

T. C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAYBURT İLİNDE DOĞAL OLARAK BULUNAN
Berberis vulgaris L. ve Berberis crataegina DC. YABANI MEYVELERİNİN
BİYOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulkadir KARABULUT

Haziran - 2018

BAYBURT



BAYBURT İLİNDE DOĞAL OLARAK BULUNAN
Berberis vulgaris L. ve Berberis crataegina DC. YABANI MEYVELERİNİN
BİYOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU

Abdulkadir KARABULUT

Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÇAKIR

**T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAYBURT İLİNDE DOĞAL OLARAK BULUNAN
Berberis vulgaris L. ve *Berberis crataegina* DC. YABANI MEYVELERİNİN
BİYOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulkadir KARABULUT

**2018
BAYBURT
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ ONAY SAYFASI

Bayburt İlinde Doğal Olarak Bulunan *Berberis vulgaris L. ve Berberis crataegina DC. Yabani Meyvelerinin* Biyokimyasal Karakterizasyonu

Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÇAKIR danışmanlığında, Abdulkadir KARABULUT tarafından hazırlanan bu tez çalışması 22/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hilal YILDIZ

İmza:



Üye : Doç. Dr. Enes DERTLİ

İmza:



Üye : Dr Öğretim Üyesi Özlem ÇAKIR

İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Metin UÇURUM

Enstitü Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bu çalışmada şahsıma ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Abdulkadir KARABULUT

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAYBURT İLİNDE DOĞAL OLARAK BULUNAN *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. YABANI MEYVELERİNİN BİYOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU

Abdulkadir KARABULUT

Bayburt Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÇAKIR

Yabani meyveler üzerine olan ilgi ve bu meyvelerin kullanım yoğunluğu son yıllarda müthiş bir şekilde artmaktadır. Bu kapsamdaki en önemli yabani meyvelerden biri de *Berberis* türleridir. Antioksidan aktivitesi ve biyokimyasal bileşiklerin yüksek içeriği nedeniyle, *Berberis*'ler değerli meyveler arasında kabul edilmektedir. Bu çalışmada, Bayburt ilinde doğal olarak bulunan *B.vulgaris* L. (Kızamık) ve *B.crataegina* DC. (Karamuk) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde miktarları, mineral madde içerikleri ve fenolik madde profilleri incelenmiştir. Bu kapsamda incelenen meyve örneklerinin sahip olduğu özellikler üzerinde, literatürde bulunan benzer çalışmalardan yararlanılarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Sonrasında ise üzerinde çalışılan iki *Berberis* türü kendi içinde karşılaştırılmıştır.

Karamuk meyvesinin toplam fenolik madde miktarının (73.48 µgGAE/mg KM) kızamık meyvesinden (71,54 µgGAE/mg KM) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber çalışma kapsamında uygulanan 3 farklı metottan (β -karoten ağartma, DPPH, CUPRAC) elde edilen sonuçlara göre karamuk meyvesinin antioksidan aktivitesinin de kızamık meyvesine göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Meyve örneklerinde belirlenen pomolojik ölçümlerden sadece renk (L*,b*) ölçüm değerlerinin değişimi ($p<0.05$) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Elde edilen bulgular istatistiki olarak değerlendirildiğinde, meyve örneklerimiz; kuru madde, C vitamini, pH değeri ve su aktivitesi sonuçları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Fakat meyve türü, brix ve kül değeri üzerinde önemli derecede etkili olurken ($p<0.05$), glikoz, toplam şeker ve malik asit değerleri üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu ($p<0.01$) sonucu ortaya çıkmıştır. Bunlara ilaveten meyvelerin fenolik madde profilleri HPLC metodu ile belirlenmiştir. Klorojenik asit, karamuk ve kızamık meyvelerinde baskın fenolik maddelerden birisi olarak gözlