ve üzerlerine 1 gramlık Kjeldahl katalizöründen 2 tablet ilave edilmiştir. Ardından tüplere 20 ml H₂SO₄ eklenmiş ve tüpler Kjeldahl cihazının yağ yakma bloğuna yerleştirilerek yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420°C sıcaklıkta yakılmıştır. Ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuma sonrasında tüplere 90 ml distile su ve 80 ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Bunu takiben distilat yakalama kısmında bir erlen içerisine de 70-80 ml %2'lik H₃BO₃ ve 2-3 damla metil kırmızısı (0.1 g metil kırmızısı/100 ml alkol) eklenmiş ve distilasyon işlemine başlanmıştır. Distilat 0.1N HCl ile titre edilerek örnekteki % ham protein Eşitlik 3.6 ve 3.7 kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC 1990, Kutlu 2008).

$$\% \text{ Azot Miktarı} = \frac{V \times N \times 0.014}{m} \times 100 \quad (3.6)$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1N HCl miktarı (ml)

N = Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi (0.1)

m = Alınan örnek miktarı (g)

0.014 = Azot'un mili ekivalen ağırlığıdır.

$$\% \text{ Protein Miktarı} = \% \text{ Azot} \times 6.25 \quad (3.7)$$

3.2.4.5. Fenoliklerin ekstraksiyonu

3.2.4.5.1. Yağ analizi sonrasında elde edilen posadan fenoliklerin ekstraksiyonu

50 ml'lik kapaklı polipropilen falkon tüplerine yağı alınmış çekirdek posasından 2,5 g tartılmıştır. Tüplere 25 ml hacim çizgisine kadar % 80'lik metanol ilave edilmiştir. Sonrasında tüpler 1 dakika süreyle vortekslenmiş ve bu işlemi takiben oda sıcaklığında 30 dakika süreyle ultrasonik su banyosuna alınmıştır. Ardından tüpler 5.000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. İşlem sonrası üstte kalan berrak süpernatant 0.45 µm filtreden geçirilerek amber renkli numune şişelerine doldurulmuş ve -18°C'de muhafazaya alınmıştır (Karaman ve ark. 2015).

3.2.4.5.2. Elma çekirdeği yağından fenoliklerin ekstraksiyonu

Amber renkli şişelerde +4°C'de muhafazaya alınan elma çekirdeği yağlarından 15 ml'lik falkon tüplerine hassas terazide 1'er g tartılmıştır. Ardından 3 ml metanol ilave edilerek tüpler 1000 rpm'de 10 dakika boyunca oda sıcaklığında santrifüjlenmiştir. Bu işlemi takiben üstte kalan metanollü kısım ayrılarak farklı falkon tüplerine (15 ml'lik) aktarılmıştır. Tüplerde geri kalan yağa aynı şekilde 2 işlem daha yapılmıştır. Son olarak metanollü kısımların toplandığı 15 ml'lik falkon tüplerindeki toplam hacim metanol ile 10 ml'e tamamlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar amber renkli numune şişelerine aktarılarak -18°C'de muhafazaya alınmıştır (Parry ve ark. 2006).

3.2.4.6. Fenolik ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ)

Toplam fenolik madde miktarı; bu bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgemesi sonucu oluşan mavi rengin spektrofotometrede 720 nm'de ölçülmesi ile saptanmıştır. Deney tüplerine öncelikle 7.5 ml saf su pipetlenmiştir. Ardından amber renkli numune şişelerinde -18°C'de muhafazada bulunan %80'lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktlardan (posa ve yağ ekstraktları) 100 µl ilave edilerek üzerlerine 500 µl Folin ayırıcından pipetlenmiş ve tüpler iyice karıştırılarak 3 dakika bekletilmiştir. Her bir deney tüpüne 1 ml doymuş Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilip son olarak 900 µl saf su ile tüplerdeki toplam hacim 10 ml'e tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan tüpler 1 saat karanlıkta bekletildikten sonra 720 nm'de şahide karşı okunmuş ve absorbanlar kaydedilmiştir.

Standart olarak değişik konsantrasyonlarda (50-500 mg/L) hazırlanan gallik asit çözeltilerine de aynı işlemler uygulanmıştır. Hesaplamada gallik asidin farklı konsantrasyonlarına karşılık elde edilen absorbanslar kullanılarak çizilen standart eğrinin denkleminde yararlanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı uygulanan seyreltme oranları da göz önünde bulundurularak gallik asit (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ) eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde analizi her bir numune için 3 tekrürlü olarak gerçekleştirilmiştir (Singleton ve Rossi 1965, Cemeroglu 2013).

3.2.4.7. Posadaki fenoliklerin HPLC ile kantitatif olarak belirlenmesi (mg/kg)

Örneklerin fenolik bileşik profilleri Capanoglu ve ark. (2008)'nin metoduna göre belirlenmiştir. Her örnek için hazırlanan ekstraktlar 0.45 µm'lik filtrelerden süzöldükten sonra HPLC sistemine verilmiştir. HPLC sistemi Waters 600 kontrol birimi, Waters 996 photodiyot dizin (PDA) dedektör ve 40°C'deki kolon inkübatöründen oluşmaktadır. Kullanılan kolon, Nucleosil 3 µ C18 (2) 150x4.60 mm'dir. Çözgen sistemi olarak A (% 0.05 formik asit ile asitlendirilmiş su) ve B (% 0.05 formik asit içeren asetonitril) kullanılmıştır. Akış hızı dakikada 1 ml şeklinde ayarlanmış ve ekstrakttaki bileşenlerin ayrılması, % 5'ten % 75'e kadar çıkan lineer asetonitril gradiyenti kullanılarak 60 dakikalık analiz süresince gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 280 ve 320 nm'de yapılmıştır. Sonuçlar mg/kg olarak hesaplanmıştır. Deneşler 3 tekrarlı olarak ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.4.8. Fenolik ekstraktların DPPH• radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ)

Fenolik ekstraktların (posa ve yağ) DPPH• radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesinde Thaipong ve ark. (2006)'nin bildirdiği yöntem esas alınmıştır. Her çeşit için elde edilen fenolik ekstraktlardan ve metanolden (kontrol) 100-150-200 µl alınarak makro küvetlere pipetlenmiştir. Ardından üzerlerine metanol ile hazırlanmış 0.1 mM DPPH (2,2-difenil 1-pikril hidrazil) çözeltilerinden 2.850 ml ilave edilmiştir. Küvetler oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda küvetler spektrofotometrede 517 nm'de metanole karşı okunmuş ve elde edilen absorbanslar kaydedilmiştir. Değişik hacimlere karşılık (100-150-200 µl) Eşitlik 3.8 kullanılıp, elde edilen yüzde inhibisyon değerlerine lineer regrasyon analizi uygulanarak örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, daha önce standart Troloks solüsyonları (50-1000 µM) ile hazırlanan eğrinin eğimine oranlanarak, örneğin TEAC_{DPPH} (Trolox equivalent

antioksidan capacity, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi) değeri μmol Troloks/g posa ve μmol Troloks/g yağ olarak hesaplanmıştır. Analizler her numune için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon Oranı} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (3.8)$$

A_0 = Kontrolün (ekstrakt yerine metanol) absorbansı

A_1 = Analizi yapılan ekstraktın absorbansı

3.2.4.9. Fenolik ekstraktların ABTS•+ radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesi (μmol Troloks/g posa ve μmol Troloks/g yağ)

Fenolik ekstraktların (posa ve yağ) ABTS•+ radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesinde Xu ve ark. (2015)'nin bildirdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Öncelikle saf su ile hazırlanmış 14 mM 2,2'-azino-bis-3-etilbenzo-tiyazolin-6-sülfonik asit (ABTS) çözeltisi ile 4.9 mM potasyum persülfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) çözeltisi amber renkli bir şişeye 1:1 (v/v) oranında aktarılmıştır. Ardından oda sıcaklığında karanlık bir yerde 12-16 saat bekletilerek ABTS•+ radikalinin oluşması sağlanmış ve süre sonunda çözelti koyu mavi bir renk almıştır. Hazırlanan bu stok çözeltiden 1 ml alınarak absorbans değeri 734 nm'de 0.70 ± 0.02 arasında olacak şekilde metanol ile seyreltilmiştir. Bu çalışma çözeltisinden spektrofotometre küvetlerine 2 ml alınarak üzerine her çeşide ait fenolik ekstraktlardan değişik hacimlerde (10-15-25 μl) ilave edilmiştir. Küvetler 6 dakika oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda küvetlerdeki ABTS•+ radikalinin mavi renginin indirgenerek oluşan renksiz formu 734 nm'de spektrofotometrede metanole karşı okunmuş ve elde edilen absorbanslar kaydedilmiştir.

Başlangıç değere göre yüzde azalma "inhibisyon oranı" Eşitlik 3.9 yardımıyla hesaplanmıştır. Ardından yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarlarına karşı bir grafiğe aktarılıp, linear regrasyon analizi uygulanmak suretiyle örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, Troloks için hazırlanan standart eğrinin eğimine oranlanarak, örneğin $\text{TEAC}_{\text{ABTS}}$ (Trolox equivalent antioksidan capacity, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi) değeri μmol Troloks/g posa ve μmol Troloks/g yağ olarak hesaplanmıştır. Analizler her numune için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon Oranı} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (3.9)$$

A_0 = Kontrolün (ekstraksız) absorbansı

A_1 = Analizi yapılan ekstraktın absorbansı

3.2.4.10. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi (mm)

Antimikrobiyal aktivite analizi Bauer ve ark. (1996) tarafından açıklanan disk difüzyon yöntemine göre yapılmıştır. Analiz hem çekirdek yağlarına hem de yağı alınmış materyalden hazırlanan fenolik ekstraktlara uygulanmıştır. Bu amaçla taze mikroorganizma kültürlerinden Nutrient Broth besiyerine 1-3 koloni alınarak 35-37°C'de 2-8 saat süreyle kültüre alınmıştır. Test süspansiyonunun bulanıklığı 2-8 saatlik üreme sonunda 0.5 McFarland standardı (1.5×10^8 cfu/ml) ile eşleştirilerek standardize edilmiştir. Ardından bu kültürlerden 100 µl alınarak drigalski spatülü ile Nutrient Agar yüzeyine iyice yayılmıştır. Besiyerine bakteri süspansiyonunun absorbe olması ve yüzeydeki fazla nemin giderilmesi için petripler 10-15 dakika steril kabinde bekletilmiştir. Bu işlemi takiben besi ortamına aseptik olarak; posanın % 80'lik metanol ile önceden hazırlanmış fenolik ekstraktından ve 1:1 oranında metanol ile hazırlanmış çekirdek yağı karışımlarından 20 µl emdirilmiş 5 mm çaplı steril diskler, aralarında en az 24 mm olacak şekilde penset aracılığıyla hafifçe bastırılarak yerleştirilmiştir. Fenolik ekstraktlar için negatif kontrol olarak steril disklere 20 µl % 80'lik metanol pipetlenmiş ve bu diskler de petrilere penset aracılığıyla hafifçe bastırılarak yerleştirilmiştir. Pozitif kontrol olarak Ampicilin ve Gentamicin (10 µg/disk) kullanılmıştır. Bu şekilde hazırlanan petri kutuları 4°C'de 1.5±2 saat bekletilmiştir. Ardından petri plakları 37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon süresi sonunda disk çevresindeki zon çapları dijital kumpas ile ölçülmüş ve sonuçlar mm olarak kaydedilmiştir. Analizler her numune için 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.11. İstatiksel Analizler

Antimikrobiyal aktivite hariç her analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve sonuçlar ortalama±standart sapma (sd) olarak ifade edilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 16.0 paket programı kullanılarak Oneway Anova varyans analizine tabi tutulmuş ve farklılıkların istatistiksel önemlilik sınırları belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına önemlilik sınırlarına göre (0.01 veya 0.05) Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmış ve sonuçlar çizelgeler halinde özetlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Elmaların uygun ticari hasat olgunluğunda olduklarının belirlenmesi için yapılan meyve eti sertliği tayini ile suda çözümlü kuru madde analiz sonuçları, antimikrobiyal ve antioksidan aktivite analizleri öncesinde çeşide göre meyve ile çekirdekleri arasındaki bazı kriterleri belirlemek amacıyla yapılan ön analiz sonuçları ve daha sonra çekirdekler üzerine yapılan tüm analizlerde elde edilen değerler aşağıda verilmiştir.

4.1. Meyve Eti Sertliği Değerleri (kg/cm²)

Meyve kalitesinde önemli bir kriter olan, aynı zamanda ürünün tüketiciler tarafından tercih edilmesinde önemli bir rol oynayan meyve eti sertliği; 11.1 mm çapında delme başlıklı el penetrometresi kullanılarak her meyvenin ekvatorial bölgesinin karşılıklı iki yüzeyinde uygulanmış ve sonuçlar kg/cm² cinsinden verilmiştir.

Örnekler arasında meyve eti sertliği en yüksek olan çeşit Pink Lady (8.403 kg/cm²), en düşük çeşit ise Jeromine (6.456 kg/cm²) olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerlere uygulanan varyans analizi sonucu çeşitlerin meyve eti sertlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çeşitler arasında meyve eti sertliğine ait değişim grafiği ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

Yapılan araştırmalarda ticari hasat olgunluğundaki elmaların sahip olması gereken meyve eti sertliği çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte bu değer yaklaşık olarak 6.5-8.5 kg/cm² olarak belirtilmiştir. Ancak optimum hasat olgunluğundaki elmalarda meyve eti sertliği özellikle de çeşide göre çok farklı olabilmektedir. De Salvador ve ark. (2006); meyve eti sertliğinin meyve boyutuna göre değiştiğini tespit ederek, farklı boyutlardaki Golden Delicious ve Red Chief elma çeşitlerinin meyve eti sertliklerini sırasıyla 6.39-7.55 ve 6.69-8.79 kg/cm² olarak belirlemişlerdir.

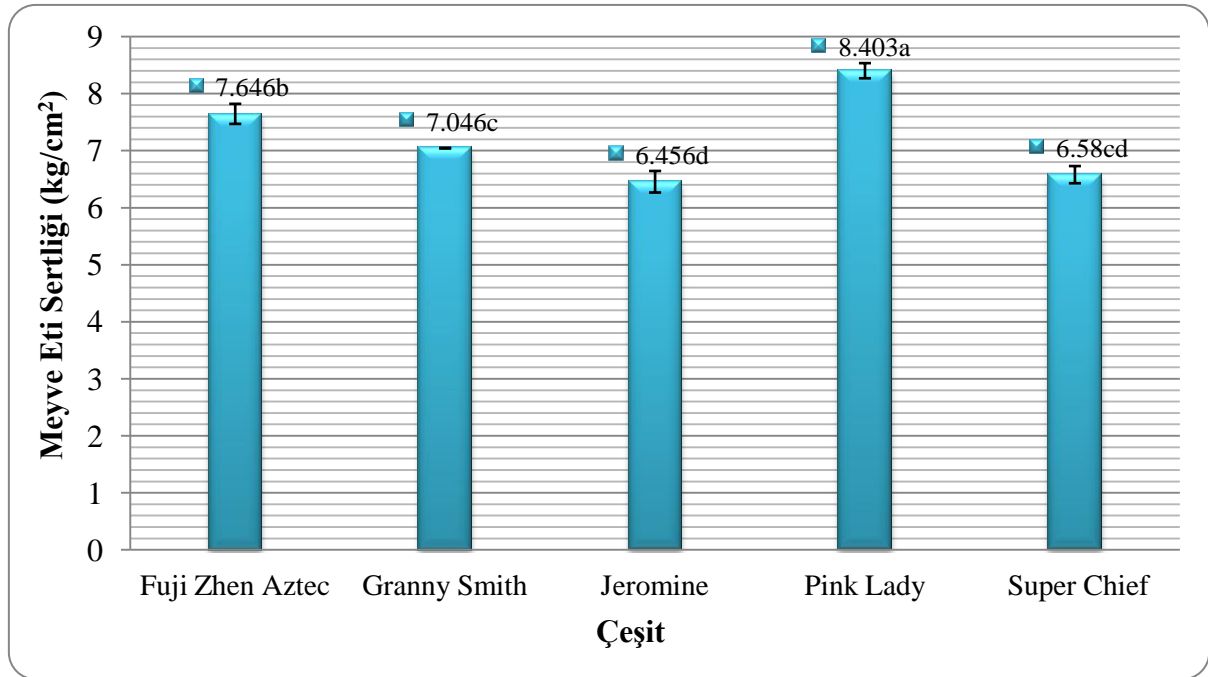
Babojelic ve ark. (2007) yaptıkları araştırmada, Pink Lady ve Granny Smith çeşitlerinin meyve eti sertliğini sırasıyla 7.3 ve 6.4 kg/cm² olarak bulmuşlardır. Araştırmada en sert meyve etine sahip çeşit Pink Lady olarak belirlenmiş, Idared çeşidinin meyve eti sertliği ise 4.5 kg/cm² olarak bulunmuştur.

Juhnevica-Radenkova ve ark. (2014); raf ömrü boyunca meyve kalitesi üzerine olgunluk derecesinin etkisine yönelik çalışmalarında inceledikleri yerel elma çeşitlerinin meyve eti sertliklerini 6.05-9.40 kg/cm² olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.1. Elma çeşitlerinde meyve eti sertliği (kg/cm²)

Çeşit	Meyve Eti Sertliği (kg/cm ²)			Ortalama Değer (kg/cm ²)	Standart Sapma	Sonuç** (kg/cm ²)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	7.45	7.79	7.7	7.646	0.176	7.646±0.176b
Granny Smith	7.05	7.04	7.05	7.046	0.005	7.046±0.005c
Jeromine	6.24	6.59	6.54	6.456	0.189	6.456±0.189d
Pink Lady	8.55	8.37	8.29	8.403	0.133	8.403±0.133a
Super Chief	6.44	6.74	6.56	6.580	0.151	6.580±0.151cd

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01).



Şekil 4.1. Elma çeşitleri arasında meyve eti sertliğine ait değişim grafiği

Xu ve ark. (2015); analizlerinde yer alan elma çeşitlerini ticari hasat olgunluğunda, meyve eti sertliği 7-8 kg/cm² olacak şekilde toplamışlardır. Çalhan ve ark. (2015); Isparta yöresinde ticari olarak hasat edilen Jeromine çeşidinin meyve eti sertliğini 7.6 kg/cm² olarak

tespit etmişlerdir. Demirsoy ve ark. (2016) ise ülkemizde yetiştirilen hasat olgunluğundaki bazı yerel elma çeşitlerinin meyve eti sertliklerinin 5.3-9.9 kg/cm² arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmamızda saptanan değerler de tüm bu çalışmalarda elde edilen değerler ile uyumluluk göstermektedir. Bu bakımdan elmaların optimum ticari hasat olgunluğunda toplanması işlemi kriterlere uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

4.2. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Değerleri (%)

Araştırmamızdaki elma çeşitleri arasında en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı Fuji Zhen Aztec (% 14.700), en düşük ise Jeromine (% 10.433) çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlere uygulanan varyans analizi sonucu suda çözünür kuru madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çeşitler arasında SÇKM miktarlarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.2.’de verilmiştir.

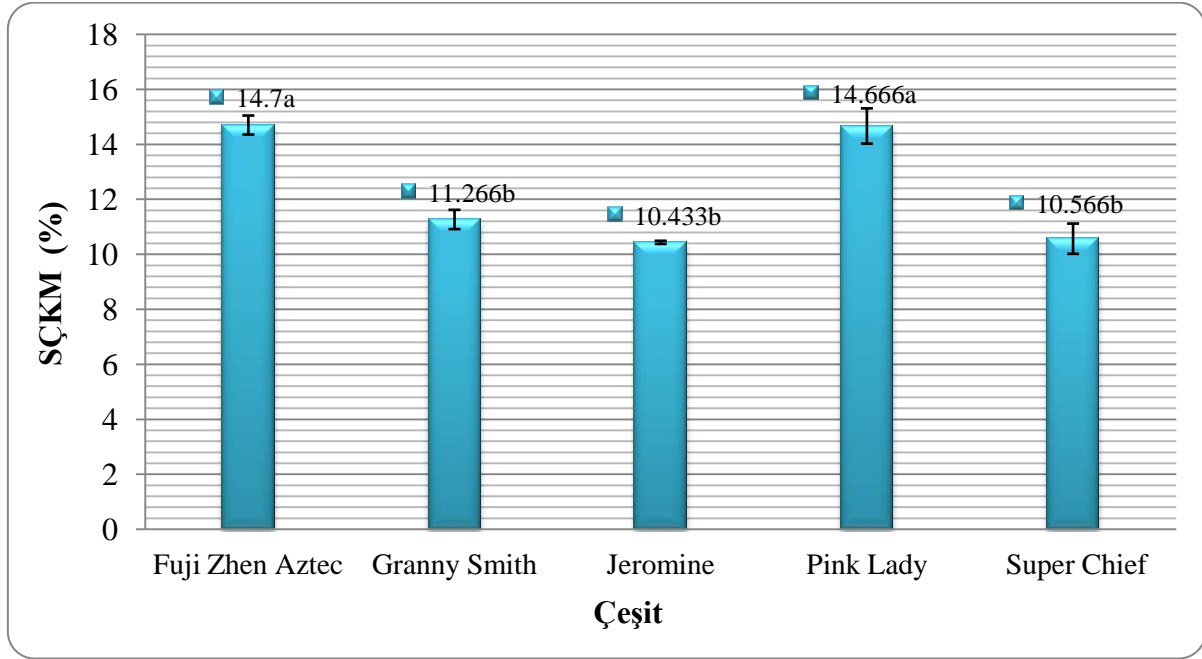
Çizelge 4.2. Elma çeşitlerinin suda çözünür kuru madde değerleri (%)

Çeşit	SÇKM, 20°C (%)			Ortalama Değer (%)	Standart Sapma	Sonuç** (%)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	14.5	15.1	14.5	14.700	0.346	14.700±0.346a
Granny Smith	11.6	11.3	10.9	11.266	0.351	11.266±0.351b
Jeromine	10.5	10.4	10.4	10.433	0.057	10.433±0.057b
Pink Lady	15.4	14.2	14.4	14.666	0.642	14.666±0.642a
Super Chief	11.2	10.2	10.3	10.566	0.550	10.566±0.550b

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).

Suda çözünür kuru madde miktarı elmaların ticari hasat olgunluğunun ve kalitesinin belirlenmesinde önemli bir göstergedir (Liu ve ark. 2008). Ancak hasat zamanının kesin olarak tahmininde tek başına yeterli değildir (Casals ve ark. 2006). Elma üretiminde çeşitler için net bir SÇKM değeri olmayıp bu değerinde ortaya çıkan kısmi farklılıklar meyvenin ağaç üzerindeki konumundan, değişik anaç kullanımından, kültürel uygulamalardan ve ekolojik şartlardan kaynaklanabilmektedir (Ünüvar ve Pırlak 2016). Diğer yandan Gulino (1986); elmalarda iyi bir meyve kalitesi için SÇKM değerinin % 11 civarında olması gerektiğini

bildirmiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçlar da bu değere çok yakın ya da bu değer üzerinde belirlenmiş olup çeşitlerin SÇKM içeriklerinin hasat için uygun olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.2. Elma çeşitleri arasında SÇKM miktarlarına ait değişim grafiği

Cripps ve ark. (1993); hasat olgunluğundaki Pink Lady elma çeşidinin SÇKM değerinin % 12.5-13.5 arasında değiştiğini açıklamışlardır. Babojelic ve ark. (2007) yaptıkları araştırmada, ticari hasat anındaki Pink Lady ve Granny Smith çeşitlerinin SÇKM miktarını sırasıyla 16.36 ve 12.48 olarak bulmuşlardır. Özgen ve Tokbaş (2007); araştırmalarında yer alan Fuji çeşidinin hasat anındaki SÇKM değerini % 14.6 olarak belirlemişlerdir. Baytekin ve Akça (2011) ise yaptıkları araştırmada, inceledikleri hasat olgunluğundaki elma çeşitlerinin SÇKM miktarlarını % 8.38-12.36 arasında tespit etmişlerdir. Araştırmada Fuji çeşidinin % 12.36 ile en yüksek SÇKM değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Çalhan ve ark. (2015) da ticari olarak hasat edilen Jeromine çeşidinin SÇKM değerini % 10.8 olarak belirlemişlerdir.

Wu ve ark. (2007); hasat olgunluğundaki Granny Smith çeşidinin SÇKM değerini % 12.03 olarak tespit etmişlerdir. Öztürk ve Öztürk (2016) ise Samsun ekolojisinde yetiştirilen standart bazı elma çeşitlerinden Granny Smith ve Super Chief çeşitlerinin SÇKM değerlerini sırasıyla % 11.37 ve % 11.74 olarak bulmuşlardır.

Henríquez ve ark. (2010) araştırmalarındaki elmalardan Fuji, Granny Smith ve Pink Lady çeşitlerinin SÇKM değerlerini sırasıyla % 12.7, % 12.6 ve % 15.5 olarak tespit etmişlerdir. Ünüvar ve Pırlak (2016) ise Karaman ekolojik şartlarında yetiştirilen hasat

olgunluğundaki elmalardan Fuji, Granny Smith ve Pink Lady çeşitlerinin SÇKM miktarlarını sırasıyla % 16, % 12.49 ve % 16.54 olarak bulmuşlardır. Xu ve ark. (2015); analizlerinde yer alan elma çeşitlerinin SÇKM değerlerini 12-14 °Brix olacak şekilde toplamışlardır. Tüm bu değerler, araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir. Bu bakımdan çeşitlerin SÇKM içeriklerinin hasat için uygun olduğu tespit edilmiş ve elmalar optimum ticari olgunlukta toplanmıştır.

4.3. Çeşide Göre 1 Adet Elmanın Ortalama Taze Meyve Ağırlığı (g)

Araştırmamızda yer alan çeşitler arasında taze meyve ağırlığının 134.283-175.897 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çeşitlerden en yüksek taze meyve ağırlığı Fuji Zhen Aztec, en düşük ağırlık ise Granny Smith çeşidinde belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre hasat olgunluğundaki çeşitlerin taze meyve ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çeşitler arasında ortalama taze meyve ağırlığına ait değişim grafiği ise Şekil 4.3'te verilmiştir.

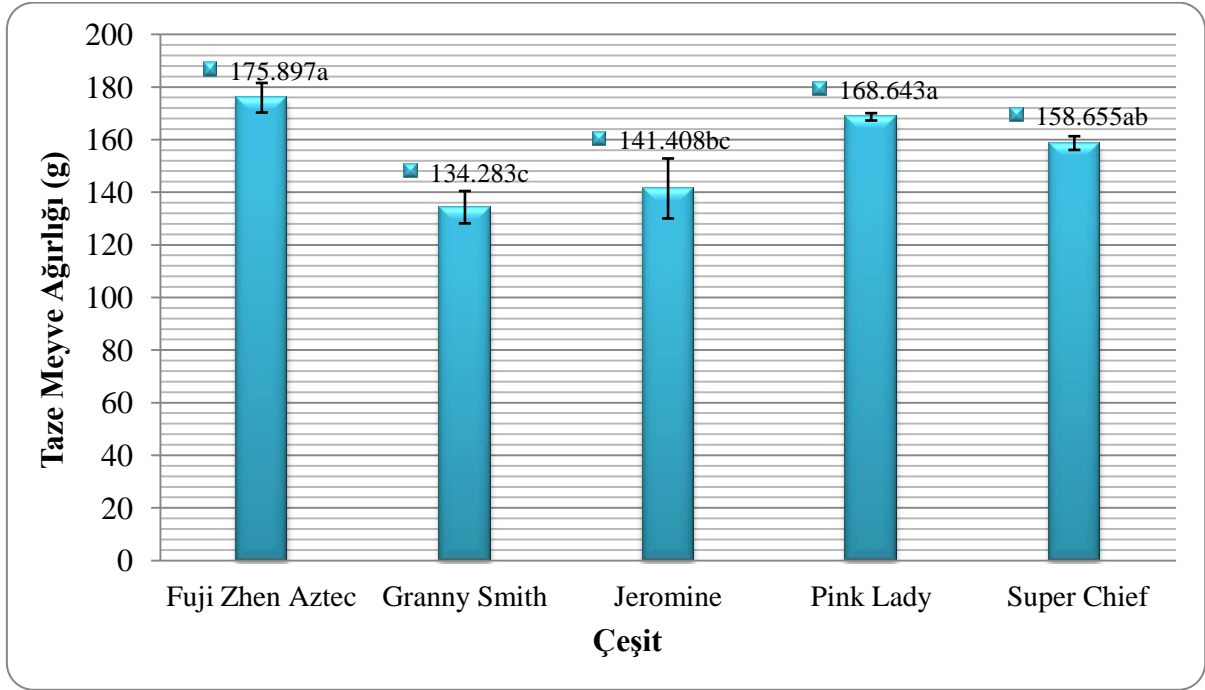
Çizelge 4.3. Elma çeşitlerinde ortalama taze meyve ağırlığı (g)

Çeşit	Ortalama Taze Meyve Ağırlığı (g)			Ortalama Değer (g)	Standart Sapma	Sonuç** (g)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	170.821	174.932	181.940	175.897	5.622	175.897±5.622a
Granny Smith	127.526	135.781	139.542	134.283	6.146	134.283±6.146c
Jeromine	154.514	133.712	135.999	141.408	11.407	141.408±11.407bc
Pink Lady	170.250	168.010	167.671	168.643	1.401	168.643±1.401a
Super Chief	156.670	157.679	161.616	158.655	2.613	158.655±2.613ab

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).

De Castro Hernandez ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, birbirini takip eden 3 sezon boyunca hasat edilen Pink Lady meyvelerinin ortalama meyve ağırlıklarının sezona göre sırasıyla 153-173 g, 172-189 g, 172-190 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Özongun ve ark. (2014) ise araştırmalarında yer alan elmalardan Pink Lady çeşidinin taze meyve ağırlığını 181 g olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu bu değerler araştırmamızdaki değerden yüksek olup, sadece De Castro Hernandez ve ark. (2005)'nin ilk sezonda tespit ettikleri meyve

ağırlığı (153-173 g) araştırmamızdaki Pink Lady gramajı (168.643 g) ile uyum göstermektedir.



Şekil 4.3. Elma çeşitleri arasında ortalama taze meyve ağırlığına ait değişim grafiği

Baytekin ve Akça (2011); Tokat şartlarında yaptıkları çalışmada, elma çeşitlerinin meyve ağırlıklarını 186.06 g (Granny Smith), 235.80 g (Red Chief), 280.18 g (Gala), 283.96 g (Fuji) olarak belirlemiştir. Bozbuğa ve Pırlak (2012); Niğde bölgesinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinden Fuji, Granny Smith ve Super Chief meyvelerinin ağırlıklarını sırasıyla 181.2 g, 180.2 g, ve 153.8 g olarak tespit etmişlerdir. Araştırmamızdaki meyvelerden Fuji Zhen Aztec ve Super Chief, bu araştırmadaki sonuçlar ile uyumluluk gösterirken, Granny Smith çeşidinin taze meyve ağırlığı araştırmamızda daha düşük (134.283) bulunmuştur. Öztürk ve Öztürk (2016) ise yaptıkları çalışmada Super Chief ve Granny Smith çeşitlerinin gramajlarını sırasıyla 144.1 g ve 163.6 g olarak belirlemişlerdir. Ünüvar ve Pırlak (2016)'ın yaptığı araştırmada meyve ağırlığı en az olan çeşit Pink Lady (161.82 g), en fazla olan çeşit ise Fuji (197.33 g) olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, araştırmamızdaki elma çeşitlerinin taze meyve ağırlıkları literatürdeki değerler ile kayda değer bir şekilde uyum göstermekte, tespit edilen farklılıkların ise kültürel uygulamalardan, değişik anaç kullanımından, iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

4.4. Çeşide Göre 1 Adet Elmadan Elde Edilen Ortalama Çekirdek Adedi (adet/meyve)

Elma çeşitleri arasında toplam çekirdek sayısı en fazla Fuji Zhen Aztec (8.50 adet/meyve), en az ise Jeromine (5.47 adet/meyve) çeşidinde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre hasat olgunluğundaki çeşitlerin ortalama çekirdek sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çeşitler arasında ortalama çekirdek sayısına ait değişim grafiği ise Şekil 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Elma çeşitlerinden elde edilen toplam çekirdek sayısı (adet/meyve)

Çeşit	Toplam Çekirdek Sayısı (adet/meyve)			Ortalama Değer (adet/meyve)	Standart Sapma	Sonuç** (adet/meyve)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	9.0	8.3	8.2	8.50	0.436	8.50±0.436a
Granny Smith	4.9	6.9	6.2	6.00	1.015	6.00±1.015b
Jeromine	6.1	4.8	5.5	5.47	0.651	5.47±0.651b
Pink Lady	7.1	7.0	7.3	7.13	0.153	7.13±0.153ab
Super Chief	7.9	6.8	7.2	7.30	0.557	7.30±0.557ab

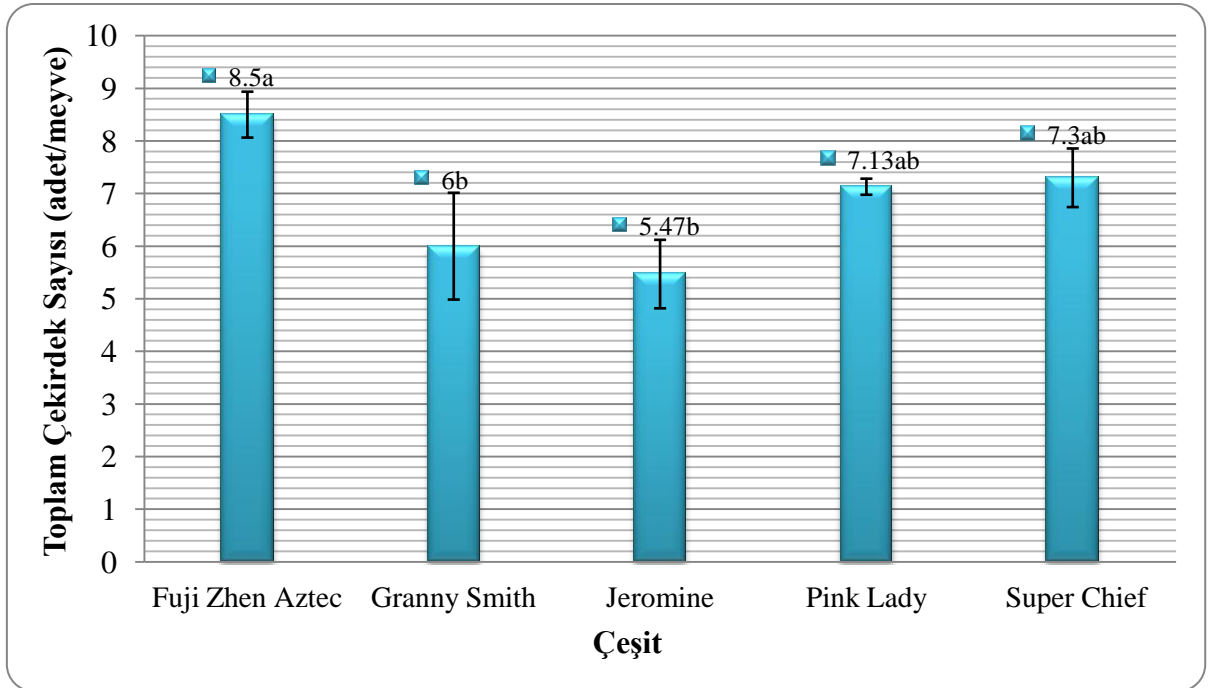
**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).

Yapılan çalışmalar ile elmaların içerdiği çekirdek sayısı, meyve kalitesi için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Bir meyvedeki çekirdek sayısı; meyvenin olgunlaşmasını, büyüklüğünü ve aynı zamanda ürünün şekli gibi çeşitli kalite özelliklerini etkilemektedir (Bramlage ve ark. 1990, Blazek ve Hlusickova 2006). Buccheri ve Di Vaio (2004) yaptıkları araştırmada, az çekirdeğe sahip elmaların küçük ve şekilsiz olup, bu nedenle tüketime yönelik standart kalitede olmadığını belirtmişlerdir. Diğer yandan araştırmada yer alan Red Delicious ve Golden Delicious çeşitlerinde çekirdek sayısı azaldığında buna bağlı olarak kalsiyum konsantrasyonunun da azaldığı ve bu durumun depolama süresi üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu vurgulanmıştır. Araştırmada, 5 farklı elma çeşidinde meyve başına düşen çekirdek sayısının $1.91±0.2$ ile $5.25±0.15$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Amarante ve ark. (2003); ticari olarak hasat edilen ve kontrol grubu olan Fuji meyvelerinde ortalama çekirdek sayısını $7.2±0.2$ adet/meyve olarak bulmuşlardır.

Matsumotoa ve ark. (2012) araştırmalarındaki Fuji eşidinin çekirdek sayısının 5.3-12.2 adet/meyve arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Arıkan ve ark. (2015) da Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen Fuji eşidinin ortalama çekirdek sayısını 8.83 adet/meyve olarak bulmuşlardır. Bu değerlerin Fuji eşidi açısından araştırmamız sonucu (8.50 adet/meyve) ile paralellik gosterdiği anlaşılmaktadır.

Bozbuğa ve Pırlak (2012) yaptıkları araştırmada, 2 farklı sezonda hasat edilen elmalardan Fuji, Granny Smith ve Super Chief eşitlerinin ortalama çekirdek sayılarının sırasıyla 9.1-9.2, 9.0-9.3, 7.3-7.5 adet/meyve arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu değerler incelendiğinde, araştırmamızdaki Fuji ve Super Chief eşitlerinin çekirdek sayısı, soz konusu araştırmadaki değerler ile uyumlu olup; Granny Smith eşidi ise araştırmadaki çeşide gore daha az çekirdeğe sahiptir. Başka bir çalışmada ise Fromm ve ark. (2012b); elma çeşitlerinin maksimum çekirdek miktarının çeşide gore 6-17 adet arasında değiştiğini belirlemişlerdir.



şekil 4.4. Elma eşitlerinde toplam çekirdek sayısına ait değişim grafiği

Ünuvar ve Pırlak (2016); Karaman ekolojik şartlarında yetiştirilen ticari hasat olgunluğundaki Pink Lady, Fuji ve Granny Smith eşitlerinde ortalama çekirdek sayısını sırasıyla 6.10, 8.00 ve 5.92 adet/meyve olarak bulmuşlardır. Çalışmadaki Pink Lady ve Granny Smith eşitlerindeki ortalama çekirdek sayısı araştırmamızdaki aynı çeşitlerden daha duşuk çıkmış, Fuji ise araştırmamız ile paralellik gostermiştir.

Diğer yandan meyvedeki ortalama çekirdek sayısı ile meyve ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Buccheri ve Di Vaio 2004, Blazek ve Hlusickova 2006). Yaptığımız çalışmada da ortalama meyve ağırlığı Fuji Zhen Aztec çeşidinde en fazla (175.897 g) olup, bu durum bize çekirdek sayısı-meyve ağırlığı arasındaki ilişkinin literatürdeki yerini doğrulamaktadır. Yapılan korelasyon analizinde de ortalama taze meyve ağırlığı ile toplam çekirdek sayısı arasındaki ilişki 0.01 anlamlılık düzeyinde oldukça yüksek ($r = 0.837$) çıkmıştır.

4.5. Çeşide Göre 1 Adet Elmadan Elde Edilen Toplam Taze Çekirdek Ağırlığı (g/meyve)

Araştırmamızda yer alan çeşitler arasında 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığı en yüksek Pink Lady çeşidinde (0.568 g/meyve), en düşük ise Jeromine çeşidinde (0.288 g/meyve) çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara yönelik yapılan varyans analizine göre hasat olgunluğundaki çeşitlerin toplam taze çekirdek ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çeşitler arasında toplam taze çekirdek ağırlığına ait değişim grafiği ise Şekil 4.5'te verilmiştir.

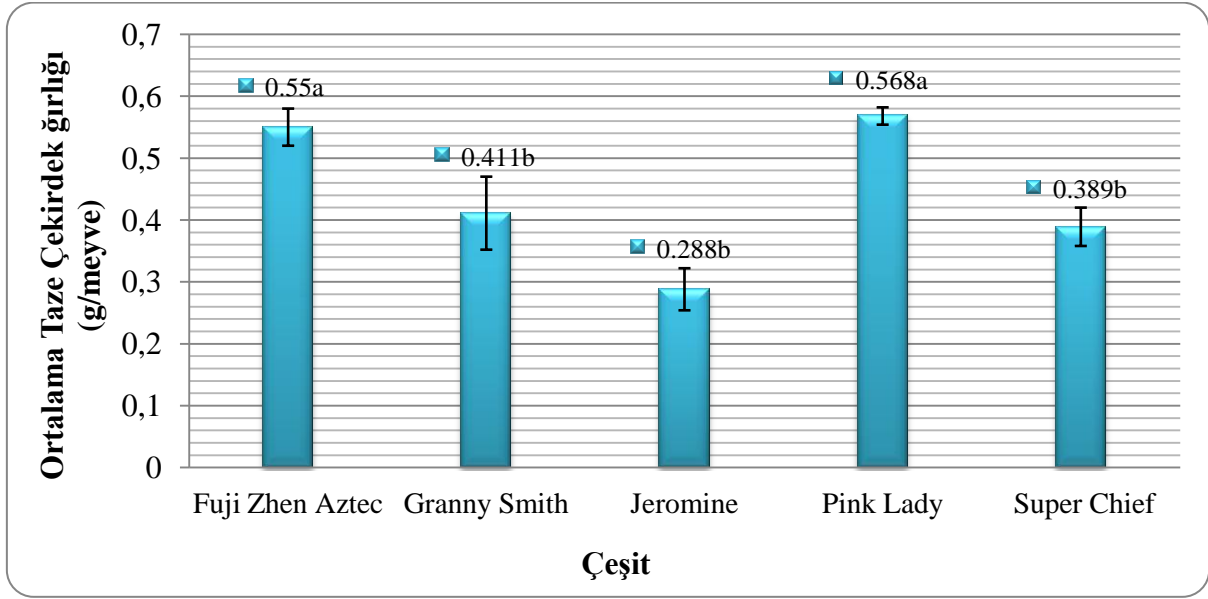
Çizelge 4.5. Çeşide göre 1 adet elmadaki toplam taze çekirdek ağırlığı (g/meyve)

Çeşit	1 Adet Elmadaki Ortalama Taze Çekirdek Ağırlığı (g/meyve)			Ortalama Değer (g/meyve)	Standart Sapma	Sonuç** (g/meyve)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	0.584	0.543	0.524	0.550	0.030	0.550±0.030a
Granny Smith	0.343	0.447	0.443	0.411	0.059	0.411±0.059b
Jeromine	0.319	0.251	0.295	0.288	0.034	0.288±0.034b
Pink Lady	0.556	0.565	0.584	0.568	0.014	0.568±0.014a
Super Chief	0.422	0.359	0.387	0.389	0.031	0.389±0.031b

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).

Fromm ve ark. (2012b) araştırmalarında inceledikleri elmalarda, çeşide göre elde ettikleri çekirdek sayısı ile çekirdek ağırlığı sonuçları çarpıldığında 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığının 0.180-0.936 g/meyve arasında değiştiği görülmektedir. Yine aynı şekilde Şenyurt ve ark. (2015)'nin yaptıkları araştırmada inceledikleri bazı yerel

elmaların çekirdek sayısı ile çekirdek ağırlığı sonuçları çarpıldığında 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığının 0.192-0.609 g/meyve arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.5. Elma çeşitleri arasında toplam taze çekirdek ağırlığına ait değişim grafiği

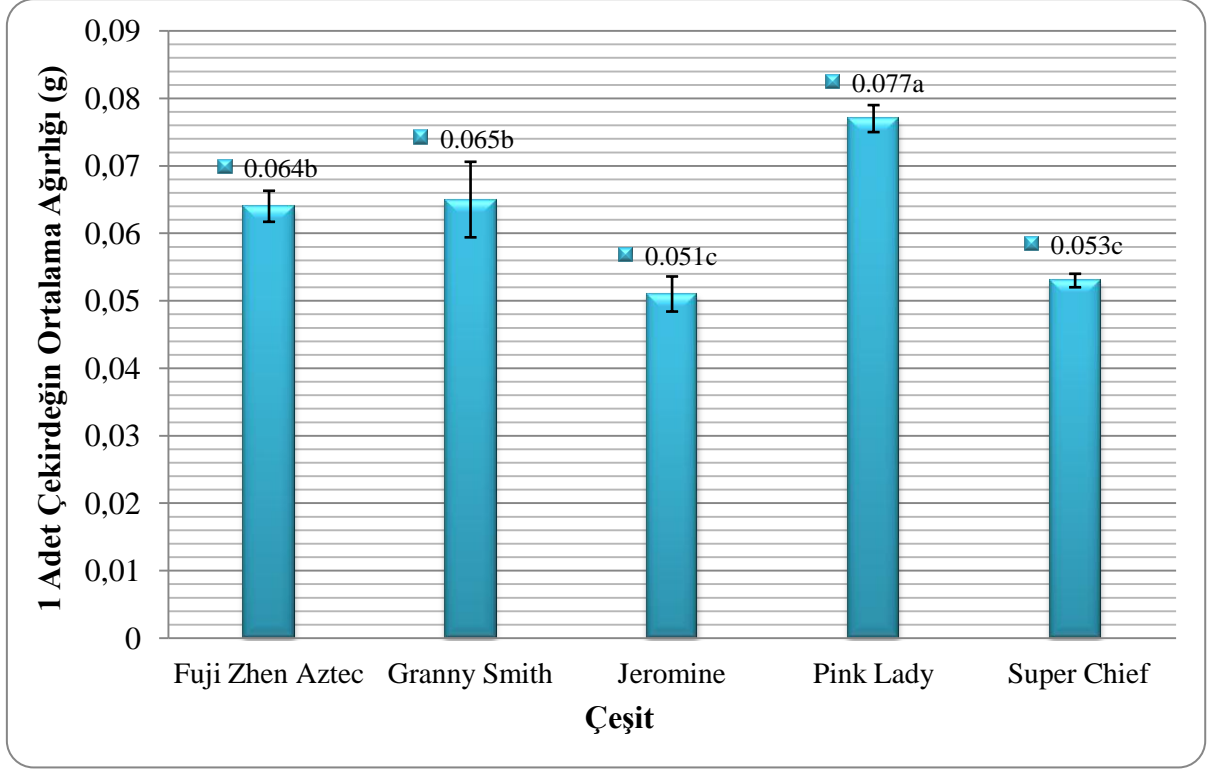
4.6. Çeşide Göre 1 Adet Taze Çekirdeğin Ortalama Ağırlığı (g)

Araştırmamızda yer alan çeşitler arasında bir adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı en yüksek Pink Lady çeşidinde (0.077 g), en düşük ise Jeromine çeşidinde (0.051 g) çıkmıştır. Yapılan varyans analizi sonucuna göre çeşitlerde 1 adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Sonuçlara ait değişim grafiği ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çeşide göre 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığı (g)

Çeşit	1 Adet Taze Çekirdeğin Ortalama Ağırlığı (g)			Ortalama Değer (g)	Standart Sapma	Sonuç (g)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	0.063	0.067	0.063	0.064	0.0023	0.064±0.0023b
Granny Smith	0.066	0.059	0.070	0.065	0.0056	0.065±0.0056b
Jeromine	0.048	0.052	0.053	0.051	0.0026	0.051±0.0026c
Pink Lady	0.077	0.075	0.079	0.077	0.0020	0.077±0.0020a
Super Chief	0.054	0.053	0.052	0.053	0.0010	0.053±0.0010c

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).



Şekil 4.6. Elma çeşitleri arasında 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığına ait değişim grafiği

Fromm ve ark. (2012b) araştırmalarında yer alan *Rosaceae* familyasına ait bazı meyve çeşitlerinden elma çekirdeklerinin ortalama ağırlığınının 12.8-75.4 mg (0.0128-0.0754 g) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Karadeniz ve ark. (2013) araştırmalarında yer alan elma çeşitlerinde 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığını 0.06-0.08 g olarak tespit etmişlerdir. Şenyurt ve ark. (2015) da araştırmalarında inceledikleri Gümüşhane yöresinde yetiştirilen bazı standart ve yerel elma çeşitlerinde, 1 adet çekirdeğin ortalama ağırlığının 0.04-0.07 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu araştırmalarda elde edilen değerler ile araştırmamızda elde edilen sonuçlar birbirine benzerlik göstermektedir. Ayrıca yapılan korelasyon analizinde elma çeşidine göre 1 adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı ile 1 adet elmadan elde edilen toplam taze çekirdek ağırlığı arasındaki ilişki 0.01 anlamlılık düzeyinde oldukça yüksek ($r = 0.782$) çıkmıştır.

4.7. Çeşide Göre Ortalama Taze Çekirdek Eni (mm)

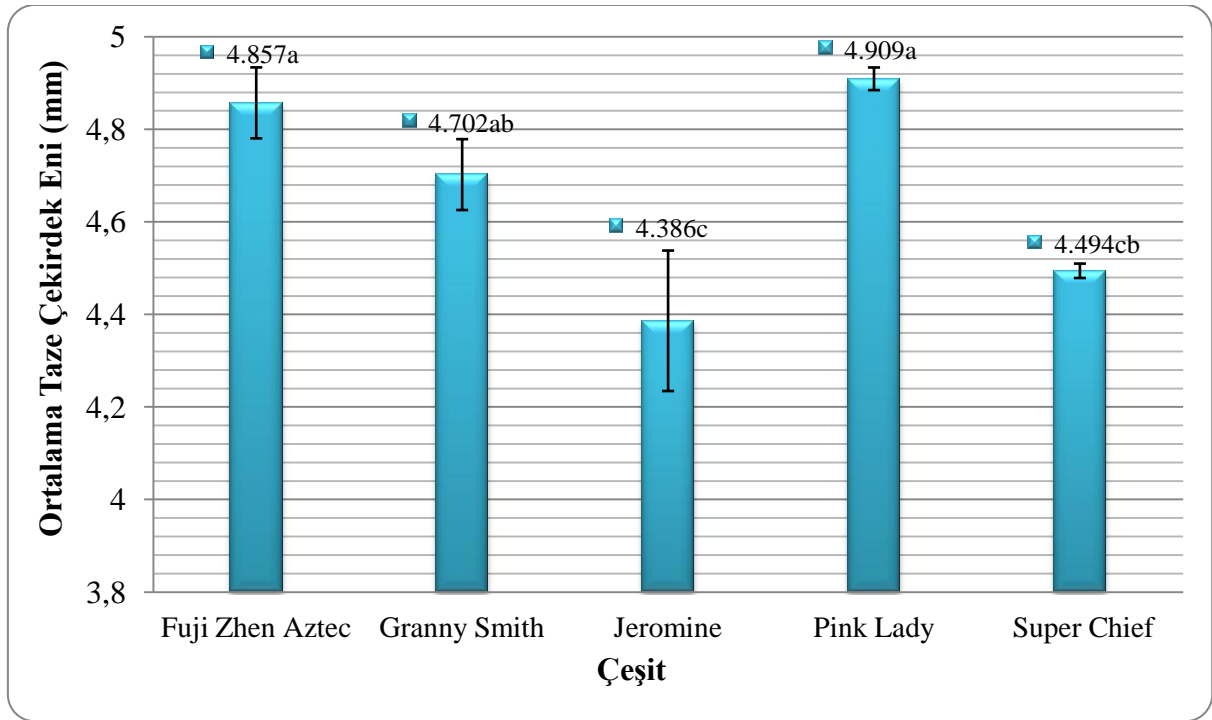
Kurutma işlemi öncesinde her tekerrürden çeşide göre tesadüfi olarak seçilen toplam 30 adet çekirdeğin eni dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş ve çeşitler arasında çekirdek eninin mm cinsinden en yüksek değeri, Pink Lady çeşidinden elde edilen çekirdeklerde (4.909 mm), en düşük ise Jeromine çeşidinden elde edilen çekirdeklerde (4.386 mm) tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi ile çeşitlerde ortalama taze çekirdek eni arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek enine ait değişim grafiği ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çeşide göre ortalama taze çekirdek eni (mm)

Çeşit	Taze Çekirdek Eni (mm)			Ortalama Değer (mm)	Standart Sapma	Sonuç** (mm)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	4.927	4.775	4.869	4.857	0.0767	4.857±0.0767a
Granny Smith	4.756	4.735	4.614	4.702	0.0766	4.702±0.0766ab
Jeromine	4.56	4.279	4.320	4.386	0.1518	4.386±0.1518c
Pink Lady	4.885	4.909	4.934	4.909	0.0245	4.909±0.0245a
Super Chief	4.496	4.478	4.509	4.494	0.0156	4.494±0.0156cb

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).



Şekil 4.7. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek enine ait değişim grafiği

Özrenk ve ark. (2011); Çatak ve Tatvan yörelerinde yetiştirilen yerel elma çeşitlerinin pomolojik özelliklerine yönelik yaptıkları araştırmada, çeşitlerdeki çekirdeklerin ortalama taze çekirdek eninin 3.7-5.0 mm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Karadeniz ve ark. (2013) da yerel bazı elma çeşitlerinin ortalama taze çekirdek enini 4.02-4.96 mm olarak belirlemişlerdir. Daler (2015) yaptığı çalışmada, bazı elma çeşitlerinin ortalama taze çekirdek eninin 3.21-4.61 mm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Başka bir çalışmada Ordu yöresinde yetişen yerel elmaların çekirdek eninin 2.56-7.22 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Uzun 2015). Tüm bu araştırmalarda elde edilen sonuçlar ile araştırmamızda elde edilen sonuçlar birbirine yakınlık göstermektedir.

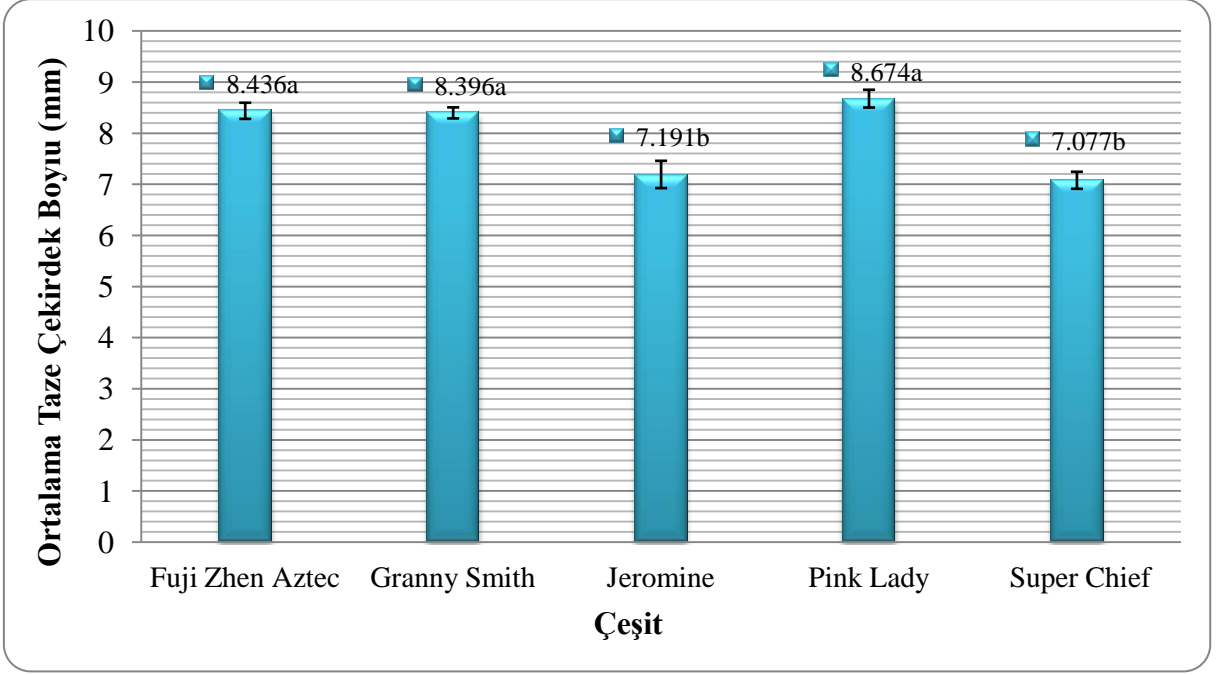
4.8. Çeşide Göre Ortalama Taze Çekirdek Boyu (mm)

Kurutma işlemi öncesinde her tekerrürden çeşide göre tesadüfi olarak seçilen toplam 30 adet çekirdeğin boyu dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş ve çeşitler arasında çekirdek boyunun mm cinsinden en yüksek değeri, Pink Lady çeşidinden elde edilen çekirdeklerde (8.674 mm), en düşük ise Super Chief çeşidinden elde edilen çekirdeklerde (7.077 mm) tespit edilmiştir. Sonuçlara yapılan varyans analizine göre çeşitlerde ortalama taze çekirdek boyu arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek boyuna ait değişim grafiği ise Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Çeşide göre ortalama taze çekirdek boyu (mm)

Çeşit	Taze Çekirdek Boyu (mm)			Ortalama Değer (mm)	Standart Sapma	Sonuç** (mm)
	I. (n=10)	II. (n=10)	III. (n=10)			
Fuji Zhen Aztec	8.256	8.495	8.556	8.436	0.158	8.436±0.158a
Granny Smith	8.45	8.465	8.273	8.396	0.108	8.396±0.108a
Jeromine	7.435	7.232	6.905	7.191	0.267	7.191±0.267b
Pink Lady	8.516	8.86	8.645	8.674	0.174	8.674±0.174a
Super Chief	7.113	6.895	7.223	7.077	0.167	7.077±0.167b

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.01$).



Şekil 4.8. Elma çeşitleri arasında ortalama taze çekirdek boyuna ait değişim grafiği

Daler (2015) yaptığı çalışmada, bazı elma çeşitlerinin ortalama taze çekirdek boyunun 6.92-9.65 mm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Başka bir çalışmada da Ordu yöresinde yetişen yerel elma çeşitlerinde elmaların çekirdek boyunun 5.42-12.9 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Uzun 2015). Yapılan bu araştırmalarda elde edilen değerlerin bazıları araştırmamız sonuçları ile uyumluluk gösterirken, bazı araştırmalarda tespit edilen elmaların çekirdek boyunun araştırmamız sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum elma çeşidinden kaynaklanabileceği gibi, ürünün yetiştirilme şekline, değişik anaç kullanımına, iklim ve toprak gibi çeşitli ekolojik şartlara bağlı olarak değişebilmektedir.

4.9. Kuru Madde Değerleri (%)

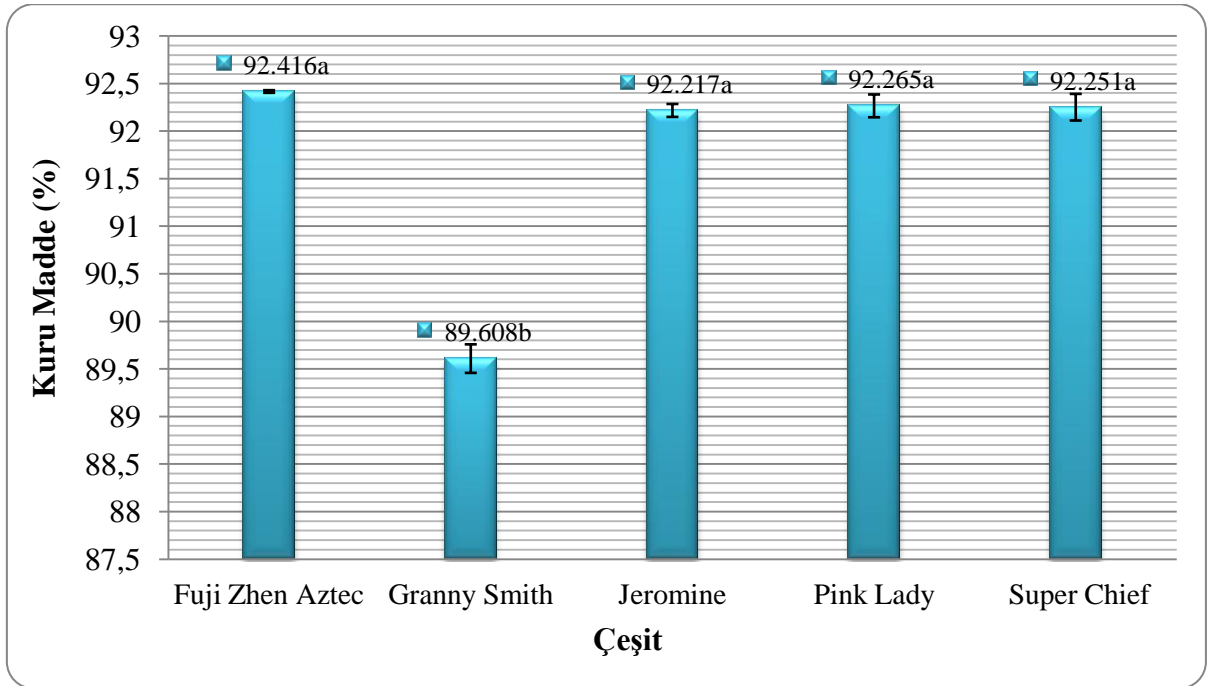
55°C’de 5 saat kurutulan ve öğütülerek homojen hale getirilen elma çekirdeklerinin kuru madde miktarı % 89.608 ile 92.265 arasında bulunmuştur. En yüksek kuru madde miktarı Pink Lady, en düşük ise Granny Smith çeşidinden elde edilen çekirdeklerde tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdeklerin kuru madde miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.9’da verilmiştir. Elma çekirdekleri arasında % kuru madde miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Elma çekirdeklerine ait kuru madde miktarı (%)

Çeşit	% KURU MADDE	Standart Sapma	Sonuç** (%)
	n=3		
Fuji Zhen Aztec	92.416	0.014	92.416±0.014a
Granny Smith	89.608	0.150	89.608±0.150b
Jeromine	92.217	0.068	92.217±0.068a
Pink Lady	92.265	0.120	92.265±0.120a
Super Chief	92.251	0.140	92.251±0.140a

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).

Yu ve ark. (2007) elma çekirdeğinin kimyasal bileşimi ve çekirdeklerden elde edilen yağın fizikokimyasal özelliklerinin tespitine yönelik yaptıkları çalışmada, elma (Qingguan) çekirdeklerinin % 10.2±0.4 nem içerdiğini tespit etmişlerdir. Dolayısıyla çekirdeklerin kuru madde miktarı % 89.8 olup, bu sonuç araştırmamız ile uyumludur.



Şekil 4.9. Elma çekirdeklerinin % kuru madde miktarına ait değişim grafiği

Leahu ve ark. (2013) ise yaptıkları araştırmada, elma çekirdeklerinin nem içeriğini 22.1 g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Buna göre elma çekirdeklerindeki kuru madde miktarı

77.9 g/100 g olup, bu sonuç araştırmamızda elde edilen kuru madde miktarlarına göre nispeten düşüktür. Bu farklılık çekirdeklerin elde edildiği elma çeşidinden kaynaklanabileceği gibi araştırmada uygulanan kurutma yönteminden de kaynaklanabilir. Bada ve ark. (2014); İspanya'nın Asturias bölgesine ait 7 farklı yerel elma çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen yağların karakterizasyonunu incelemişlerdir. Araştırmada çekirdeklerdeki nem miktarının çeşide göre % 7.13-9.26 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuç (% 90.74-92.87) araştırmamız sonuçları (% 89.608-92.265) ile benzerlik göstermektedir. Pieszka ve ark. (2015) da yaptıkları araştırmada elma çekirdeklerinin nem miktarını % 8.84±0.13 olarak belirlemişlerdir. Araştırmaya göre çekirdeklerdeki kuru madde miktarı % 91.16 olup araştırmamız sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

4.10. Ham Kül Değerleri (%)

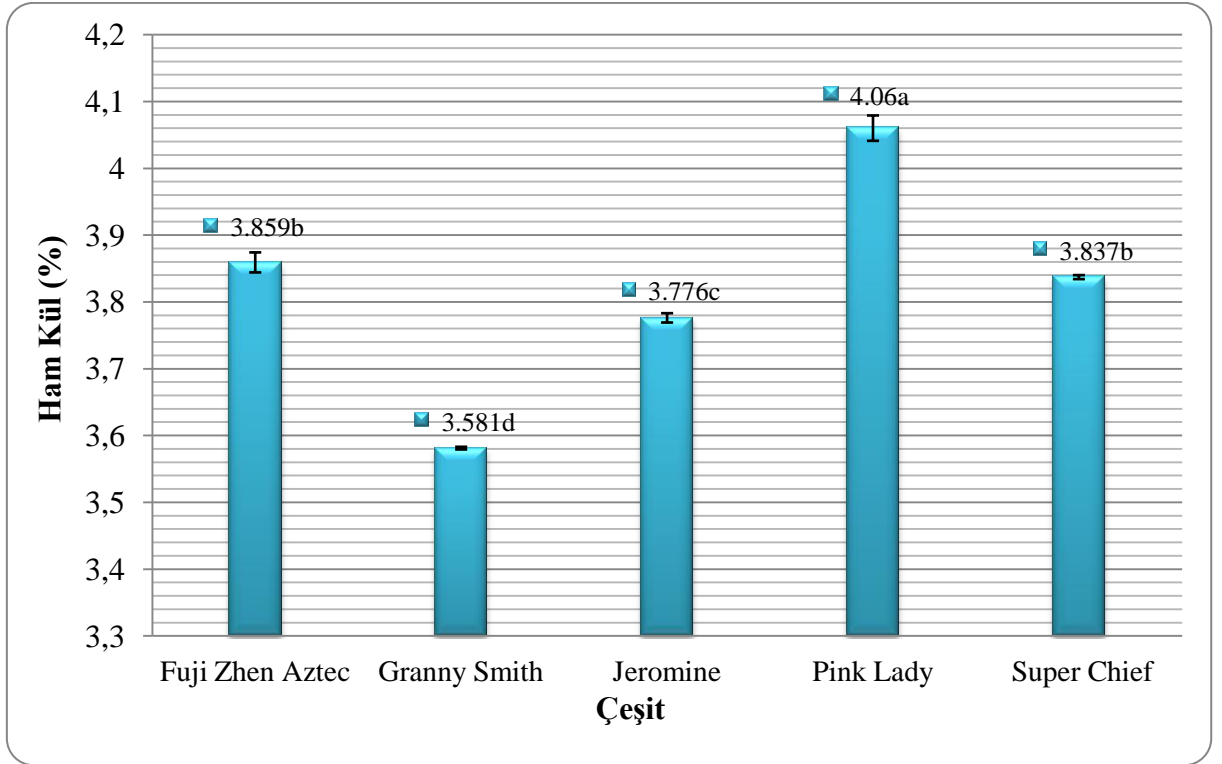
Materyaldeki organik kısmın tamamının yanmasını sağlayan koşullarda (550-600°C) rneklerin sabit ağırlığa ulaşana dek yakılarak gerçekleştirilen kül analizi ile elma çekirdeklerindeki ham kül miktarının %3.581-4.060 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek kül miktarı Pink Lady (% 4.060), en düşük ise Granny Smith (% 3.581) eşidinden elde edilen çekirdeklerde bulunmuştur. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdeklerin ham kül miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey oklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar izelge 4.10'da verilmiştir. Elma çekirdekleri arasında % ham kül miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham kül sonuçları (%)

eşit	% HAM KÜL	Standart Sapma	Sonuç** (%)
	n=3		
Fuji Zhen Aztec	3.859	0.015	3.859±0.015b
Granny Smith	3.581	0.002	3.581±0.002d
Jeromine	3.776	0.007	3.776±0.007c
Pink Lady	4.060	0.019	4.060±0.019a
Super Chief	3.837	0.003	3.837±0.003b

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01).

Yu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, elma (Qingguan) çekirdeklerinin % 4.1 ± 0.3 oranında kül ihtiva ettiğini tespit etmişler ve bu değerin üzüm çekirdeğinin (% 2.2) içermiş olduğu kül miktarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Tian ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada, Fuji ve New Red Star olmak üzere farklı iki elma çeşidine ait çekirdeklerin kül miktarını sırasıyla 5.20 ve 4.31 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler, araştırmamız sonuçlarından (%3.581-4.060) nispeten daha yüksek olup, bu durumun kültürel uygulamalardan, iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.10. Elma çekirdeklerinin % ham kül miktarına ait değişim grafiği

El-Safy ve ark. (2012) araştırmalarında inceledikleri çeşitlerden elma çekirdeklerinin kül miktarını % 3.66 ± 0.23 olarak bulmuşlardır. Söz konusu araştırmada, elma çekirdeklerindeki kül miktarının araştırmada yer alan guava (% 0.96 ± 0.51), kayısı (% 2.32 ± 0.11), portakal (% 2.50 ± 0.23), kaynanadili (% 3.14 ± 0.04) gibi diğer bazı çeşitlerin çekirdeklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.11. Ham Yağ Değerleri (%)

Soxhlet ekstraktörü ve n-hekzan çözgeni eşliğinde yapılan ham yağ analizi sonucu elma çekirdeklerinden elde edilen ham yağ miktarının %21.882 ile 27.643 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek ham yağ miktarı Jeromine (% 27.643), en düşük ise Granny Smith (% 21.882) çeşidinden elde edilen çekirdeklerde bulunmuştur. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdeklerin ham yağ miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir. Elma çekirdekleri arasında % ham yağ miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.11'de verilmiştir.

Yu ve ark. (2007); elma çekirdeğinin kimyasal bileşimi ve çekirdeklerden elde edilen yağın fizikokimyasal özelliklerinin tespitine yönelik yaptıkları çalışmada, elma (Qingguan) çekirdeklerinin % 27.7 ± 0.7 ham yağ içerdiğini tespit etmişler ve bu değer soya fasulyesi (% 16-22) ile üzüm çekirdeğinin (%14-16) içermiş olduğu ham yağ miktarından daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Yukui ve ark. (2009); elma ve armut çekirdeği yağlarının kimyasal bileşimine yönelik yaptıkları çalışmada, elma çekirdeğinin (Red Fuji, 291 g yağ/kg çekirdek) armut çekirdeğine (Dangshau Suli, 179 g yağ/kg çekirdek) oranla daha yüksek yağ verimine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

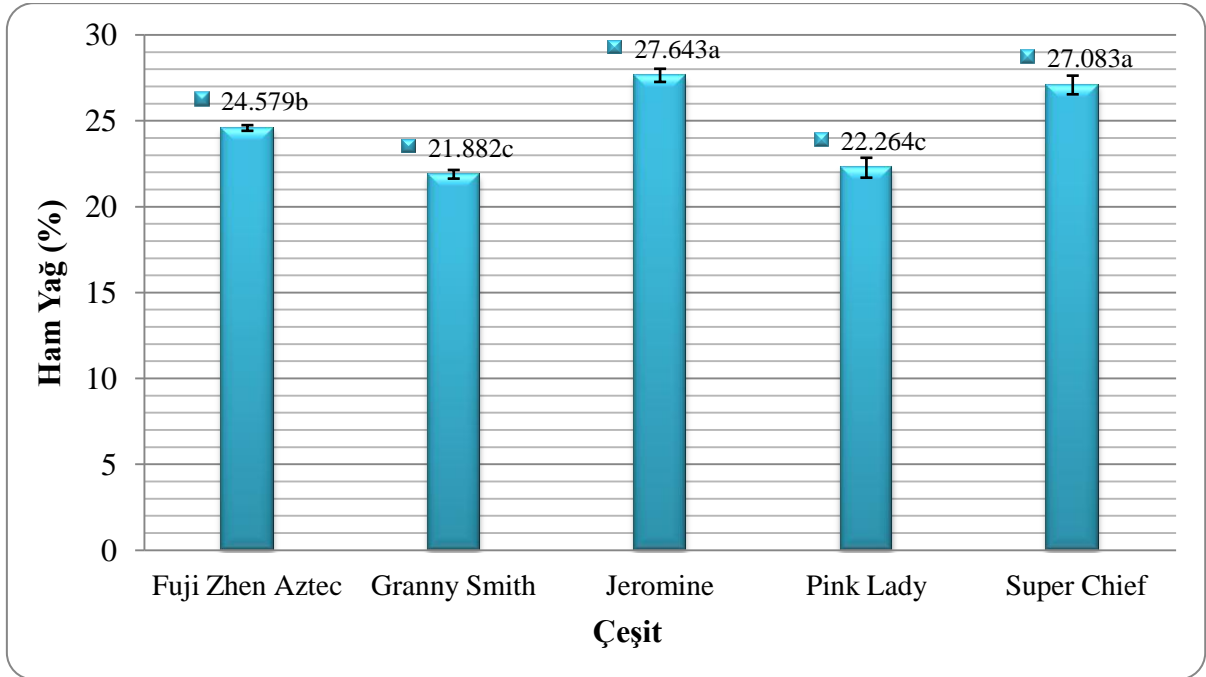
Tian ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, Fuji ve New Red Star olmak üzere farklı iki elma çeşidine ait çekirdeklerin kimyasal bileşimini ve bu çekirdeklerden petrol eteri ekstraksiyonu ile elde edilen yağların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışmada, Fuji ve New Red Star elma çekirdeklerinin yağ veriminin sırasıyla 20.69 g yağ/100 g çekirdek ve 24.32 g yağ/100 g çekirdek olduğu tespit edilmiştir.

Fromm ve ark. (2012a); 12 farklı elma çeşidinin çekirdeklerindeki yağ miktarının çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ve çekirdeklerdeki yağ miktarının %16.1-26.5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Fromm ve ark. (2012b) yaptıkları başka bir çalışmada, *Rosaceae* familyasına ait elma, armut, ayva, kuşburnu ve kırmızı üvez meyvelerinin çekirdeklerinde bulunan yağ miktarını ve bu çekirdeklerden elde edilen yağların yağ asidi profillerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada elma çekirdeklerindeki yağ miktarının % 15.4-29.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen çeşitler arasında en yüksek yağ verimi elma çekirdeklerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham yağ sonuçları (%)

Çeşit	% HAM YAĞ	Standart Sapma	Sonuç** (%)
	n=3		
Fuji Zhen Aztec	24.579	0.165	24.579±0.165b
Granny Smith	21.882	0.252	21.882±0.252c
Jeromine	27.643	0.384	27.643±0.384a
Pink Lady	22.264	0.580	22.264±0.580c
Super Chief	27.083	0.544	27.083±0.544a

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).



Şekil 4.11. Elma çekirdeklerinin % ham yağ miktarına ait değişim grafiği

Arain ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, elma çeşitleri arasındaki farklılığı, çekirdek yağlarının yağ asidi profilini ve biyoaktif bileşenlerini kemometrik metotlar ile inceleyerek ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmada materyal olarak kullanılan Royal Gala, Red Delicious, Pyrus Malus ve Golden Delicious elma çeşitlerinin çekirdeklerindeki yağ miktarının sırasıyla % 27.2±1.1, % 27.6±0.8, % 28.9±0.9 ve % 26.8±1.7 olduğu belirlenmiştir. Walia ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, Red Chief, Red Delicious, Royal

Delicious ve Golden Delicious çeşitlerini içeren elma posasından ayrıştırılan çekirdeklerin yağ miktarının % 22.33±1.5 olduğunu tespit etmişlerdir.

Górnas ve ark. (2014b) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, 11 elma çeşidinin çekirdek yağlarının lipofilik bileşimi incelenmiştir. Elma çekirdekleri, meyve suyu üretiminde presleme sonrasında ve meyve salatası üretimi esnasında açığa çıkan atıklardan elde edilmiştir. İncelenen numunelerde yağ verimi % 12.06-27.49 olarak tespit edilmiştir. Bada ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada, İspanya'nın Asturias bölgesine ait 7 farklı yerel elma çeşidinin çekirdeklerinden elde edilen yağların karakterizasyonunu incelemişlerdir. Çekirdeklerdeki yağ veriminin çeşide göre % 16.87-22.73 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir.

Matthaus ve Özcan (2015); çeşitli meyve çekirdeklerinin içerdikleri yağ miktarı, yağ asidi bileşimi ve vitamin-E bileşiklerinin dağılımına yönelik yaptıkları çalışmada, inceledikleri elmaların (Golden ve Starking) çekirdeklerindeki yağ miktarının 21.9-25.6 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Pieszka ve ark. (2015) da yaptıkları araştırmada, polienoik yağ asitleri, tokokromanol ve fitosterol kaynağı olarak elma ve Frenk üzümü çekirdekleri ile ahududu ve çilek tohumlarından elde edilen yağları incelemişlerdir. Araştırmada elma çekirdeklerinin en yüksek yağ verimine (% 20.22) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Farklı çalışmalarda elma çekirdeklerinin ham yağ oranına dair belirlenen tüm bu sonuçlar araştırmamız sonuçları ile benzerlik göstermektedir, Aynı zamanda çalışmamızda elma çekirdeklerinin % 21.882-27.643 oranında ham yağ içeriğinin tespiti, bu çekirdeklerin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Çünkü ham yağ verimindeki bu oran, yağ üretiminde kullanılan bazı tohumların yağ içeriği ile aynı seviyede veya bunlardan daha yüksektir. Örneğin pamuk tohumu ve soya tohumundaki yağ oranı % 18-25 iken; zeytin % 15-35 oranında yağ içermekte, üzümde ise kuru madde bazında çekirdeğin yaklaşık %7-20'sini ham yağ oluşturmaktadır (O'Brien 2004, Kayahan 2006, Matthaus 2008).

4.12. Ham Protein Değerleri (%)

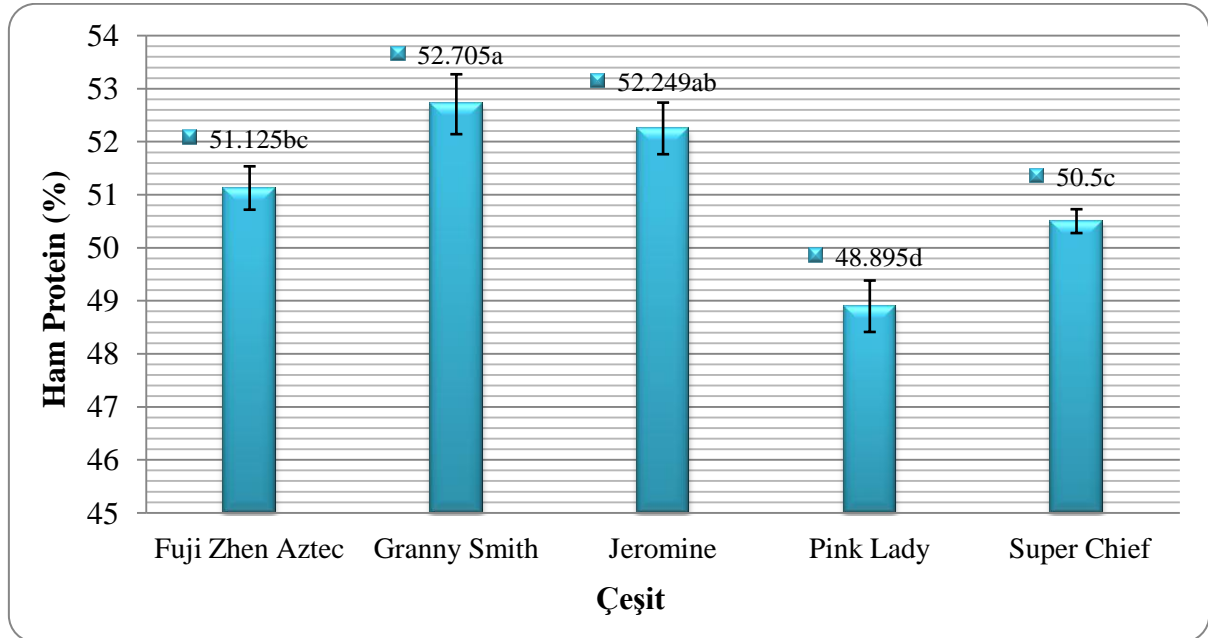
Kjeldahl yakma prensibine göre yapılan protein analizi sonucunda yağı alınmış elma çekirdeklerinin ham protein miktarının % 48.895 ile % 52.705 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek ham protein miktarı Granny Smith (% 52.705), en düşük ise Pink Lady (% 48.895) çeşidinden elde edilen çekirdeklerde bulunmuştur. Analiz sonuçlarına yapılan

varyans analizine göre çekirdeklerin kuru maddedeki ham protein miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.12’de verilmiştir. Elma çekirdekleri arasında kuru maddedeki % ham protein miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Yağı alınmış elma çekirdeklerinin kuru maddedeki ham protein sonuçları (%)

Çeşit	% HAM PROTEİN	Standart Sapma	Sonuç** (%)
	n=3		
Fuji Zhen Aztec	51.125	0.409	51.125±0.409bc
Granny Smith	52.705	0.565	52.705±0.565a
Jeromine	52.249	0.487	52.249±0.487ab
Pink Lady	48.895	0.485	48.895±0.485d
Super Chief	50.500	0.225	50.500±0.225c

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).



Şekil 4.12. Elma çekirdeklerinin % ham protein miktarına ait değişim grafiği

Yu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, elma (Qingguan) çekirdeklerinin % 34.0±0.5 oranında protein ihtiva ettiğini tespit etmişler ve bu değerün üzüm çekirdeğinin (% 7-10)

içermiş olduğu protein miktarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Tian ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada, Fuji ve New Red Star olmak üzere farklı iki elma çeşidine ait çekirdeklerin protein miktarını sırasıyla 38.85 ve 49.55 g/100g olarak tespit etmişlerdir.

El-Safy ve ark. (2012) araştırmalarında inceledikleri çeşitlerden elma çekirdeklerinin protein miktarını % 33.79±0.11 olarak bulmuşlardır. Elma çekirdeklerindeki protein miktarının araştırmada yer alan tüm (papaya % 31.26±0.11, karpuz % 30.11±0.32, guava % 7.90±0.34, kayısı % 26.76±0.11, portakal % 3.06±0.32, kaynanadili % 16.60±0.33, kırmızıbiber % 25.33±0.16) çeşitlerin çekirdek veya tohumlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Literatürdeki elma çekirdeği % protein miktarı ile araştırmamızda elde edilen sonuçlar arasında gözlenen bu farklılığa öncelikli olarak araştırmamızda yer alan protein analizinde yağı alınmış elma çekirdeği posalarının kullanılmasının neden olduğu düşünülmektedir. Buna istinaden Yu ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada da elma çekirdeklerinden yağın alınması sonucu çekirdeklerdeki protein oranının % 60'ın üzerine çıktığı belirtilmiştir. Diğer yandan çekirdeklerdeki protein miktarına; çekirdeklerin elde edildiği çeşit, farklı kültürel uygulamalar, elmaların yetiştirildiği iklim ve toprak özellikleri de etkili olabilmektedir.

4.13. Fenolik Ekstraktlarda Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ)

Toplam fenolik madde miktarı; bu bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgemesi sonucu oluşan mavi rengin spektrofotometrede 720 nm'de ölçülmesi ile saptanmıştır. Hesaplama gallik asidin farklı konsantrasyonlarına (50, 100, 200, 300, 400, 500 mg/L) karşılık elde edilen absorbanslar kullanılarak çizilen standart eğrinin denkleminde ($y = 0.0005x - 0.0012$ ($R^2 = 0.9986$), EK1) yararlanılmıştır. Sonuçlar gallik asit (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ) eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

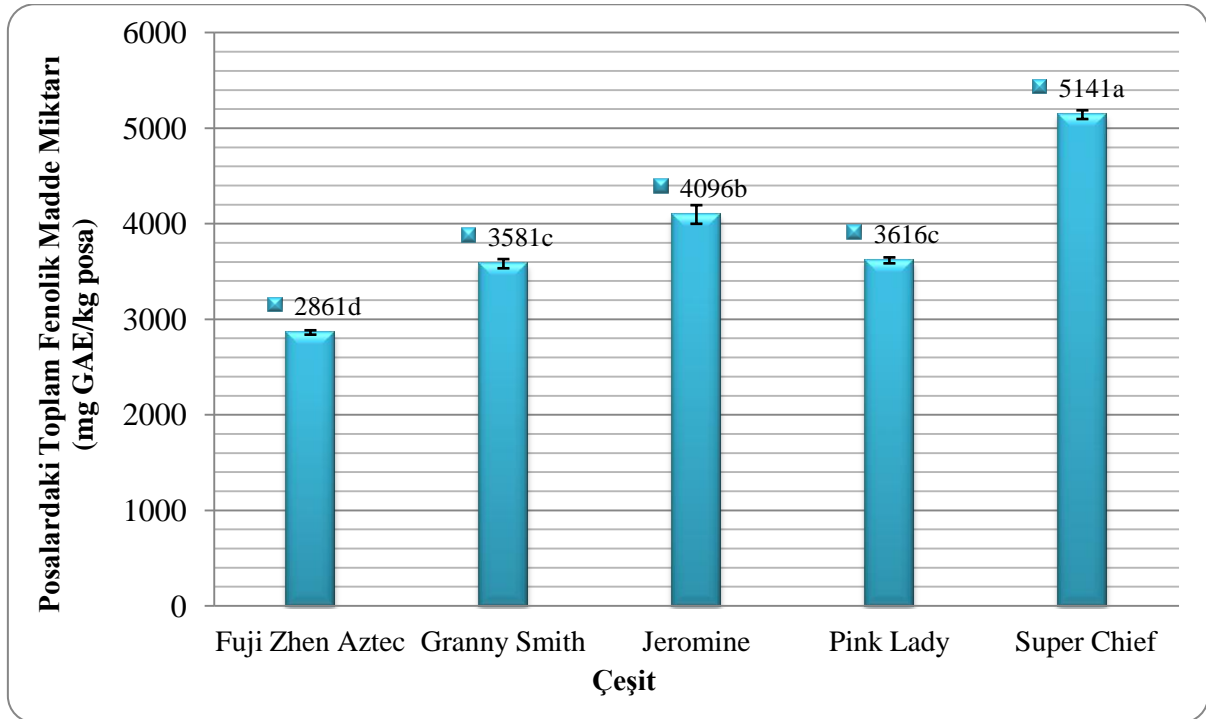
Analiz sonuçlarına göre yağı alınmış elma çekirdeği posalarında en yüksek toplam fenolik madde miktarı Super Chief (5141 mg GAE/kg posa) çeşidinde tespit edilirken, posalardaki en düşük toplam fenolik madde miktarı ise Fuji Zhen Aztec (2861 mg GAE/kg posa) çeşidinde saptanmıştır. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdek posalarındaki toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve posalardaki toplam fenolik madde miktarına ait sonuçlar

Çizelge 4.13'te verilmiştir. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. % 80'lik metanol ile hazırlanan fenolik ekstraktlarda 720 nm'de belirlenen toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg posa, mg GAE/kg yağ)

ÇEŞİT	Posalardaki Toplam Fenolik Madde (mg GAE/kg posa) (n=3)		Yağlardaki Toplam Fenolik Madde (mg GAE/kg yağ) (n=3)	
	Değer**	Standart Sapma	Değer**	Standart Sapma
Fuji Zhen Aztec	2861d	22.912	914ab	10
Granny Smith	3581c	48.218	857.33b	25.166
Jeromine	4096b	97.596	630.66d	40.414
Pink Lady	3616c	31.224	947.33a	15.275
Super Chief	5141a	45.825	724c	26.457

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).

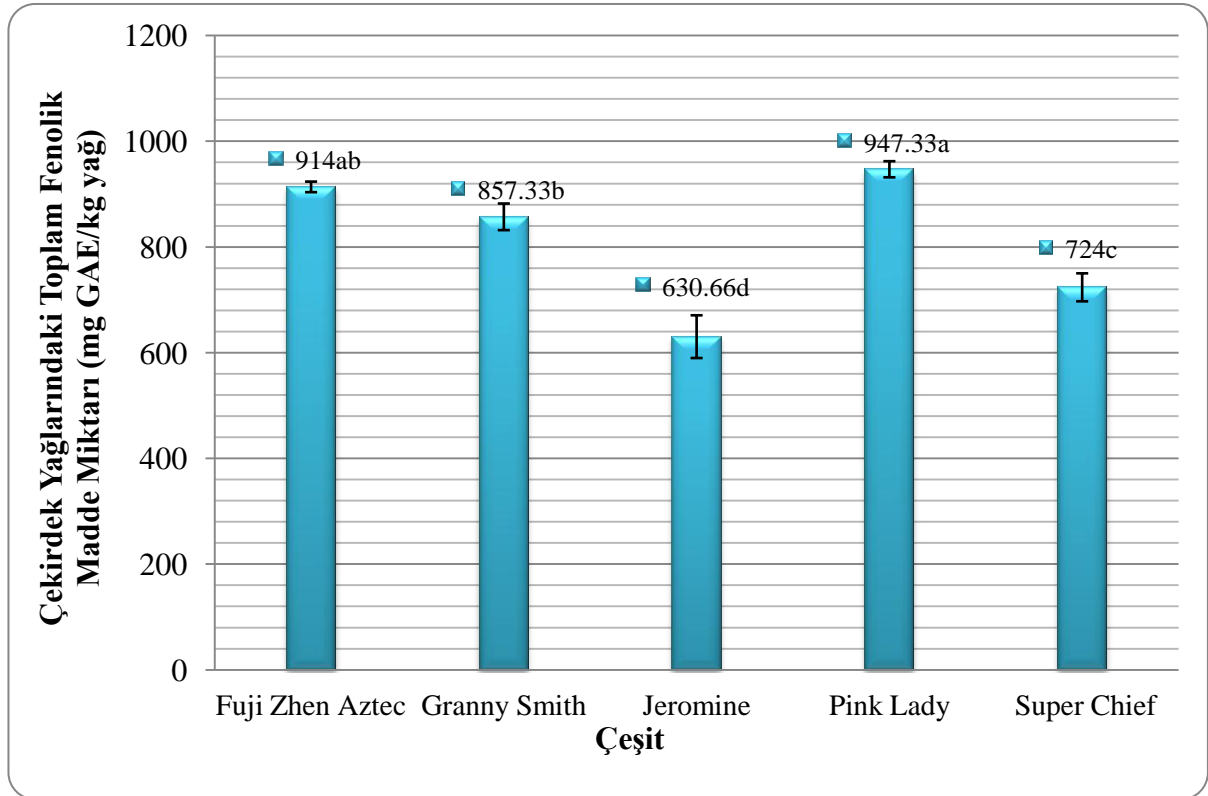


Şekil 4.13. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği

Diğer yandan elma çekirdeği yağlarında en yüksek toplam fenolik madde miktarı Pink Lady (947.33 mg GAE/kg yağ) çeşidinde tespit edilirken, yağlardaki en düşük toplam fenolik

madde miktarı ise Jeromine (630.66 mg GAE/kg yağ) çeşidinde saptanmıştır. Tüm çeşitlerin çekirdek yağlarındaki toplam fenolik madde miktarının, posadaki fenoliklere göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara yapılan varyans analizine göre çekirdek yağlarındaki toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.13'te verilmiştir. Elma çekirdeği yağlarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Elma çekirdeği yağlarında toplam fenolik madde miktarına ait değişim grafiği

Duda-Chodak ve Tarko (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, 'Şampion' ve 'Idared' olmak üzere iki farklı elma çeşidine ait çekirdeklerin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 702.5 ± 8.3 ve 345.0 ± 32.9 mg kateşin/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Araştırmamızdaki çekirdek posalarına ait fenolik madde miktarı, elde edilen bu değerlere yakınlık göstermektedir.

Aynı zamanda söz konusu araştırmada özellikle ‘şampion’ çeşidine ait çekirdeklerin toplam fenolik madde miktarının, erik (436.8 ± 4.2 mg kateşin/100 g kuru madde), kavun (57.2 ± 2.6 mg kateşin/100 g kuru madde), limon (158.8 ± 0.7 mg kateşin/100 g kuru madde), portakal (212.0 ± 8.4 mg kateşin/100 g kuru madde), kırmızı greyfurt (222.5 ± 14.5 mg kateşin/100 g kuru madde), beyaz greyfurt (205.5 ± 6.1 mg kateşin/100 g kuru madde) ve kivi (102.0 ± 2.5 mg kateşin/100 g kuru madde) meyvelerinin çekirdek ve tohumlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum elma çekirdeklerinin fenolik madde miktarı açısından birçok meyvenin çekirdeğine kıyasla daha zengin olduğunu göstermektedir (Duda-Chodak ve Tarko 2007).

Leahu ve ark. (2013) yaptıkları araştırmada, elma ve üzüm çekirdeklerinin toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 75.2 ± 5.21 mg GAE/100g ve 62.1 ± 2.15 mg GAE/100g olarak belirlemişlerdir. Yapılan araştırmada elma çekirdeklerinin toplam fenolik madde miktarının araştırmamız sonuçlarından oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun çeşit farklılığından, farklı kültürel uygulamalardan ve elmaların yetiştirildiği iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklanabileceği dşnlmektedir.

Fromm ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, inceledikleri elma çekirdeklerinin toplam fenolik madde miktarınının çeşide göre yaklaşık olarak 2-16 mg GAE/g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmamızda ekirdek posalarından elde edilen sonuçlar da bu değerler arasında yer almaktadır. Ancak Fromm ve ark. (2013)’nın tespit ettikleri en yüksek fenolik madde miktarının araştırmamızdaki tüm çeşitlerin bütün çekirdekteki (posa+yağ) fenolik madde miktarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Xu ve ark. (2015) da araştırmalarındaki elma çekirdeği ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarını en düşük Golden Delicious (5.74 mg GAE/g kuru madde), en yüksek ise Honeycrisp (17.44 mg GAE/g kuru madde) eşidinden elde edilen çekirdeklerde tespit etmişlerdir. Yapılan araştırmada çekirdeklerdeki fenolik madde miktarının çeşide göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmamızda ekirdek posalarına yönelik elde edilen sonuçlar da bu değerlere yakınlık göstermektedir. Ancak Xu ve ark. (2015)’nın tespit ettikleri en yüksek fenolik madde miktarının (Honeycrisp, 17.44 mg GAE/g kuru madde) araştırmamızdaki tüm çeşitlerin bütün çekirdekteki (posa+yağ) fenolik madde miktarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Literatürde elma çekirdeği yağının toplam fenolik madde miktarına yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle herhangi bir kıyaslama yapılamamıştır. Ancak elma çekirdeği yağının çeşitli çalışmalarda tespit edilen üzüm çekirdeği yağının toplam fenolik madde miktarından (59-360 mg GAE/kg, 100.64-238.47 mg GAE/kg) daha yüksek olduğu görülmektedir (Baydar ve ark. 2007, Garavaglia ve ark. 2016).

4.14. Posaların Fenolik Madde Profili (mg/kg)

Yağı alınmış elma çekirdeklerinin %80'lik metonal ile ekstraksiyonu sonrası bu ekstraktların içermiş olduğu fenolik bileşikler HPLC ile miktarsal olarak belirlenmiştir. Tespit edilen fenolik bileşikler arasında düşük molekül ağırlıklı elajik asit, epikateşin, ferülik asit, floridzin, gallik asit, kafeik asit, kateşin ve protokateşik asit yer almaktadır.

Florizdin, tüm çeşitlerin posasındaki (defatted material) en yüksek (1748.650-3462.157 mg/kg kuru madde) fenolik bileşik olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara yapılan varyans analizine göre çekirdek posalarındaki fenolik bileşiklerin çeşitler arasındaki miktarsal farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Varyans analizi sonucu elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elma çeşidine göre HPLC ile belirlenen posadaki fenoliklerin miktarı ve yüzdesi Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çeşitlerin çekirdek posalarındaki fenoliklerin miktarına ait değişim grafiği ise Şekil 4.15'te verilmiştir. Ayrıca fenolik bileşiklerden floridzin monomerinin hem Folin-Ciocalteu metoduna göre hem de HPLC ile belirlenen toplam fenolik miktarına göre yüzde (%) olarak oranı Çizelge 4.15'te verilmiştir.

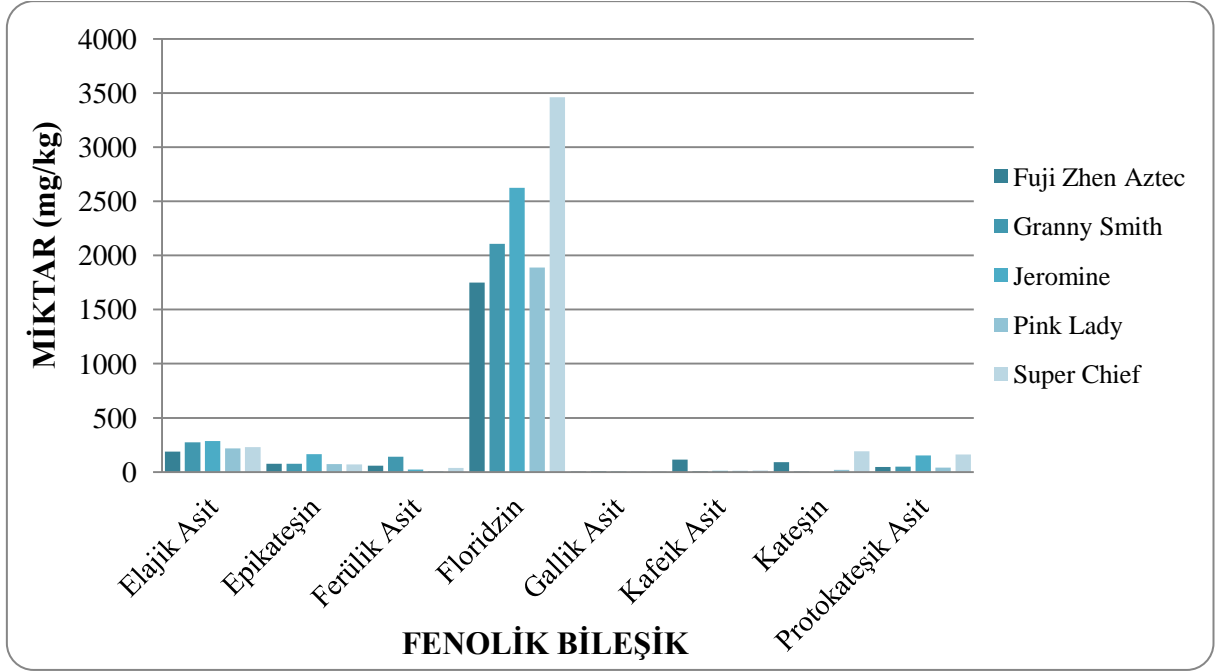
Araştırmamızda literatürde belirtildiği gibi elma çekirdeklerinin karakteristik bir fenolik bileşiği olan florizdin, tüm çeşitlerin posasındaki (defatted material) en yüksek (1748.650-3462.157 mg/kg kuru madde) fenolik bileşik olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.14 incelendiğinde floridzin fenoliğinin HPLC ile tespit edilen toplam fenoliklerin % 75-83'ünü, Folin-Ciocalteu metoduna göre ise toplam fenoliklerin % 52-67'sini temsil ettiği, çeşitler arasında en yüksek floridzin miktarının Super Chief (3462.157 mg/kg kuru madde) çeşidinden, en düşük ise Fuji Zhen Aztec (1748.650 mg/kg kuru madde) çeşidinden elde edilen çekirdeklerin posasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Elma çeşidine göre posadaki fenoliklerin miktarı ve yüzdesi (mg/kg, %)

FENOLİK \ ÇEŞİT	FUJİ ZHEN AZTEC (n=3) (mg/kg)		GRANNY SMİTH (n=3) (mg/kg)		JEROMİNE (n=3) (mg/kg)		PİNK LADY (n=3) (mg/kg)		SUPER CHİEF (n=3) (mg/kg)	
		%		%		%		%		%
Elajik Asit	189.519c* 1.199**	8.142	275.313a 18.434	10.305	286.652a 0.840	8.774	216.518bc 9.710	9.571	230.692b 10.665	5.528
Epikateşin	76.320b 6.744	3.278	77.150b 0.997	2.887	164.597a 12.216	5.038	73.929b 3.357	3.267	69.045b 4.599	1.654
Ferülik Asit	57.769b 1.761	2.481	142.202a 1.136	5.322	21.224d 0.081	0.649	8.230e 0.239	0.363	36.415c 0.293	0.872
Floridzin	1748.650d 52.382	75.126	2106.567c 14.983	78.853	2623.462b 30.518	80.300	1888.393d 17.407	83.475	3462.157a 62.728	82.973
Gallik Asit	4.224c 0.204	0.181	7.472a 0.210	0.279	5.562b 0.127	0.170	4.224c 0.572	0.186	7.900a 0.016	0.189
Kafeik Asit	114.191a 2.800	4.905	9.111c 0.120	0.341	11.750bc 0.386	0.359	10.372bc 0.197	0.458	14.152b 0.007	0.339
Kateşin	90.133b 2.038	3.872	4.966cd 0.080	0.185	0cd	0	20.999c 1.253	0.928	190.915a 11.816	4.575
Protokateşik Asit	46.792b 1.643	2.010	48.697b 0.651	1.822	153.79a 6.060	4.707	39.558b 1.290	1.748	161.308a 2.070	3.865
TOPLAM (mg/kg)	2327.60 48.463	100	2671.483 13.810	100	3267.040 15.978	100	2262.225 28.587	100	4172.586 69.409	100

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$).

**İtalik olarak yazılan rakamlar standart sapmayı ifade etmektedir. Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.



Şekil 4.15. Çekirdek posalarındaki fenoliklerin miktarına ait değişim grafiği

Elajik asit ise çekirdeklerdeki en yüksek ikinci fenolik bileşik (189.519-275.313 mg/kg kuru madde) olarak kaydedilmiş ve HPLC ile belirlenen toplam fenoliklerin %5-10'unu temsil ettiği belirlenmiştir. Ayrıca çeşitler arasında Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenen toplam fenolik madde miktarı ile floridzin miktarı arasında yapılan korelasyon analizinde 0.01 anlamlılık düzeyinde oldukça yüksek bir korelasyon ($r = 0.965$) tespit edilmiştir. Bu durum çekirdeklerdeki toplam fenolik madde miktarı artışının floridzin miktarı ile orantılı olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, çeşide göre hem Folin-Ciocalteu metodu hem de HPLC ile belirlenen toplam fenolik miktarları arasında yapılan korelasyon analizinde de 0.01 anlamlılık düzeyinde oldukça yüksek bir ilişki ($r = 0.934$) varlığı tespit edilmiştir.

Guyot ve ark. (1998); elmaların çeşitli dokularındaki fenolik bileşiklerin HPLC ile analizine yönelik çalışmalarında, epidermis zonu hariç (6644 mg/kg) incelenen tüm dokulardaki toplam fenolik konsantrasyonunun yaklaşık olarak 5000 mg/kg taze materyal olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada elma çekirdeklerinin fenolik kompozisyonu; prosiyanidinler (1232 mg/kg taze materyal), flavan-3-ol monomerleri (128 mg/kg taze materyal), hidroksisinamik asitler (365 mg/kg taze materyal) ve dihidrokalkonlar (3416 mg/kg taze materyal) olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca elma dokularındaki polimerik prosiyanidinlerin meyveden preslenerek veya sadece metanol ve etanol kullanılarak ekstrakte edilemediği belirtilip, bunun yerine bu bileşikleri etkin bir şekilde tespit etmeyi sağlayan aseton-su karışımı çözügen olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda ekstraktların HPLC ile

doğrudan kantitatif analizi yerine, HPLC öncesinde ekstraktlara tioliz uygulamasının polimerik prosiyanidinlerin tayininde nitelikli sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Lu ve Foo (1998) yaptıkları çalışmada, elma çekirdeklerinin % 70'lik asetonla ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstredeki baskın fenolik bileşiğin floridzin (% 75) olduğunu, bunu sırasıyla floretin-2'-ksilo-glukozit (% 9) ve kuersetin-3-galaktozit'in (% 6) takip ettiğini tespit etmişlerdir. Araştırmamızda da floridzinin HPLC ile tespit edilen toplam fenoliklerin % 75-83'ünü temsil ettiği bulunmuştur. Lu ve Foo (1998); elma çekirdeklerinin meyvenin diğer kısımlarına oranla daha sınırlı bir fenolik bileşik yelpazesine sahip olduğunu ve özellikle epikateşin ve oligomerlerinin çekirdeklerde düşük düzeyde bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamız sonuçları bu sonuçlar ile benzerlik gösterip, çekirdeklerdeki kateşin ve epikateşin toplam fenoliklerin sırasıyla % 0-4.5 ile % 1.6-5.0'ini kapsadığı için minör bileşikler konumundadır. Diğer yandan söz konusu araştırmada elma çekirdeklerinin flavonoidler ve prosiyanidinler açısından iyi bir kaynak olmadığı belirtilmiştir.

Awad ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, meyve eti haricinde floridzin miktarının kabuktan çekirdeklere doğru artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Floridzin fenolığının (7.41 mg/kg kuru madde) çekirdeklerin temel flavonoidi olduğu ve toplam flavonoidlerin % 98'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Araştırmada çekirdeklerdeki klorojenik asit ve kateşin miktarı ise sırasıyla 1.13 ve 0.10 mg/kg kuru madde olarak bulunmuş ve kateşin miktarının çekirdekten meyve etine doğru artış gösterdiği belirlenmiştir.

Schieber ve ark. (2003); elma posasından pektin ve fenolik bileşiklerin kazanımına yönelik yaptıkları araştırmada, kurutulmuş elma çekirdeklerinin fenolik kompozisyonuna da yer vermişlerdir. Çekirdeklerdeki toplam fenolik bileşik miktarı 2168.3 mg/kg kuru çekirdek olarak tespit edilmiştir. Çekirdeklerin fenolik yapısı ise; epikateşin (9.6 mg/kg), prosiyanidin B₂ (17.0 mg/kg), klorojenik asit (119.8 mg/kg), p-kumarik asit (9.4 mg/kg), kuersetin glikozitleri (43.8 mg/kg), floridzin (1915 mg/kg) ve floretin (6.3 mg/kg) olarak belirlenmiştir. Bu fenoliklerden floridzin miktarı araştırmamızdaki Fuji Zhen Aztec (1748.650 mg/kg) ve Pink Lady (1888.393 mg/kg) çeşidinden yüksek olup diğer üç çeşitten ise daha düşüktür. Araştırmada yer alan diğer fenoliklerden epikateşin (9.6 mg/kg) ise araştırmamızda elde edilen sonuçlardan (69.045-164.597 mg/kg) oldukça düşüktür.

Rupasinghe ve Kean (2008); elma çekirdeklerindeki başlıca fenolik bileşiğin floridzin (641 mg/kg kuru madde) olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan araştırmada, HPLC ile

belirlenen fenoliklerin toplam miktarı 756.94 mg/kg kuru madde olarak kaydedilmiştir. Çekirdeklerdeki floridzinin fenolik bileşiklerin % 84'ünü temsil ettiği belirtilmiştir. Söz konusu araştırmada tespit edilen floridzin miktarı araştırmamızdaki çeşitlerin floridzin miktarından düşük olsa da, floridzinin tüm fenolikler içerisindeki oranı araştırmamız ile (% 75-83) uyum göstermektedir.

Duda-Chodak ve ark. (2011) tarafından yapılan başka bir çalışmada, iki farklı elma çeşidinin (Şampion ve Idared) çekirdeklerinde HPLC ile belirlenen toplam fenolik madde miktarı 5202.8 ve 3552.2 mg/kg taze ağırlık olarak hesaplanmıştır. Araştırmada çekirdeklerdeki en yüksek fenolik bileşiğin floridzin (4388.9-2569.7 mg/kg taze ağırlık) olduğu ve bunu klorojenik asidin (502.9-518 mg/kg taze ağırlık) takip ettiği belirtilmiştir. İki çeşitteki floridzin miktarının tespit edilen toplam fenoliklerin sırasıyla % 72 ve 84'ünü temsil ettiği kaydedilmiştir. Diğer fenolik bileşiklerden kateşin 11.9-12.5 mg/kg taze ağırlık, epikateşin 20.8-38.7 mg/kg taze ağırlık, prosiyanidin B₁ 38.1-44.7 mg/kg taze ağırlık, B₂ 97.1-113.9 mg/kg taze ağırlık, C₁ 23.2-41.4 mg/kg taze ağırlık ve floretin ksilo-glukozit 58.3-269.7 mg/kg taze ağırlık olarak belirlenmiş; kuersetin glikozitleri ise tespit edilememiştir.

Fromm ve ark. (2012a); elma çekirdeklerinde düşük ve yüksek molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin miktar tayinine yönelik çalışmalarında, yerel olarak yetiştirilen 12 farklı elma çeşidinin çekirdeklerini kullanmışlardır. Araştırmada yağı alınmış çekirdek posalarındaki floridzinin, monomerik polifenollerin % 79-92'sini temsil eden en yaygın fenolik bileşik olduğu ve miktarının çeşide göre 3256.3-22351.8 mg/kg kuru madde arasında değiştiği tespit edilmiştir. Diğer fenolik bileşiklerden kafeik asit bazı çeşitlerde bulunmazken, bazı çeşitlerde ise miktarının 4.7-36.6 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Prosiyanidin B₂, epikateşin ve floretin ksilo-glukozit ise sırasıyla 16.6-78.7 mg/kg, 4.2-51.6 mg/kg ve 103.6-1334.3 mg/kg kuru madde değerleri arasında tespit edilmiştir.

Fromm ve ark. (2013) yaptıkları diğer bir çalışmada, elma çekirdeklerinin % 60 ve % 70'lik aseton ile muamelesi sonucu hazırladıkları ekstraktların floridzin içeriğini sırasıyla 2.80 ve 2.61 mg/g olarak bulmuşlardır. Araştırmada ayrıca çekirdeğin yaklaşık olarak %37'sini oluşturan kabuk kısmının çekirdeklerdeki fenoliklerin neredeyse tamamını kapsadığı (% 96), yüksek oranda yağ ihtiva eden embriyonun polar yapıdaki fenolikler bakımından yoksun olduğu belirtilmiştir.

Xu ve ark. (2015) ise 7 farklı elmanın çekirdeklerindeki baskın fenolik bileşiğin floridzin olduğunu, bunu hyperin (kuersetin 3-galaktozit) ve klorojenik asidin takip ettiğini, miktarlarının ise çeşide göre sırasıyla 240.45-864.42 mg/100 g, 28.20-75.25 mg/100 g ve 15.74-32.90 mg/100 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca kateşin (1.73-3.04 mg/100g), epikateşin (4.11-7.43 mg/100g), kuersetin (2.73-5.51 mg/100g), protokateşik asit (2.43-9.41 mg/100g) ve proantosiyanidin B₂ (2.25-9.72 mg/100g) minör fenolikler olarak, kafeik asit ise eser miktarda (0-1.09 mg/100g) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile Çizelge 4.14 incelendiğinde araştırmamızda saptanan floridzin miktarı, Xu ve ark. (2015)'nin belirlediği değerler arasında yer almaktadır. Araştırmamızda kateşin miktarı Jeromine çeşidinde tespit edilememiş, diğer çeşitlerdeki kateşin miktarının ise 0.49-19 mg/100g (4.96-190.91 mg/kg) arasında değiştiği belirlenmiştir. Epikateşin ve protokateşik asit miktarının da sırasıyla 6.9-16.4 mg/100g (69.045-164.597 mg/kg) ve 3.9-16.1 mg/100g (39.558-161.308 mg/kg) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kafeik asit miktarı ise araştırmamızda sadece Fuji Zhen Aztec çeşidinde diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuş olup, geri kalan çeşitlerin içermiş olduğu kafeik asit miktarının Xu ve ark. (2015)'nin belirlediği değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Son olarak Xu ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada çekirdeklerin floridzin içeriğinin, Folin-Ciocalteu analizi ile belirlenen toplam fenoliklerin % 36.6-56.1'ini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda da floridzin monomerinin Folin-Ciocalteu metoduna göre toplam fenoliklerin % 52-67'sini temsil ettiği tespit edilmiş ve bu sonucun Xu ve ark. (2015)'nin belirlediği yüzde orandan nispeten yüksek olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 4.15. Fenolik bileşiklerden floridzin monomerinin HPLC ve Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenen toplam fenolik madde miktarı içerisindeki % oranı

1-) Posalarda Folin-Ciocalteu Metodu ile Belirlenen Toplam Fenolik Bileşik Miktarı				
Fuji Zhen Aztec	Granny Smith	Jeromine	Pink Lady	Super Chief
2861 mg GAE/kg	3581 mg GAE/kg	4096 mg GAE/kg	3616 mg GAE/kg	5141 mg GAE/kg
Folin-Ciocalteu Metodu ile Belirlenen Toplam Fenolik Madde Miktarına Göre Floridzin'in % Oranı				
% 61.120	% 58.826	% 64.049	% 52.223	% 67.344
2-) Posalarda HPLC ile Belirlenen Toplam Fenolik Bileşik Miktarı				
Fuji Zhen Aztec	Granny Smith	Jeromine	Pink Lady	Super Chief
2327.60 mg/kg	2671.483 mg/kg	3267.040 mg/kg	2262.225 mg/kg	4172.586 mg/kg
HPLC ile Belirlenen Toplam Fenolik Madde Miktarına Göre Floridzin'in % Oranı				
% 75.126	% 78.853	% 80.300	% 83.475	% 82.973

Ayrıca Çizelge 4.15 incelendiğinde tüm çeşitlerin posasında HPLC ile miktarsal tayini yapılan 8 farklı fenoliğin toplamının, yine tüm çeşitlerin posasında Folin-Ciocalteu analiziyle belirlenen toplam fenolik madde miktarından daha düşük olduğu görülmektedir. Aynı durum Xu ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada da gözlenmiş olup bu farklılığa; fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılan metanol ile sadece düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin ekstrakte edilip, prosiyanidin gibi yüksek molekül ağırlıklı fenoliklerin bu koşullar altında ekstrakte edilememesinin neden olabileceği belirtilmiştir. Fromm ve ark. (2012a); fenoliklerin kantitatif tayininden önce elma çekirdeği ekstraktlarına tioliz uygulaması sayesinde prosiyanidinler gibi polimerlerin HPLC'de tanımlanabilecek (+)-kateşin veya (-)-epikateşin gibi yapısal monomerik ünitelere indirgenebileceğini bildirmişlerdir.

Öte yandan, Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenen toplam fenolik madde miktarının, fenolik bileşiklerin mutlak bir ölçüsü olmadığı bildirilmektedir (Sengul ve ark. 2009). Bu reaktifin sadece toplam fenolik bileşik miktarını ölçmediği ve örnek içinde mevcut diğer tüm indirgen maddelerle (şekerler, aromatik aminler, sülfür dioksit, askorbik asit, organik asitler, Cu (I) ve Fe (II) gibi) de reaksiyon vererek örneğin toplam indirgeme kapasitesini ölçtüğü vurgulanmaktadır (Ikawa ve ark. 2003). Bu nedenle Folin-Ciocalteu yönteminin fenolik bileşikler için spesifik olmayıp; buna istinaden “toplam fenolik madde” tespitinde kullanışlı olmadığı belirtilmektedir (Singleton ve ark. 1999, Magalhães ve ark. 2008, Albayrak ve ark. 2010, Kostić ve ark. 2012). Bu bakımdan araştırmamızda HPLC ile Folin-Ciocalteu analiz sonuçlarında gözlenen bu farklılık, literatürde belirtilen nedenler ile örtüşmektedir.

4.15. Fenolik Ekstraktların DPPH• Radikal Yakalama Kapasitesi (μmol Troloks/g posa, μmol Troloks/g yağ)

%80'lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların DPPH• radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesinde farklı hacimlerdeki örnekler (100, 150, 200 μl) ile bunların yüzde inhibisyon değerlerine linear regrasyon analizi uygulanarak elde edilen örneğe ilişkin eğrinin eğimi, daha önce hazırlanan standart Troloks solüsyonları (50, 100, 200, 250, 500, 1000 μM) ile hazırlanan eğrinin eğimine (0.0705 ($R^2 = 0.9991$), EK2) oranlanarak, örneğin $\text{TEAC}_{\text{DPPH}}$ (Trolox equivalent antioksidan capacity, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi) değeri μmol Troloks/g posa ve μmol Troloks/g yağ olarak hesaplanmıştır.

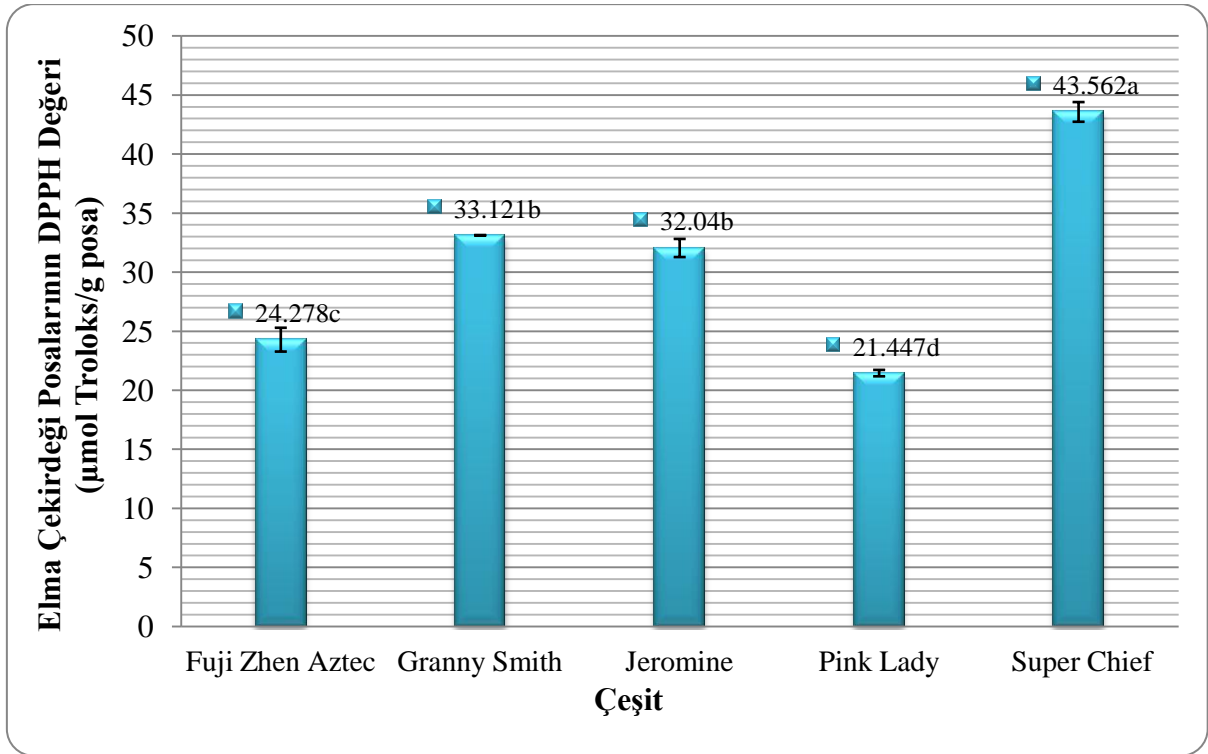
Analiz sonuçlarına göre yağı alınmış elma çekirdeği posalarının tamamının TEAC_{DPPH} değeri, çekirdek yağlarının TEAC_{DPPH} değerinden daha yüksek çıkmıştır. Çekirdek posalarının en yüksek TEAC_{DPPH} değeri Super Chief çeşidinde (43.562 µmol Troloks/g posa), en düşük ise Pink Lady çeşidinde (21.447 µmol Troloks/g posa) tespit edilmiştir. Çekirdek yağlarında ise en yüksek TEAC_{DPPH} değeri Pink Lady (12.883 µmol Troloks/g yağ) çeşidinde, en düşük ise Fuji Zhen Aztec (12.670 µmol Troloks/g yağ) çeşidinde kaydedilmiştir. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdek posalarının ve yağlarının TEAC_{DPPH} değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, posaların ve yağların TEAC_{DPPH} değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmiştir. Çeşitler arasında yağı alınmış elma çekirdeği posalarının ve çekirdek yağlarının TEAC_{DPPH} değerlerine ait değişim grafiği ise Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Ayrıca çalışmamızda yağı alınmış elma çekirdeği posalarının çeşide göre içerdiği floridzin miktarı ile bunların TEAC_{DPPH} değerleri arasında 0.01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde yüksek bir korelasyon varlığı (r = 0.917) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. % 80’lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların DPPH• radikal yakalama kapasitesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ)

ÇEŞİT	Posa (µmol Troloks/g posa) (n=3)		Yağ (µmol Troloks/g yağ) (n=3)	
	Değer**	Standart Sapma	Değer**	Standart Sapma
Fuji Zhen Aztec	24.278c	1.008	12.670a	0.497
Granny Smith	33.121b	0.015	11.471b	0.238
Jeromine	32.040b	0.768	6.254d	0.156
Pink Lady	21.447d	0.270	12.883a	0.240
Super Chief	43.562a	0.833	7.924c	0.176

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01).

Duda-Chodak ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, 2 farklı elma çeşidinin antioksidan aktivitesini DPPH metoduna göre 50-60 mg Trolox/100g taze ağırlık (1.997-2.397 µmol Troloks/g taze ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçların araştırmamızdaki posaların TEAC_{DPPH} değerlerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun elma çeşidinden ve yetiştirme şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.16. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC_{DPPH} değerlerine ait değişim grafiği

Xu ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada, 7 farklı elma çeşidinin çekirdeklerindeki antioksidan aktiviteyi DPPH metoduna göre 37.56-64.31 µM TE/g taze ağırlık olarak belirlemişlerdir. Araştırmamızda yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC_{DPPH} değerleri de (21.447-43.562 µmol Troloks/g posa) bu araştırmada elde edilen değerlere yakınlık göstermektedir. Ancak araştırmamızda kaydedilen en yüksek değer Xu ve ark. (2015)'nin en yüksek değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun çeşit ve kültürel şartlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Farklı olarak Selcuk ve ark. (2011); pekmez ve şarap üretiminde bir yan ürün olan üzüm çekirdeklerinin TEAC_{DPPH} değerlerini 19.30 ve 40.79 µmol TE/g kuru madde olarak tespit etmişlerdir. Literatürde çeşitli meyvelerin hem meyve eti hem de çekirdeklerinin TEAC_{DPPH} aktivitelerine yönelik araştırmamızdaki değerlerden daha yüksek veya daha düşük sonuçları içeren çalışmalar mevcuttur (Thaipong ve ark. 2006, Shelly ve ark. 2009, Lutterodt ve ark. 2011).



Şekil 4.17. Elma çekirdeği yağlarının TEAC_{DPPH} değerlerine ait değişim grafiği

4.16. Fenolik Ekstraktların ABTS•+ Radikal Yakalama Kapasitesi (µmol Trolox/g posa, µmol Trolox/g yağ)

%80'lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların ABTS•+ radikal yakalama kapasitesinin belirlenmesinde farklı hacimlerdeki örnekler (10-15-25 µl) ile bunların yüzde inhibisyon değerlerine linear regresyon analizi uygulanarak elde edilen örneğe ilişkin eğrinin eğimi, farklı hacimlerdeki Trolox solüsyonlarından (50, 100, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 µM) elde edilen standart eğrinin eğimine (0.0479 ($R^2 = 0.9996$), EK3) oranlanarak, örneğin TEAC_{ABTS} (Trolox equivalent antioksidan capacity, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi) değeri µmol Trolox/g posa ve µmol Trolox/g yağ olarak hesaplanmıştır.

Araştırmamızda yağı alınmış elma çekirdeği posalarının tamamının TEAC_{ABTS} değerlerinin çekirdek yağlarının TEAC_{ABTS} değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çekirdek posalarının en yüksek TEAC_{ABTS} değeri Pink Lady çeşidinde (391.797 µmol Trolox/g posa), en düşük ise Granny Smith çeşidinde (291.500 µmol Trolox/g posa) belirlenmiştir. Çekirdek yağlarında ise en yüksek TEAC_{ABTS} değeri Pink Lady (93.128 µmol Trolox/g yağ) çeşidinde, en düşük ise Jeromine (54.784 µmol Trolox/g yağ) çeşidinde kaydedilmiştir. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdek posalarının ve

yağlarının TEAC_{ABTS} değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, posaların ve yağların TEAC_{ABTS} değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.17’de verilmiştir. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının ve çekirdek yağlarının TEAC_{ABTS} değerlerine ait değişim grafiği ise Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da verilmiştir.

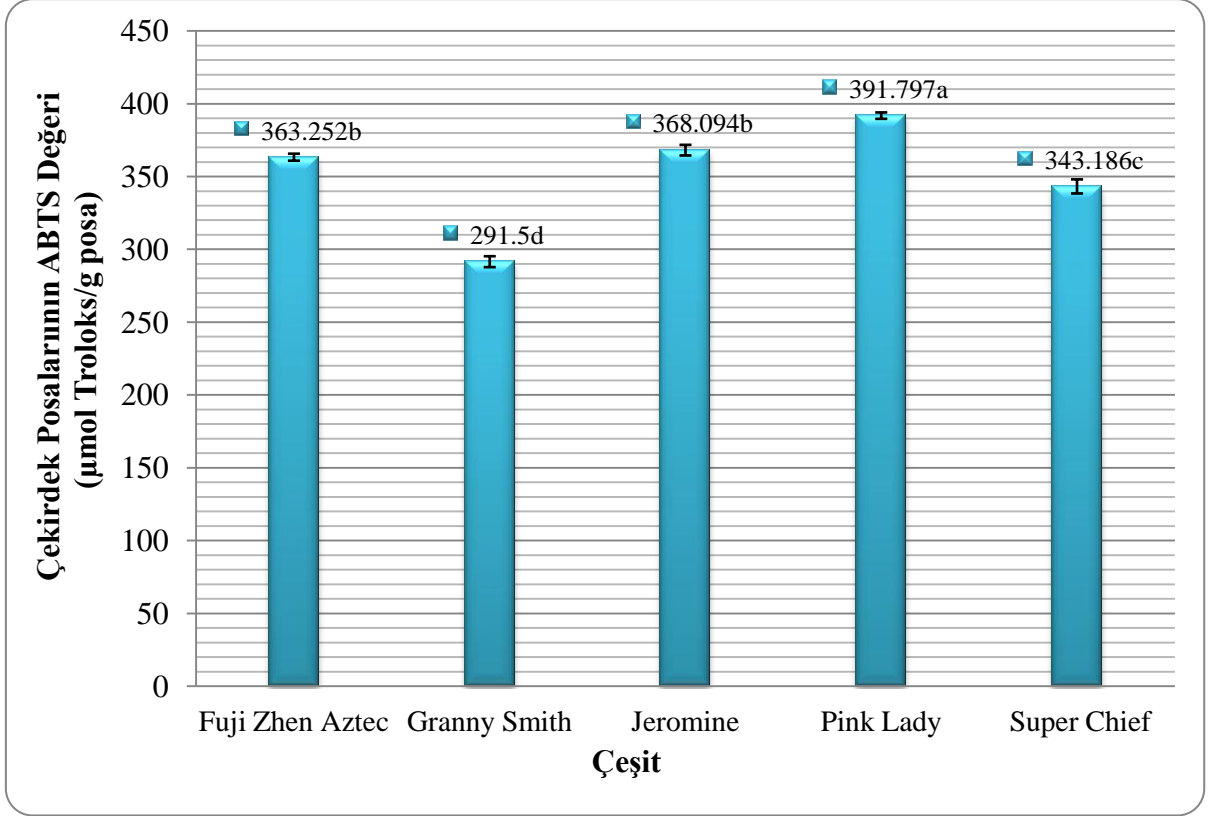
Çizelge 4.17. % 80’lik metanol ile hazırlanmış fenolik ekstraktların ABTS•+ radikal yakalama kapasitesi (µmol Troloks/g posa, µmol Troloks/g yağ)

ÇEŞİT	Posa (µmol Troloks/g posa) (n=3)		Yağ (µmol Troloks/g yağ) (n=3)	
	Değer**	Standart Sapma	Değer**	Standart Sapma
Fuji Zhen Aztec	363.252b	2.395	72.222c	1.274
Granny Smith	291.500d	3.744	81.029b	1.849
Jeromine	368.094b	3.646	54.784e	2.363
Pink Lady	391.797a	2.198	93.128a	2.916
Super Chief	343.186c	4.844	62.258d	1.940

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01).

Duda-Chodak ve Tarko (2007) tarafından çeşitli meyvelere ait kabuk ve çekirdeklerin antioksidan kapasitesine yönelik yapılan çalışmada, meyve çekirdeklerindeki en yüksek antioksidan aktivite ABTS yöntemine göre ‘Idared’ çeşidinden elde edilen elma çekirdeklerinde 7230 mg Trolox/100g kuru madde (288.864 µmol Troloks/g kuru madde) olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değer araştırmamız sonuçlarındaki en düşük değere (291.500 µmol Troloks/g posa) yakınlık göstermekte olup, araştırmamızdaki diğer çeşitlerin TEAC_{ABTS} değerinin ise bu değerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

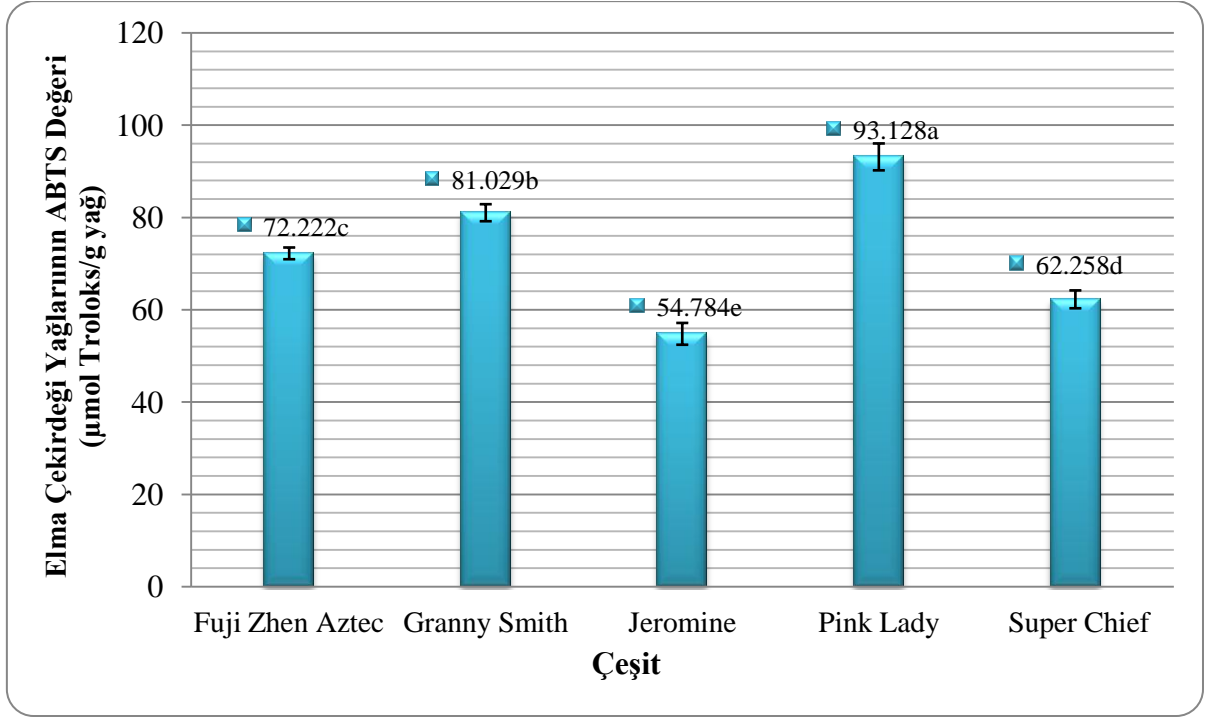
Duda-Chodak ve ark. (2011) yaptıkları başka bir çalışmada, 2 farklı elma çeşidinin antioksidan aktivitesini ABTS metoduna göre 220 ve 300 mg Trolox/100g taze ağırlık (8.81 ve 11.986 µmol Troloks/g taze ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçların araştırmamızdaki posaların TEAC_{ABTS} değerlerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun elma çeşidinden ve aynı zamanda kültürel yetiştirme şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.18. Yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC_{ABTS} değerlerine ait değişim grafiği

Xu ve ark. (2015) ise yaptıkları araştırmada, 7 farklı elma çeşidinin çekirdeklerindeki antioksidan aktiviteyi ABTS metoduna göre 220.52-708.02 µM TE/g taze ağırlık olarak belirlemişlerdir. Araştırmamızda yağı alınmış elma çekirdeği posalarının TEAC_{ABTS} değerinin (291.500-391.797 µmol Troloks/g posa) Xu ve ark. (2015)'nin değerleri arasında ancak kısmen daha düşük olduğu görülmektedir. Aynı şekilde bu durumun çeşit ve kültürel yetiştirme şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Wang ve ark. (2015); elma çeşitlerinin fenolik kompozisyonu ve antioksidan aktivitelerini inceledikleri araştırmada, elmaların kabuk ve meyve etine ait TEAC_{ABTS} değerlerinin sırasıyla 35.2-72.1 µmol TE/g taze ağırlık ve 29.9-45.2 µmol TE/g taze ağırlık arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu araştırmada elde edilen değerler araştırmamızdaki elma çekirdeği TEAC_{ABTS} değerlerinden düşük olup, meyvenin küçük bir kısmını kapsayan çekirdeklerin önemli oranda antioksidan aktivite sergilediği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.19. Elma çekirdeği yağlarının TEAC_{ABTS} değerlerine ait değişim grafiği

Diğer yandan Selcuk ve ark. (2011); pekmez ve şarap üretiminde bir yan ürün olan üzüm çekirdeklerinin antioksidan aktivitesini inceledikleri araştırmada, çekirdeklerin TEAC_{ABTS} değerinin 16.45 ve 26.76 µmol TE/g kuru madde olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan araştırmada üzüm çekirdeklerinin TEAC_{ABTS} değerine yönelik elde edilen bu değerlerin araştırmamızda belirlenen elma çekirdeği TEAC_{ABTS} değerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Başka bir çalışmada üzüm meyvesinin pulp, kabuk, çekirdek ve yapraklarının ortalama TEAC_{ABTS} değerleri sırasıyla 2.4, 12.8, 281.3 ve 236.1 µmol TE/g taze ağırlık olarak tespit edilmiştir (Pastrana-Bonilla ve ark. 2003).

Li ve ark. (2008) ise üzüm çekirdeklerinin antioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, metanol, etanol-su (70:30) ve su gibi farklı çözümler kullanarak elde ettikleri çekirdek ekstraktlarının TEAC_{ABTS} değerlerini sırasıyla 664, 673 ve 88 µmol TE/g kuru madde olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak yaptığımız araştırma, elma çekirdeklerinin kayda değer bir antioksidan aktivite sergilediğini ve TEAC_{ABTS} değerinin üzüm çekirdekleri ile kıyaslanabilir nitelikte olduğunu göstermektedir.

4.17. Toplam Fenolik Madde Miktarı İle Antioksidan Aktivitelerin Korelasyonu

Araştırmamızda elma çekirdeği yağlarının ve yağı alınmış elma çekirdeği posalarının Folin-Ciocalteu metoduyla belirlenen fenolik madde miktarları ile antioksidan aktiviteleri ($TEAC_{DPPH}$ ve $TEAC_{ABTS}$) arasında korelasyon analizi yapılmış (Pearson Correlation) ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı ile $TEAC_{DPPH}$, $TEAC_{ABTS}$ antioksidan aktiviteleri arasında 0.01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde yüksek bir korelasyon (r (Çekirdek Yağı Fenolik; $TEAC_{DPPH}$) = 0.977 ve r (Çekirdek Yağı Fenolik; $TEAC_{ABTS}$) = 0.891) tespit edilmiştir. Aynı zamanda çekirdek yağlarının $TEAC_{DPPH}$ değerleri ile $TEAC_{ABTS}$ değerleri arasında da 0.01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde yüksek bir korelasyon (r ($TEAC_{DPPH}$; $TEAC_{ABTS}$) = 0.867) olduğu belirlenmiştir.

Diğer yandan çekirdeklerden yağın alınması ile elde edilen çekirdek posalarının toplam fenolik madde miktarı ile $TEAC_{DPPH}$ antioksidan aktivitesi arasında 0.01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde yüksek bir korelasyon (r (Posa Fenolik; $TEAC_{DPPH}$) = 0.846) tespit edilmiştir. Ancak çekirdek posalarının toplam fenolik madde miktarı ile $TEAC_{ABTS}$ antioksidan aktivitesi arasında ve aynı zamanda posalara yönelik iki antioksidan aktivite ($TEAC_{DPPH}$ değerleri ile $TEAC_{ABTS}$ değerleri) değeri arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı belirlenmiştir. Bunun nedenleri arasında posanın içermiş olduğu fenoliklerin çeşit ve miktarına göre $ABTS^{\bullet+}$ radikale karşı kinetik profillerinin farklı olması, fenoliklerin çeşidine göre daha uzun bir reaksiyon süresinin gerekmesi (özellikle yavaş tepkimeye giren fenolikler için), antioksidan aktivite gösteren C vitamini gibi polifenollerden başka bileşikler, tespit edilmemiş diğer fenolikler ve bunlar arasındaki sinerjizmin $TEAC_{ABTS}$ değerlerine katkıda bulunması, aynı zamanda $ABTS^{\bullet+}$ radikalının pH, sıcaklık gibi ortam koşullarından da etkilenmesi gösterilebilir (Imeh ve Khokhar 2002, Apak ve ark. 2016).

Literatürde toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite arasında pozitif bir korelasyonun olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur (Thaipong ve ark. 2006, Drogoudi ve ark. 2008, Carbone ve ark. 2011, Vieira ve ark. 2011, Panzella ve ark. 2013, Songsermsakul ve ark. 2013, Fidrianny ve ark. 2015). Ancak bu tespitin aksini ifade eden ve toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite arasında kayda değer oranda veya herhangi bir korelasyonun olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Kriengsak ve ark. 2006, Onder ve ark. 2009, Sengul ve ark. 2009, Bopitiya ve Madhujith 2012, Blanco-Ríos ve ark. 2013).

Çizelge 4.18. Posa ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitelerinin korelasyonu

	Posa Fenolik Miktarı (Folin)	Çekirdek Yağı Fenolik Değeri (Folin)	Posa DPPH Değeri	Çekirdek Yağı DPPH Değeri	Posa ABTS Değeri	Çekirdek Yağı ABTS Değeri	Posadaki Floridzin Miktarı
Posa Fenolik Miktarı (Folin)	1	-.658**	.846**	-.724**	-.091	-.471	.965**
Çekirdek Yağı Fenolik Miktarı (Folin)	-.658**	1	-.677**	.977**	.081	.891**	-.744**
Posa DPPH Değeri	.846**	-.677**	1	-.693**	-.513	-.613*	.917**
Çekirdek Yağı DPPH Değeri	-.724**	.977**	-.693**	1	.033	.867**	-.793**
Posa ABTS Değeri	-.091	.081	-.513	.033	1	.045	-.147
Çekirdek Yağı ABTS Değeri	-.471	.891**	-.613*	.867**	.045	1	-.647**
Posadaki Floridzin Miktarı	.965**	-.744**	.917**	-.793**	-.147	-.647**	1

* Korelasyon, 0.05 seviyesinde önemli (iki yönlü).

** Korelasyon, 0.01 seviyesinde önemli (iki yönlü).

Bu bakımdan çeşitli ekstraktların antioksidan aktiviteleri farklı yöntemlerle analiz edildiğinde yöntemlerin reaksiyon karakteristiklerinin ve mekanizmalarının değişkenlik gösterebileceği ve tüm antioksidanların aktivitelerini doğru bir şekilde yansıtabilen evrensel bir analiz yönteminin mevcut olmadığı ifade edilmektedir (Meng ve ark. 2012). Bu nedenle, *in vitro* antioksidan aktivite tayinlerinde en az iki yöntemin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Wang ve ark. 2015). Bu nedenle çalışmamızda da ekstraktların antioksidan aktivitelerinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi ve sonuçların kıyaslanabilmesi açısından iki antioksidan aktivite testi (ABTS ve DPPH) uygulanmıştır.

Konuya yönelik olarak Xu ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, elma çekirdeği ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktiviteleri (ABTS, DPPH) arasında yüksek bir korelasyonun olduğunu ortaya koymuşlardır ($p < 0.05$, $r = 0.808$ ve 0.886). Araştırmamızda ise çekirdek posalarının toplam fenolik madde miktarı ile TEAC_{DPPH} antioksidan aktivitesi arasında pozitif yönde yüksek bir korelasyon tespit edilirken, posaların toplam fenolik madde miktarı ile TEAC_{ABTS} antioksidan aktivitesi arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı belirlenmiştir. Farklı olarak, Bozan (2006) yaptığı çalışmada, üzüm ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktiviteleri arasında bir korelasyonun olmadığını tespit etmiştir. Bunun nedeninin ise ekstraktların içerdiği fenolik bileşiklerin farklı yapıda olmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir.

4.18. Antimikrobiyal Aktivite (mm)

Disk difüzyon yöntemine göre yapılan antimikrobiyal aktivite analizi, hem çekirdek yağlarına hem de yağı alınmış materyalden hazırlanan fenolik ekstraktlara uygulanmıştır. Analizde Gram-pozitif bakterilerden *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) ve *Bacillus subtilis* (ATCC 11774), Gram-negatif bakterilerden ise *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076), *Vibrio parahaemolyticus* (ATCC 17802) ve *Escherichia coli* O157:H7 (NCTC 12900) olmak üzere toplamda 5 farklı patojen mikroorganizma kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak antibiyotiklerden Ampicilin (10 µg/disk) ve Gentamicin (10 µg/disk) seçilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre yağı alınmış elma çekirdeği posalarının tamamının patojenler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonlarının (mm) çekirdek yağlarının sergilediği inhibisyon zonlarından (mm) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hem çekirdek yağlarından hem de yağı alınmış elma çekirdeği posalarından elde edilen ekstraktların patojenler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonlarının, pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotiklerin sergilediği

inhibisyon zonlarından daha düşük olduğu kaydedilmiştir. Ekstraktların hazırlanmasında kullanılan metanolün ise patojenler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına yapılan varyans analizine göre çekirdek posalarının ve yağlarının kendi içerisinde göstermiş oldukları antimikrobiyal aktivite değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonrasında elde edilen değerlere Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve hem posaların hem de çekirdek yağlarının antimikrobiyal aktivite değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir. Aynı zamanda patojenlerin inhibisyon zonları ile posaların toplam fenolik madde miktarı, floridzin miktarı ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı arasında uygulanan korelasyon analizi sonuçları da Çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19 incelendiğinde yağı alınmış elma çekirdeği posalarındaki en yüksek antimikrobiyal aktivitenin Gram-pozitif bakterilerde olduğu ve ekstraktlara karşı Gram-negatif bakterilerin direnç gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeninin ise Gram-negatif bakterilerin seçici geçirgen olan ve dolayısıyla alttaki yapılara erişimi düzenleyen lipoprotein ve lipopolisakaritten oluşan daha kompleks bir dış zara sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Alzoreky ve Nakahara 2003, Negi ve ark. 2005). Aynı durum çekirdek yağlarının antimikrobiyal aktivite değerlerinde de görülmektedir.

Tian ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada, elma çekirdeği yağlarının çeşitli mikroorganizmalar üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonlarının 4.5-18 mm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Elma çekirdeği yağlarının söz konusu mikroorganizmalara karşı etkili olduğu ve bakterilerin maya ve küflere göre daha duyarlı olduğu belirtilmiştir. Yapılan araştırmada iki farklı elma çeşidinin çekirdeklerinden elde yağların *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* gibi patojenlere karşı sırasıyla 15-17 mm, 15-18 mm, 15.5-17 mm, 15-17.5 mm çapında inhibisyon zonları oluşturduğu kaydedilmiştir. Elde edilen bu sonuçların araştırmamızda elde edilen sonuçlardan (6.15-8.52 mm) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun çeşit farklılığından ve aynı zamanda elmaların yetiştirildiği iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Elma çekirdeği yağlarının ve yağı alınmış elma çekirdeği posalarının antimikrobiyal aktivitesi (mm)

YAĞI ALINMIŞ ELMA ÇEKİRDEĞİ POSASININ ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ (n=2)					
ÇEŞİT	<i>Listeria monocytogenes</i> (ATCC 7644)	<i>Bacillus subtilis</i> (ATCC 11774)	<i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (ATCC 17802)	<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (NCTC 12900)
	Zon çapı (mm)**	Zon çapı (mm)**	Zon çapı (mm)**	Zon çapı (mm)**	Zon çapı (mm)**
Fuji Zhen Aztec	10.97±0.13c	10.89±0.47b	10.57±0.59c	10.19±0.14c	10.06±0.23b
Granny Smith	12.54±0.10b	10.61±0.19b	10.60±0.16c	10.27±0.20c	10.22±0.11b
Jeromine	13.17±0.59ab	13.48±0.31a	10.95±0.12bc	12.59±0.13a	10.68±0.13ab
Pink Lady	11.22±0.13c	11.31±0.48b	11.83±0.10ab	11.44±0.45b	10.36±0.10b
Super Chief	13.63±0.19a	12.84±0.12a	12.51±0.18a	12.71±0.11a	11.85±0.95a
ELMA ÇEKİRDEĞİ YAĞININ ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ (n=2)					
Fuji Zhen Aztec	7.43±0.32b	7.51±0.14ab	7.58±0.16a	7.36±0.24b	7.23±0.10a
Granny Smith	6.45±0.29c	7.33±0.11bc	6.28±0.18b	7.14±0.14b	6.52±0.27b
Jeromine	7.53±0.16b	6.91±0.07c	6.24±0.10b	6.15±0.08c	6.16±0.12b
Pink Lady	8.52±0.38a	7.81±0.18a	7.55±0.23a	7.82±0.13a	6.34±0.13b
Super Chief	7.80±0.23ab	7.23±0.11bc	6.33±0.17b	6.58±0.10c	7.50±0.11a
POZİTİF KONTROL OLARAK KULLANILAN ANTİBİYOTİKLERİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ (n=2)					
Ampicilin (10 µg/disk)	18.1±0.6	22.9±0.89	17.3±0.12	23.6±0.27	8.2±0.38
Gentamicin (10 µg/disk)	20.8±0.04	20.5±1.71	19.6±0.16	27.4±0.22	18.3±0.48

** Aynı sütunda aynı harfle gösterilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01).

Başka bir çalışmada metanolik üzüm çekirdeği ekstraktlarının *Escherichia coli* (ATCC 29214), *Salmonella typhi* (ATCC 43579), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Vibrio cholerae* (ATCC 14033) gibi farklı patojenler üzerine antimikrobiyal aktivitesi araştırılmış ve inhibisyon zonları sırasıyla 7 ± 0.12 mm, 9 ± 0.14 mm, 14 ± 0.24 mm, 6 ± 0.52 mm olarak tespit edilmiştir (Butkhup ve ark. 2010). Araştırmamızda elma çekirdeği posalarının özellikle *Escherichia coli* ve *Bacillus subtilis* üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonları (10.06-11.85 mm ve 10.61-13.48 mm) bu çalışmada elde edilen zon çaplarından daha yüksektir. Elde edilen bu sonuçlar neticesinde elma çekirdeği posasının üzüm çekirdeğine kıyasla daha iyi bir antimikrobiyal aktivite sergilediği söylenebilir.

Hurma çekirdeklerinin antimikrobiyal aktivitesine yönelik yapılan başka bir çalışmada çekirdeklerin farklı çözenler ile hazırlanan ekstraktlarının *E. coli* üzerinde oluşturdukları inhibisyon zonlarının 9 ± 0.22 ile 11.5 mm arasında değiştiği belirlenmiştir (Al-daihan ve Bhat 2012). Elde edilen bu değerler araştırmamız sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Halima-Mansour ve Allem (2016) yaptıkları çalışmada, limon kabuğu ve çekirdeklerinden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitesini disk difüzyon metodu ile 6 patojen bakteri ve 1 fungal suş üzerinde test etmişlerdir. Araştırma sonuçları, limon kabuklarının test edilen tüm suşlar üzerinde önemli bir antimikrobiyal aktivite sergilediğini ve Gram-pozitif bakterilerin Gram-negatif bakterilere karşı daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Limon çekirdeklerinin *Staphylococcus epidermidis* (9 mm) ve *Pseudomonas aeruginosa* (11 m) dışında diğer suşlara (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*) etki etmediği (0 mm) ve bu nedenle kabukların çekirdeklere kıyasla daha yüksek bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmamızda ise hem elma çekirdeği yağlarının hem de yağı alınmış çekirdeği posalarının *Escherichia coli* ve *Bacillus subtilis* patojenleri üzerine kayda değer bir antimikrobiyal aktivite sergiledikleri belirlenmiştir.

Dahham ve ark. (2010); nar meyvesinin antibakteriyel ve antifungal aktivitesine ilişkin çalışmalarında, kırmızı ve beyaz narların çekirdeklerinden elde edilen ekstraktların *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* bakterileri üzerine inhibisyon etkilerini (mm cinsinden zon çapı olarak) sırasıyla 7-10 mm, 4.6-8 mm, 9-10 mm, 9-8 mm, 12-7 mm, 9-7 mm, 12-10 mm olarak tespit etmişlerdir. Çizelge 4.19 incelendiğinde araştırmamız sonuçlarının Dahham ve ark. (2010)'nın elde ettikleri inhibisyon zon çapları ile kıyaslanabilir olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. İnhibisyon zonları ile posaların toplam fenolik madde miktarı, floridzin miktarı ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı arasındaki korelasyonu

Mikroorganizma	Posa Fenolik Miktarı (Folin)	Çekirdek Yağı Fenolik Miktarı (Folin)	Posadaki Floridzin Miktarı
<i>L. monocytogenes</i> (ATCC 7644)	0.852**	0.118	0.878**
<i>B. subtilis</i> (ATCC 11774)	0.699**	0.840**	0.735**
<i>S. enteritidis</i> (ATCC 13076)	0.751**	0.780**	0.637**
<i>V. parahaemolyticus</i> (ATCC 17802)	0.840**	0.962**	0.805**
<i>E. coli</i> O157:H7 (NCTC 12900)	0.835**	0.087	0.844**

** Korelasyon, 0.01 seviyesinde önemli (iki yönlü).

Diğer yandan Çizelge 4.20 incelendiğinde patojenlerin inhibisyon zonları ile posaların toplam fenolik madde miktarı, floridzin miktarı ve çekirdek yağlarının toplam fenolik madde miktarı arasında kayda değer oranlarda korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre; öncelikle çekirdek posalarının tamamında toplam fenolik madde miktarı ile fenoliklerden floridzin miktarı artarken antimikrobiyal aktivitenin de artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen korelasyon değerlerinin 0.01 anlamlılık düzeyinde kayda değer bir şekilde yüksek olması (0.699-0.852) bu durumu kanıtlar niteliktedir. Aynı durum (*L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 hariç) çekirdek yağlarındaki toplam fenolik madde miktarı artış gösterdiğinde de görülmektedir. Özellikle çekirdek yağlarında toplam fenolik madde miktarı ile yağların *V. parahaemolyticus* üzerine gösterdiği inhibisyon etkileri arasında çok yüksek bir korelasyon varlığı ($r = 0.962$) tespit edilmiştir. Ancak çekirdek yağlarında toplam fenolik madde miktarı ile bu ekstraktların *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 üzerinde gösterdikleri antimikrobiyal aktivite arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Bu duruma dayanarak, araştırılan ekstraktların antimikrobiyal aktivitesinin sadece fenolik bileşiklere bağlı olmadığı sonucuna varılabilir. Araştırmamızda aynı zamanda floridzin fenolünün patojenler üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği elde edilen korelasyonlara bakılarak söylenebilir. Çeşitli araştırmalarda da floridzin monomerinin ve ayrıca araştırmamızda HPLC ile tespit edilen gallik asit, ferulik asit, kafeik asit, epikateşin gibi diğer

fenolik bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Muthuswamy ve Rupasinghe 2007, Saavedra ve ark. 2010, Zhang ve ark. 2016).

Literatürde çeşitli bitkisel kaynaklı ekstraktların toplam fenolik madde miktarı ile bunların farklı mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktiviteleri arasında bir korelasyonun olduğu belirtilmektedir. Birçok araştırma, fenolik bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteye katkıda bulunduğunu, bu etkinin fenolik bileşiklerin çeşidine, kaynağına ve konsantrasyonuna, ekstraksiyon yöntemlerine ve mikroorganizma türüne bağlı olduğunu göstermiştir (Mansour ve ark. 2013, Bahri-Sahloul ve ark. 2014, Singh ve ark. 2016). Aynı zamanda bu bileşiklerin antimikrobiyal aktivitelerinin, bakterilerin hücre zarı işlevini bozarak hücrenin gelişmesini veya çoğalmasını engellemesinden ve bakterilerin yapısında bulunan α -amilaz, pepsin, tripsin ve lipaz gibi enzimleri inhibe etmesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir (He ve ark. 2007). Bununla birlikte çeşitli fenolik bileşikleri yüksek oranda içeren bitkisel ekstraktların antimikrobiyal aktivitesinin sadece bu bileşiklere bağlı olmadığı, fenolik olmayan farklı sekonder metabolitlerin varlığının da antimikrobiyal aktiviteye katkıda bulunabileceği vurgulanmaktadır. Bu bakımdan antimikrobiyal aktivite sergileyen potansiyel bileşiklerin kapsamlı olarak değerlendirilebilmesi için, her ekstraktın kimyasal bileşimi üzerine ilave bir araştırma gerektiği belirtilmektedir (Cetkovic ve ark. 2007).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde endüstriyel alanda gıdaların raf ömürlerinin uzatılması, tüketicilerin doğal gıda ürünlerine gittikçe artan talebi nedeniyle doğala daha yakın gıdaların, kozmetik vb. alanlarda daha az sentetik madde içeren ürünlerin üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle her geçen gün yeni bitkisel ve doğal kaynaklı antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin araştırılmasına yönelik ilgi artmakta ve bu kapsamda yapılan çeşitli araştırmalar sadece taze, işlenmemiş materyallerdeki bileşenler bazında kalmayıp; aynı zamanda gıda sanayinin farklı kollarında ürün işleme sonucu açığa çıkan ve etkin olarak değerlendirilemeyen yan ürünlerde de yapılmaktadır.

Meyve-sebze işleme sonrası açığa çıkan atıkların değerlendirilebilir olması hem işletme açısından hem de tüketici açısından olumlu sonuçlar yaratabilmekte, ayrıca işletmelerin bu atıklardan kaynaklanan çevresel zararı en aza indirmeleri ve bundan ekonomik kazanç sağlamaları da söz konusu olabilmektedir. Diğer yandan bu yan ürünlerin genellikle biyoaktif maddelerce zengin olması bakımından bunlardan elde edilebilecek çeşitli doğal bileşenlerin üretilen gıdalara katılınması ve böylece tüketicilerin gittikçe artan doğal gıda ürünlerine yönelik taleplerinin karşılanabileceği düşünülmektedir.

Bu bakımdan tüketiciler için bir endişe kaynağı olan sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin yerine ikame edilebilecek doğal olanlarının araştırılmasına yönelik yaptığımız çalışmada; herhangi bir tüketim şekli bulunmayan elma çekirdeklerinin sahip olduğu özellikler literatüre kazandırılmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda materyal olarak Trakya bölgesinde yetiştirilen yerel olmayan ticari öneme sahip 5 farklı elma çeşidi kullanılmıştır. Öncelikle elmaların uygun ticari hasat olgunluğunda olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla elmalarda meyve eti sertliği tayini ve suda çözünür kuru madde miktarı analizi yapılmıştır. Hasat olgunluğunda olduğu belirlenen elmalar toplandıktan sonra, çeşitler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla ortalama taze meyve ağırlığı, ortalama çekirdek adedi, toplam taze çekirdek ağırlığı, bir adet taze çekirdeğin ortalama ağırlığı, ortalama taze çekirdek eni ve boyu gibi çeşitli pomolojik analizler yapılmıştır. Ardından 5 farklı elmadan elde edilen çekirdekler kurutulularak; çekirdeklerde kuru madde, ham kül, ham yağ ve yağsız posada ham protein analizleri yapılmıştır. Bu analizler neticesinde elma çekirdeklerinin kayda değer oranda yağ içerdiği ve yağı alınmış elma çekirdeklerinin yüksek miktarda ham protein ihtiva ettiği gözlenmiştir.

Yapılan diğler analizlere göre elma çekirdeğli yağlarının ve çekirdeklerdeki yağın alınması ile geri kalan posanın önemli miktarda fenolik madde içerdğli, posanın fenolik madde profilinde ise floridzin bileşğinin baskın fenolik olduğu tespit edilmiştir. Çekirdek yağlarından ve posalardan elde edilen metanolik ekstraktların antioksidan aktivite açısından kayda değer bir potansiyel sergiledikleri belirlenmiştir. Antioksidan aktivite testlerinin yanı sıra metanolik ekstraktların antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada ekstraktların bazı Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterdğli saptanmıştır. Aynı zamanda ekstraktların içermiş olduğu fenolik bileşik miktarı ile antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri arasında kayda değer oranlarda korelasyon varlığı tespit edilmiştir. Çalışmamız neticesinde elma çekirdeklerinden elde edilen ekstraktların gıdaların genel kalitesini arttıracak ve raf ömürleri üzerine etkili olabilecek antioksidan ve antimikrobiyal bileşiklerin doğal bir kaynağı olduğu kanıtlanmıştır. Diğler yandan elma çekirdeklerinden elde edilecek bu bileşiklerin çeşitli gıdalarda bir katkı maddesi olarak kullanılabilceğli ve ambalaj filmleri gibi gıda ile yakından ilgisi olan sistemlerin yapısında da yer alabileceğli düşünölmektedir.

Elde edilen bu veriler doğrultusunda, elma çekirdeklerinde yapılmış olan antioksidan ve antimikrobiyal aktivite çalışmalarının sonuçları umut verici olarak kabul edilmekle birlikte; konuya yönelik çalışmaların ölkemizde yetişen yerel elma çeşitlerinde de yapılması gerektiğli düşünölmektedir. Yerel elma çeşitlerimizden elde edilen çekirdeklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ortaya konmalıdır. Çekirdeklerden elde edilen yağın ve çekirdek posalarının fenolik kompozisyonu, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirilerek çeşitler arası farklılıklar kaydedilmelidir. Yapılacak çalışmalarda çekirdeklerden yağ eldesinde düşük sıcaklıklardaki ekstraksiyon sistemleri ve soğuk presyon gibi farklı metodolojiler de uygulanmalıdır. Fenoliklerin ekstraksiyonunda aseton, etanol, su ve bunların birbiriyle değişik oranlarından oluşun farklı çözgen sistemleri ayrıca değerlendirilmelidir. Diğler yandan yerel elma çeşitlerinden elde edilen çekirdek yağlarının diğler yemeklik yağlarda olduğu gibi fizikokimyasal özellikleri, yağ asidi kompozisyonu, sterol kompozisyonu, tokoferol içeriğli gibi çeşitli kalite kriterleri araştırılarak literatüre kazandırılmalıdır. Son olarak tüm bu çalışmalar ölkemizde meyve endüstrisinde açığa çıkan ve bir yan ürün olan elma posasından elde edilecek çekirdeklerde de uygulanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Adunola AAT, Chidimma AL, Olatunde DS, Peter OA (2015). Antibacterial activity of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed against selected microorganisms. African Journal of Biotechnology, 14 (14): 1224-1229.
- Albayrak S, Sağdıç O, Aksoy A (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (4): 401-409.
- Al-daihan S, Bhat RS (2012). Antibacterial activities of extracts of leaf, fruit, seed and bark of *Phoenix dactylifera*. African Journal of Biotechnology, 11 (42): 10021-10025.
- Alvarez AL, Melon S, Dalton KP, Nicieza I, Roque A, Suarez B, Parra F. 2012. Apple Pomace, a By-Product from the Asturian Cider Industry, Inhibits Herpes Simplex Virus Types 1 and 2 *In Vitro* Replication: Study of Its Mechanisms of Action. J Med Food, 15 (6): 581-587.
- Alzoreky NS, Nakahara K (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. International Journal of Food Microbiology, 80: 223-230.
- Amarante CVT, Megguer CA, Blum LEB (2003). Effect of Preharvest Spraying with Thidiazuron on Fruit Quality and Maturity of Apples. Revista Brasileira de Fruticultura, 25 (1): 59-62.
- Anonim (2015). FAO, Production, Crops. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. (erişim tarihi, 23.11.2015).
- Anonim (2016). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Elma Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. [http://izmir.tarim.gov.tr/menemen/Belgeler/Elma Hastalık ve Zararlıları İle Mücadele.pdf](http://izmir.tarim.gov.tr/menemen/Belgeler/Elma%20Hastalik%20ve%20Zararli%20lari%20ile%20Mucadele.pdf). (erişim tarihi, 07.02.2016).
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis, Method 978.04, Nitrogen in Plants. Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Apak R, Özyürek M, Güçlü K, Çapanoğlu E (2016). Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 2. Hydrogen Atom Transfer (HAT)-Based, Mixed-Mode (Electron Transfer (ET)/HAT), and Lipid Peroxidation Assays. J. Agric. Food Chem., 64: 1028-1045.
- Arain S, Sherazi STH, Bhanger MI, Memon N, Mahesar SA, Rajput MT (2012). Prospects of fatty acid profile and bioactive composition from lipid seeds for the discrimination of apple varieties with the application of chemometrics. Grasas Y Aceites, 63 (2): 175-183.
- Arıkan Ş, İpek M, Pırlak L (2015). Konya Ekolojik Şartlarında Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(10): 811-815.

- Awad MA, De Jager A, Van Westing LM (2000). Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae*, 83: 249-263.
- Azzurra A, Paola P (2009). Consumers' behaviours and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods. Paper prepared for presentation at the 113th EAAE Seminar: A resilient European food industry and food chain in a challenging world, Chania, Crete, Greece.
- Babojelic MS, Ivancic K, Druzic J, Kovac A, Voca A (2007). Chemical and Sensory Characteristics of Three Apple Cultivars (*Malus x domestica* Borkh.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72 (4): 317-322.
- Bada JC, León-Camachob M, Copovia P, Alonso L (2014). Characterization of apple seed oil with Denomination of Origin from Asturias, Spain. *Grasas Aceites*, 65 (2): 1-8.
- Bahri-Sahloul R, Fredj RB, Boughalleb N, Shriiaa J, Saguem S, Hilbert JL (2014). Phenolic composition and antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained from *Crataegus azarolus* L. var. *aronia* (Willd.) Batt. ovaries calli. *J Bot*, 2014: 1-11.
- Bai X, Zhangb H, Renc S (2013). Antioxidant activity and HPLC analysis of polyphenol-enriched extracts from industrial apple pomace. *J Sci Food Agric*, 93: 2502-2506.
- Bauer AW, Kirby WM, Sheriss JC, Turc M (1996). Antibiotic susceptibility testing by standardized single method. *Am. J. Clin. Pathol.*, 45:493-496.
- Baydar NG, Özkan G, Çetin ES (2007). Characterization of grape seed and pomace oil extracts. *Grasas Y Aceites*, 58 (1): 29-33.
- Baytekin S, Akça Y (2011). M9 Elma Anacı Üzerine Aşılı Farklı Elma Çeşitlerinin Performanslarının Belirlenmesi. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1): 45-51.
- Bellion P, Digles J, Will F, Dietrich H, Baum M, Eisenbrand G, (2010). Polyphenolic apple extracts: Effects of raw material and production method on antioxidant effectiveness and reduction of DNA damage in caco-2 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 6636-6642.
- Blanco-Ríos AK, Medina-Juárez LA, González-Aguilar GA, Gámez-Meza N (2013). Antioxidant Activity of the Phenolic and Oily Fractions of Different Sweet Bell Peppers. *J. Mex. Chem. Soc.*, 57 (2): 137-143.
- Blazek J, Hlusickova I (2006). Seed count, fruit quality and storage properties in four apple cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (2): 151-160.
- Boeing H, Bechthold A, Bub A, Ellinger S, Haller D, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Müller MJ, Oberritter H, Schulze M, Stehle P, Watzl B (2012). Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur J Nutr*, 51: 637-663.
- Bopitiya D, Madhujith T (2012). Antioxidant Potential of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars Grown in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*, 24 (1): 71-81.
- Boyer J, Liu RH (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3 (5): 1-15.

- Bozan B (2006). Kırmızı üzüm ekstrelerinin lipid peroksidasyonunu önleyici etkileri. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7 (2): 337-341.
- Bozbuğa F, Pırlak L (2012). Determination of phenological and pomological characteristics of some apple cultivars in Niğde-Turkey ecological conditions. The Journal of Animal & Plant Sciences, 22 (1): 183-187.
- Bramlage WJ, Weis SA, Greene DW (1990). Observations on the Relationships among Seed Number, Fruit Calcium, and Senescent Breakdown in Apples. Hortscience, 25 (3): 351-353.
- Buccheri M, Di Vaio C (2004). Relationship Among Seed Number, Quality, and Calcium Content in Apple Fruits. Journal of Plant Nutrition, 27 (10): 1735-1746.
- Butkhup L, Chowtivannakul S, Gaensakoo R, Prathepha P, Samappito S (2010). Study of the Phenolic Composition of Shiraz Red Grape Cultivar (*Vitis vinifera* L.) Cultivated in North-eastern Thailand and its Antioxidant and Antimicrobial Activity. South African Journal of Enology and Viticulture, 31(2): 89-98.
- Çalhan Ö, Eren İ, Seçmen T, Güneyli A, Onursal CE, Koyuncu MA (2015). Determination of Storage and Shelf Life Quality of Jeromine Apple Variety Grown in the Isparta. Agrosym 2015, Sixth International Scientific Agricultural Symposium, pp. 1001-1006.
- Candrawinata VI, Golding JB, Roach PD, Stathopoulo CE (2014). Total phenolic content and antioxidant activity of apple pomace aqueous extract: effect of time, temperature and water to pomace ratio. International Food Research Journal, 21 (6): 2337-2344.
- Candrawinata VI, Golding JB, Roach PD, Stathopoulo CE (2015). Optimisation of the phenolic content and antioxidant activity of apple pomace aqueous extracts. CyTA - Journal of Food, 13 (2): 293-299.
- Capanoglu E, Beekwilder J, Boyacıoğlu D, Hall R, Vos RD (2008). Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 964-973.
- Carbone K, Giannini B, Picchi V, Lo Scalzo R, Cecchini F (2011). Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple cultivars in relation to the cultivar, tissue type and storage. Food Chem, 127: 493-500.
- Cartea ME, Francisco M, Soengas P, Velasco P (2011). Phenolic Compounds in Brassica Vegetables. Molecules, 16: 251-280.
- Casals M, Bonany J, Carbo J, Alegre S, Iglesias I, Molina D, Casero T, Recasens I (2006). Establishment of a criterion to determine the optimal harvest date of 'Gala' apples based on consumer preferences. J. Fruit Ornament. Plant Res, 14 (2): 53-63.
- Cemeroğlu B (2013). Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, 3. Baskı, 480s, Ankara.
- Cetkovic G, Canadanovic-Brunet JM, Djilas SM, Savatovic S, Mandic A, Tumbas V (2008). Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. Food Chemistry, 109 (2): 340-347.

- Cetkovic GS, Canadanovic-Brunet JM, Djilas SM, Tumbas VT, Markov SL, Cetkovic DD (2007). Antioxidant potential, lipid peroxidation inhibition and antimicrobial activities of *Satureja montana* L., subsp. *kitaibelli* extracts. *Int. J. Mol. Sci.*, 8: 1013-1026.
- Chan KW, Khong NMH, Iqbal S, Ismail M (2012). Isolation and antioxidative properties of phenolics-saponins rich fraction from defatted rice bran. *Journal of Cereal Science*, 57: 480-485.
- Cripps JEL, Richard LA, Mairata AM (1993). 'Pink Lady' Apple. *Hortscience*, 28 (10):1057.
- Dahham SS, Ali M, Tabassum H, Khan M (2010). Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9: 273-281.
- Daler S (2015). Bazı birbirine benzer elma (*Malus domestica* L.) genotiplerinde pomolojik ve moleküler yöntemlerle ismine doğruluğun belirlenmesi. T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, s 37-38.
- De Castro Hernandez E, Biasi B, Mitchum E (2005). Quality of Pink Lady® Brand Apple. Washington Tree Fruit Postharvest Conference, p.1-8.
- De Salvador FR, Fisichella M, Fontanari M (2006). Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. *J Fruit Ornam Plant Res*, 14: 113-122.
- Demirsoy H, Isik O, Serdar Ü (2016). Evaluation of some apple genotypes from Turkey. *Acta Hort. (ISHS)*, 1139: 31-36.
- Drogoudi PD, Michailidis Z, Pantelidis G (2008). Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Sci. Hortic.*, 115: 149-153.
- Duda-Chodak A, Tarko T (2007). Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 6 (3): 29-36.
- Duda-Chodak A, Tarko T, Tuszyński T (2011). Antioxidant activity of apples-An impact of maturity stage and fruit part. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 10 (4): 443-454.
- Dudash J, Zhang X, Zeck RE, Johnson SG, Cox GG, Conway BR, Rybczynski PJ, Demarest KT (2004). Glycosylated dihydrochalcones as potent and selective sodium glucose co-transporter 2 (SGLT2) inhibitors. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 14: 5121-5125.
- Duge' de Bernonville T, Guyot S, Paulin JP, Gaucher M, Loufrani L, Henrion D, Derbre' S, Guilet D, Richomme P, Dat JF, Brisset MN (2010). Dihydrochalcones: implication in resistance to oxidative stress and bioactivities against advanced glycation end-product and vasoconstriction. *Phytochemistry*, 71: 443-452.
- El-Safy FS, Salem RH, Abd El-Ghany ME (2012). Chemical and Nutritional Evaluation of Different Seed Flours as Novel Sources of Protein. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 7 (1): 59-65.

- Espin JC, Garcia-Conesa MT, Tomas-Barberan FA, 2007. Nutraceuticals: Facts and fiction, *Phytochemistry*, 68: 2986-3008.
- Ferretti G, Turco I, Bacchetti T (2014). Apple as a Source of Dietary Phytonutrients: Bioavailability and Evidence of Protective Effects against Human Cardiovascular Disease. *Food and Nutrition Sciences*, 5 (13): 1234-1246.
- Fidrianny I, Rizkiya A, Ruslan K (2015). Antioxidant activities of various fruit extracts from three solanum sp. using DPPH and ABTS method and correlation with phenolic, flavonoid and carotenoid content. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7 (5): 666-672.
- Fotschki B, Jurgoński A, Juśkiewicz J, Zduńczyk Z (2015). Metabolic effects of dietary apple seed oil in rats. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (98): 220-231.
- Fromm M, Bayha S, Carle R, Kammerer DR (2012a). Characterization and quantitation of low and high molecular weight phenolic compounds in apple seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 60: 1232-1242.
- Fromm M, Bayha S, Carle R, Kammerer DR (2012b). Comparison of fatty acid profiles and contents of seed oils recovered from dessert and cider apples and further *Rosaceae* plants. *European Food Research and Technology*, 234: 1033-1041.
- Fromm M, Bayha S, Carle R, Kammerer DR, Carle R (2012c). Identification and Quantitation of Carotenoids and Tocopherols in Seed Oils Recovered from Different *Rosaceae* Species. *J. Agric. Food Chem.*, 60: 10733-10742.
- Fromm M, Loos HM, Bayha S, Carle R, Kammerer DR (2013). Recovery and characterisation of coloured phenolic preparations from apple seeds. *Food Chemistry*, 136: 1277-1287.
- Garavaglia J, Markoski MM, Oliveira A, Marcadenti A (2016). Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health. *Nutr Metab Insights*, 9: 59-64.
- Gerhauser C (2008). Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components. *Planta Medica*, 74 (13): 1608-1624.
- Górnas P (2015). Unique variability of tocopherol composition in various seed oils recovered from by-products of apple industry: Rapid and simple determination of all four homologues (α , β , γ and δ) by RP-HPLC/FLD. *Food Chemistry*, 172: 129-134.
- Górnas P, Seglina D, Lacis G, Pugajeva I (2014a). Dessert and crab apple seeds as a promising and rich source of all four homologues of tocopherol (α , β , γ and δ). *LWT - Food Science and Technology*, 59 (1): 211-214.
- Górnas P, Rudzinska M, Seglina D (2014b). Lipophilic composition of eleven apple seed oils: A promising source of unconventional oil from industry by-products. *Industrial Crops and Products*, 60: 86-91.
- Gulino F (1986). Refractometric Trials on Golden Delicious From Alto Adige. *Hort. Abst.*, 56 (5): 327.

- Guyot S, Marnet N, Laraba D, Sanoner P, Drilleau JF (1998). Reversed-Phase HPLC following Thiolytic for Quantitative Estimation and Characterization of the Four Main Classes of Phenolic Compounds in Different Tissue Zones of a French Cider Apple Variety (*Malus domestica* Var. Kermerrien). *J. Agric. Food Chem*, 46: 1698-1705.
- Halima-Mansour S, Allem R (2016). Evaluation of antimicrobial activity of Algerian Lemon (*Citrus limon* L.) peels and seeds extracts. *Der Pharma Chemica*, 8 (12): 127-134.
- Harris SA, Robinson JP, Juniper BE (2002). Genetic clues to the origin of the apple. *Trends Genet*, 18 (8): 426-30.
- He Q, Lv Y, Yao K (2007). Effects of tea polyphenols on the activities of α -amylase, pepsin, trypsin, and lipase, *Food Chemistry*, 101: 1178-1182.
- Henríquez C, Almonacid S, Chiffelle I, Valenzuela T, Araya M, Cabezas L, Simpson R, Speisky H (2010). Determination of Antioxidant Capacity, Total Phenolic Content and Mineral Composition of Different Fruit Tissue of Five Apple Cultivars Grown in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (4): 523-536.
- Humphries P, Pretorius E, Naude H (2008). Direct and indirect cellular effects of aspartame on the brain. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62: 451-462.
- Hyson DA (2011). A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health. *Adv Nutr*, 2: 408-420.
- Ikawa M, Schaper TD, Dollord CA, Sosner JJ (2003). Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (7): 1811-1815.
- Imeh U, S Khokhar (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: Antioxidant activity and cultivar variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6301-6306.
- Janick J, Cummins JN, Brown SK, Hemmat M (1996). Apples, Fruit Breeding, Volume: 1, Tree and Tropical Fruits, Ed: J. Janick ve J.N. Moore, John Wiley & Sons, Inc. Chapter 1, pp. 1-77.
- Jensen EN, Buch-Andersen T, Ravn-Haren G, Dragsted L (2009). Mini-Review: The Effects of Apples on Plasma Cholesterol Levels and Cardiovascular Risk-A Review of the Evidence. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 34-41.
- Jham GN (1996). High-performance liquid chromatographic quantitation of phloridzin in apple seed, leaf and callus. *Journal of Chromatography A*, 719: 444-449.
- Juhnevica-Radenkova K, Skudra L, Skrivele M, Radenkova V, Seglina D (2014). Impact of the degree of maturity on apple quality during the shelf life. *Footbal*, 161-166.
- Kabera JN, Semana E, Mussa AR, He X (2014). Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2: 377-392.

- Karadeniz T, Akdemir ET, Yılmaz İ, Aydın H (2013). Piraziz elmasında klon seleksiyonu. Akademik Ziraat Dergisi, 2 (1): 17-22.
- Karaman S, Karasu S, Tornuk F, Toker OS, Geçgel U, Sagdic O, Ozcan N, Gul O (2015). Recovery Potential of Cold Press Byproducts Obtained from the Edible Oil Industry: Physicochemical, Bioactive, and Antimicrobial Properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63 (8): 2305-2313.
- Kayahan M (2000). Yağ Tüketimi ve Sağlık-I. Gıda Mühendisliği Dergisi, 9: 11-12.
- Kayahan M (2006). Yağlı tohumlardan ham yağ üretim teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar serisi:7, Ankara, 244p.
- Knezevic SV, Blazekovic B, Stefan MB, Babac M (2012). Plant Polyphenols as Antioxidants Influencing the Human Health. Phytochemicals as Nutraceuticals-Global Approaches to Their Role in Nutrition and Health, Ed: Rao V, InTech, 155-180.
- Kolodziejczyk K, Markowski J, Kosmala M, Krol B, Plochanski W (2007). Apple Pomace As a Potential Source of Nutraceutical Products. Pol J Food Nutr Sci, 57 (4): 291-295.
- Kostić DA, Velicković JM, Mitić SS, Mitić MN, Randelović SS (2012). Phenolic Content, and Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Crataegus Oxyacantha* L (*Rosaceae*) Fruit Extract from Southeast Serbia. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 11 (1): 117-124.
- Koutsos A, Tuohy KM, Lovegrove JA (2015). Apples and Cardiovascular Health-Is the Gut Microbiota a Core Consideration? Nutrients, 7: 3959-3998.
- Krasodomska O, Jungnickel C (2015). Viability of fruit seed oil O/W emulsions in personal care products. Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects, 481: 468-47.
- Kriengsak T, Unaroj B, Kevin C, Luis C, David HB (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 669-675.
- Kutlu HR (2008). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü, Ders Notu, Bölüm 3, Sayfa 9-10.
- Lata B, Trampczynska A, Paczesna J (2009). Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. Scientia Horticulturae, 121 (2): 176-181.
- Leahu A, Hretcanu CE, Ropciuc S (2013). Radical scavenging activity and total phenolic content-comparison between apple and red grape. http://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/ecotox_zooteh_ind_alim/2013A/ipa/3. Leahu % 20 Ana. pdf. (erişim tarihi, 27.03.2016).
- Lee CY (2012). Common Nutrients and Nutraceutical Quality of Apples. New York Fruit Quarterly, 20 (3): 3-6.

- Leifert W, Abeywardena M (2008) Grape seed and red wine polyphenol extracts inhibit cellular cholesterol uptake, cell proliferation, and 5-lipoxygenase activity. *Nutr Res*, 28: 842-850.
- Li H, Wang X, Li P, Li Y, Wang H (2008). Comparative study of antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera*) seed powder assessed by different methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 16: 67-73.
- Lima GPP, Vianello F, Corrêa CR, da Silva Campos RA, Borguini MG (2014). Polyphenols in Fruits and Vegetables and Its Effect on Human Health. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 1065-1082.
- Liu M, Wumao D, Lin H (2008). The study of non-destructive measurement apple's firmness and soluble solid content using multispectral imaging. *IFIP-International Federation for Information Processing*, 294: 1077-1086.
- Lu Y, Foo LY (1998). Constitution of some chemical components of apple seed. *Food Chemistry*, 61(1-2): 29-33.
- Lu Y, Foo LY (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem.*, 68: 81-85.
- Lutterodt H, Slavin M, Whent M, Turner E, Yu LL (2011). Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. *Food Chem.*, 15;128 (2): 391-399.
- Magalhães LM, Segundo MA, Reis S, Lima JLFC (2008). Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. *Anal. Chim. Acta*, 613: 1-19.
- Mansour E, Ben Khaled A, Lachiheb B, Abid M, Bachar Kh, Ferchichi A (2013). Phenolic Compounds, Antioxidant, and Antibacterial Activities of Peel Extract from Tunisian Pomegranate. *J. Agr. Sci. Tech*, 15: 1393-1403.
- Manzano S, Williamson G (2010). Polyphenols and phenolic acids from strawberry and apple decrease glucose uptake and transport by human intestinal Caco-2 cells. *Mol. Nutr. Food Res.*, 54: 1773-1780.
- Marin FR, Soler-Rivas C, Benavente-Garcia O, Castillo J, Perez-Alvarez JA (2007). By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. *Food Chemistry*, 100: 736-741.
- Markus MA, Morris BJ (2008). Resveratrol in prevention and treatment of common clinical conditions of aging. *Clin Interv Aging*, 3 (2): 331-339.
- Matsumotoa S, Soejimab J, Maejimac T (2012). Influence of repeated pollination on seed number and fruit shape of 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae*, 137: 131-137.
- Matthaus B (2008). Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 110 (7): 645-650.
- Matthaus B, Özcan MM (2015). Oil Content, Fatty Acid Composition and Distributions of Vitamin-E-Active Compounds of Some Fruit Seed Oils. *Antioxidants*, 4: 124-133.

- Meng JF, Fang YL, Qin MY, Zhuang XF, Zhang ZW (2012). Varietal differences among the phenolic profiles and antioxidant properties of four cultivars of spine grape (*Vitis davidii* Foex) in Chongyi County (China). *Food Chemistry*, 134: 2049-2056.
- Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Veberic R (2007). Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Sci. Hortic.*, 114: 37-44.
- Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Veberic R (2008). Increased phenolic content in apple leaves infected with the apple scab pathogen. *J. Plant Pathol.*, 90: 49-55.
- Muthuswamy S, Rupasinghe HPV (2007). Fruit phenolics as natural antimicrobial agents: selective antimicrobial activity of catechin, chlorogenic acid and phloridzin. *J. Food Agric. Environ.*, 5: 81-85.
- Negi PS, Chauhan AS, Sadia, GA, Rohinishree YS, Ramteke RS (2005). Antioxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 92: 119-124.
- Ngamukote S, Mäkynen K, Thilawech T, Adisakwattana S (2011). Cholesterol-Lowering Activity of the Major Polyphenols in Grape Seed. *Molecules*, 16: 5054-5061.
- Nizamlioğlu NM, Nas S (2010). Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1): 20-35.
- O'Brien RD (2004). In *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*, CRC Press, Washington.
- Oğuz C, Karaçayır HF (2009). Türkiye'de Elma Üretimi, Tüketimi, Pazar Yapısı ve Dış Ticareti. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (1): 41-49.
- Oliveira I, Sousa A, Ferreira IC, Bento A, Estevinho L, Pereira JA (2008). Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2326-2331.
- Onder K, Sezai E, Memnune S, Celi T, Sedat S (2009). Total phenolics and antioxidant activity of jujube genotypes selected from Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (2): 303-307.
- Özgen M, Tokbaş H, (2007). Işıklanma ve meyve dokusunun Amasya ve Fuji elmalarında antioksidan kapasitesine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 1-5.
- Özongun Ş, Dolunay EM, Öztürk G, Pektaş M (2014). Eğirdir (Isparta) Şartlarında Bazı Elma Çeşitlerinin Performansları. *Meyve Bilimi*, 1(2): 21-29.
- Özrenk K, Gündoğdu M, Kaya T, Kan T (2011). Çatak ve Tatvan Yörelerinde Yetiştirilen Yerel Elma Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. *Yyü Tar Bil Derg (Yyu J Agr Sci)*, 21 (1): 57-63.
- Öztürk A, Öztürk B (2016). Samsun ekolojisinde yetiştirilen standart bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu J Agr Sci*, 31 (1): 1-8.

- Pandey KB, Rizvi SI (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev*, 2 (5): 270-278.
- Panzella L, Petriccione M, Rega P, Scortichini M, Napolitano A (2013). A reappraisal of traditional apple cultivars from southern Italy as a rich source of phenols with antioxidant activity. *Food Chem*, 140: 672-679.
- Parry J, Hao Z, Luther M, Su L, Zhou K, Yu L (2006). Characterization of Cold-Pressed Onion, Parsley, Cardamom, Mullein, Roasted Pumpkin, and Milk Thistle Seed Oils. *J Amer Oil Chem Soc.*, 83 (10): 847-854.
- Pastrana-Bonilla E, Akoh CC, Sellappan S, Krewer G (2003). Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *J Agric Food Chem.*, 27;51 (18): 5497-503.
- Pieszka M, Migdal W, Gasior R, Rudzinska M, Bederska-Lojewska D, Pieszka M, Szczurek P (2015). Native Oils from Apple, Blackcurrant, Raspberry, and Strawberry Seeds as a Source of Polyenoic Fatty Acids, Tocochromanols, and Phytosterols: A Health Implication. *Journal of Chemistry*, 2015: 1-8.
- Rana S, Gupta S, Rana A, Bhushan S (2015). Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient. *Food Science and Human Wellness*, 4: 180-187.
- Rio DD, Mateos AR, Spencer JPE, Tognolini M, Borges G, Crozier A (2013). Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. *Antioxid Redox Signal*, 18 (14): 1818-1892.
- Rupasinghe HPV, Kean C (2008). Polyphenol concentrations in apple processing by-products determined using electrospray ionization mass spectrometry. *Canadian Journal of Plant Science*, 88: 759-762.
- Rupasinghe HPV, Yasmin A (2010). Inhibition of oxidation of aqueous emulsions of omega-3 fatty acids and fish oil by phloretin and phloridzin. *Molecules*, 15: 251-257.
- Saavedra MJ, Borges A, Dias C, Aires A, Bennett RN, Rosa ES, Simões M (2010). Antimicrobial activity of phenolics and glucosinolate hydrolysis products and their synergy with streptomycin against pathogenic bacteria. *Med Chem*, 6 (3): 174-83.
- Sabikhi L, Kumar MHS (2012). *Advances in Food and Nutrition Research*. *Advances in Food and Nutrition Research*, 67: 141-184.
- Sakaldaş M, 2013. *Elmada Hasat, Muhafaza ve Kalibrasyon. Elma Yetiştiriciliği El Kitabı*, 1. Baskı, Ed: Kaynaş K, Sakaldaş M, Çanakkale, 79-91.
- Schieber A, Hilt P, Streker P, Endress HU, Rentschler C, Carle R (2003). A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4: 99-107.
- Selcuk AR, Demiray E, Yilmaz Y (2011). Antioxidant Activity of Grape Seeds Obtained from Molasses (Pekmez) and Winery Production. *Akademik Gıda*, 9 (5): 39-43.

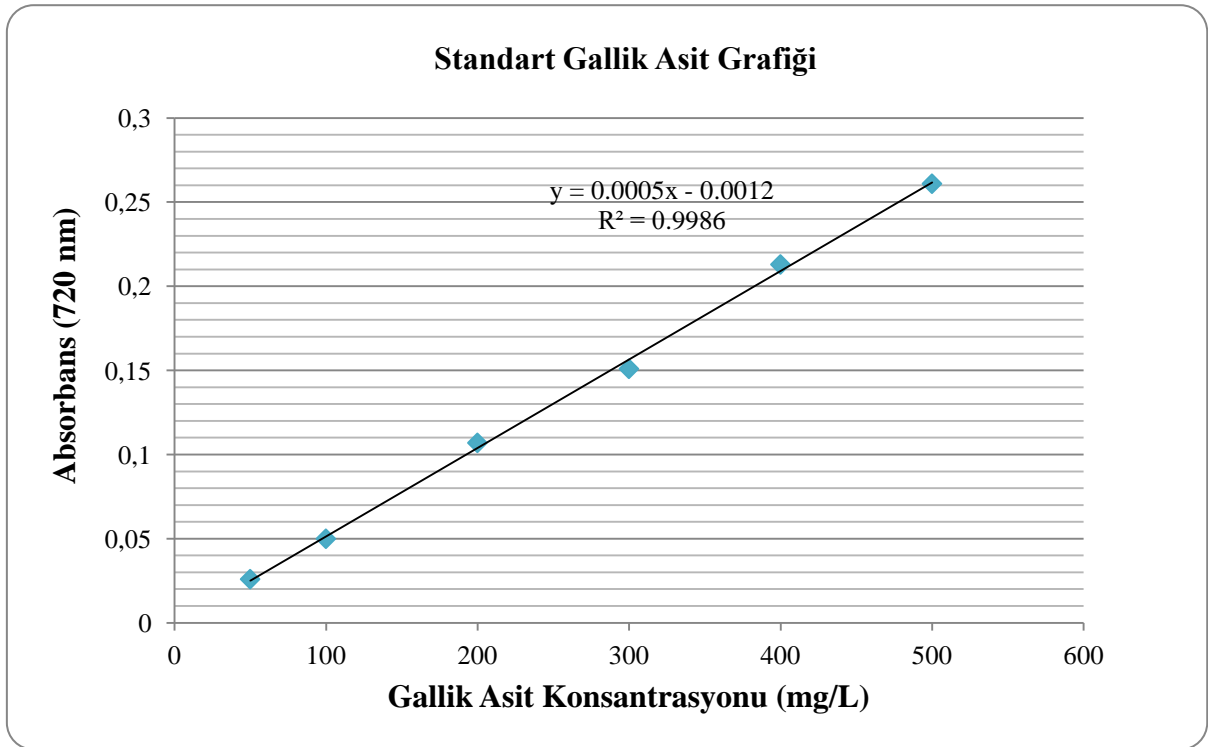
- Sengul M, Yildiz H, Gungor N, Cetin B, Eser Z, Ercisli S (2009). Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pak J Pharm Sci.*, 22 (1): 102-106.
- Sharma PC, Gupta A, Kaushal P (2014). Optimization of method for extraction of pectin from apple pomace. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5 (2): 184-189.
- Sharma S, Rana S, Patial V, Gupta M, Bhushan S, Padwad YS (2016). Antioxidant and hepatoprotective effect of polyphenols from apple pomace extract via apoptosis inhibition and Nrf2 activation in mice. *Hum Exp Toxicol*, In press.
- Shelly H, Lei Z, Janrong L, Bruce Z, Kequan Z (2009). Antioxidant properties and bioactive components of Norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wine grapes. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (7): 1269-1274.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, *Meth. Enzymol*, 299: 152-178.
- Singh G, Passari AK, Leo VV, Mishra VK, Subbarayan S, Singh BP, Kumar B, Kumar S, Gupta VK, Lalhlemawia H, Nachimuthu SK (2016). Evaluation of Phenolic Content Variability along with Antioxidant, Antimicrobial, and Cytotoxic Potential of Selected Traditional Medicinal Plants from India. *Front Plant Sci.*, 7: 407.
- Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16: 144-158.
- Song P, Wu L, Guan W (2015). Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients*, 7: 9872-9895.
- Songsermsakul P, Pornphairin E, Porasuphatana S (2013). Comparison of Antioxidant Activity of Grape Seed Extract and Fruits Containing High β -Carotene, Vitamin C, and E. *International Journal of Food Properties*, 16:643-648.
- Suárez B, Álvarez ÁL, García YD, Barrio GD, Lobo AP, Parra F (2010). Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. *Food Chemistry*, 120: 339-342.
- Szkudelski T, Szkudelska K (2011). Anti-diabetic effects of resveratrol. *Ann N Y Acad Sci*, 1215: 34-39.
- Şenyurt M, Kalkışım Ö, Karadeniz T (2015). Gümüşhane yöresinde yetiştirilen bazı standart ve mahalli elma (*Malus communis* L.) çeşitlerinin pomolojik özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4 (2): 59-64.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7): 669-675.
- Theodoratou E, Kyle J, Cetnarskyj R, Farrington SM, Tenesa A, Barnetson R, Porteous M, Dunlop M, Campbell H (2007). Dietary flavonoids and the risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 16 (4): 684-693.

- Tian HL, Zhan P, Li KX (2010). Analysis of components and study on antioxidant and antimicrobial activities of oil in apple seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61 (4): 395-403.
- Ünüvar G, Pırlak F (2016). Karaman Ekolojik Şartlarında M9 Anacına Aşılı Bazı Elma Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 96-106.
- Uzun S (2015). Çamaş (Ordu) yöresinde yetişen yerel elma çeşitlerinin bazı fenolojik, morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. T.C. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 47-51.
- Vayndorf EM, Lee SS, Liu RH (2013). Whole apple extracts increase lifespan, healthspan and resistance to stress in *Caenorhabditis elegans*. *J Funct Foods*, 5 (3): 1236-1243.
- Vendruscolo F, Albuquerque PM, Streit F (2008). Apple pomace. A versatile substrate for biotechnological applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28: 1-12.
- Vieira FGK, Borges GDSC, Copetti C, Pietro PFD, Nunes EDC, Fett R (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of the apple flesh and peel of eleven cultivars grown in Brazil. *Sci. Hortic*, 128: 261-266.
- Walia M, Rawat K, Bhushan S, Padwada YS, Singh B (2013). Fatty acid composition, physicochemical properties, antioxidant and cytotoxic activity of apple seed oil obtained from apple pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94: 929-934.
- Wang X, Li C, Liang D, Zou Y, Li P, Ma F (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. *Journal of Functional Foods*, 18: 1086-1094.
- Whitehouse CR, Boullata J, McCauley LA (2008). The potential toxicity of artificial sweeteners. *AAOHN J*, 56 (6): 251-259.
- WHO (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916, Report of a Joint WHO/FAO Consultation, Geneva, <http://www.fao.org/docrep/005/ac911e/ac911e00.HTM> (erişim tarihi, 01.02.2016).
- Wilson BG, Bahna SL (2005). Adverse reactions to food additives. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 95: 499-507.
- Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z, Hu X (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103: 88-93.
- Xu Y, Fan M, Ran J, Zhang T, Sun H, Dong M, Zhang Z, Zheng H (2015). Variation in phenolic compounds and antioxidant activity in apple seeds of seven cultivars. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23 (3): 379-388.
- Yan H, Kerr WL (2013). Total Phenolics Content, Anthocyanins, and Dietary Fiber Content of Apple Pomace Powders Produced by Vacuum-Belt Drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 1499-1504.

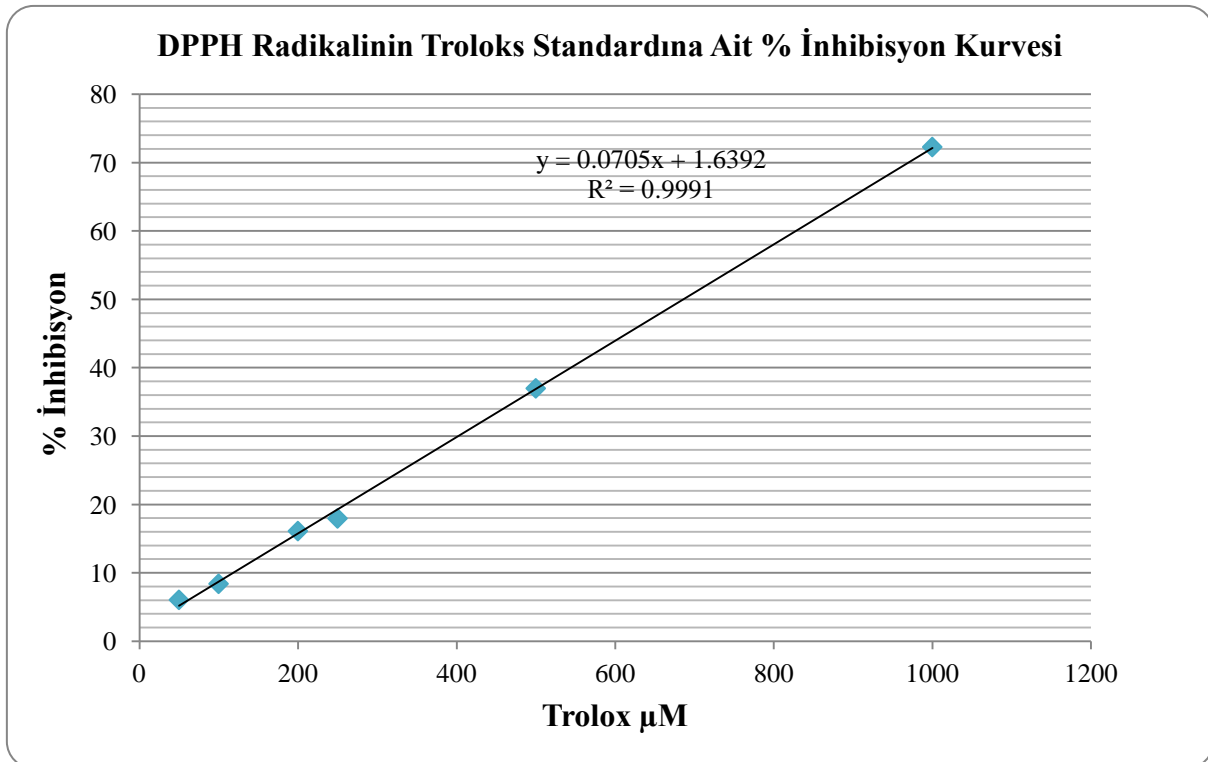
- Yu X, van de Voort FR, Li Z, Yue T (2007). Proximate Composition of the Apple Seed and Characterization of Its Oil. *International Journal of Food Engineering*, 3 (5): 1-8.
- Yukui R, Wenya W, Rashid F, Qing L (2009). Fatty Acids Composition of Apple and Pear Seed Oils. *International Journal of Food Properties*, 12(4): 774-779.
- Zhang T, Wei X, Miao Z, Hassan H, Song Y, Fan M (2016). Screening for antioxidant and antibacterial activities of phenolics from Golden Delicious apple pomace. *Chem Cent J*, 10 (47): 1-9.
- Zoral FB, Turgay Ö (2014). Çeşitli Gıda Atıklarının Toplam Fenolik Madde İçeriğinin, Antioksidan ve Antimikrobiyel Aktivitelerinin Araştırılması. *KSÜ Doğa Bil Derg*, 17 (2): 24-33.

EKLER

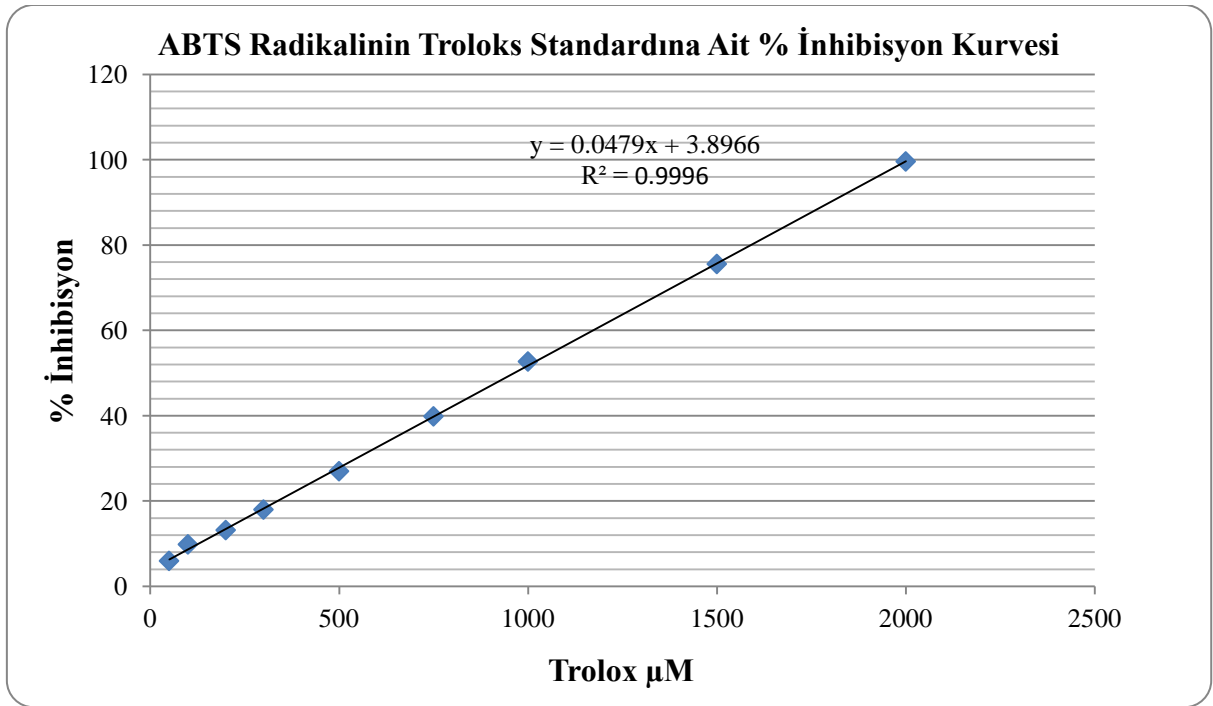
EK 1. Standart Gallik Asit Grafiği



EK 2. DPPH Radikalinin Troloks Standardına Ait % İnhibisyon Kurvesi



EK 3. ABTS Radikalinin Troloks Standardına Ait % İnhibisyon Kurvesi



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim esnasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, hiçbir zaman beni geri çevirmeyen, tezimin her aşamasında daima çözüm odaklı davranan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Şefik Kurultay'a, tüm sorularımı her zaman yanıtlayan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Ahmet Şükrü Demirci'ye, bakteri kültürlerinin teminini sağlayan Prof. Dr. Tuncay Gümüş'e ve Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nün tüm değerli akademik personeline teşekkürü bir borç bilirim. Araştırma görevlisi olarak çalıştığım Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne çalışmalarımı yürütebilmem için sağladıkları her türlü imkândan dolayı teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmamda kullandığım numunelerin teminindeki katkılarından dolayı yardımsever firma yetkililerine ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Sevgi ve özveriyle bugünlere gelmemi sağlayan, anlayışları, hoşgörülerini ile her zaman yanımda olan canım aileme; tüm yoğunluklarına rağmen bana her zaman vakit ayırabilen, tüm sorularımı sabırla dinleyen ve çözüm bulmaya çalışan canım ablalarım Nilüfer GÜNEŞ ve Nilgün GÜNEŞ'e, varlıkları ile bana güven veren canım annem ve canım babama sonsuz teşekkürler...

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bulgaristan'da doğdu. Lise öğrenimini Lüleburgaz Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2013 yılında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans öğrenimine kayıt yaptırdı. 2014 yılında Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen aynı kurumda görev yapmaktadır.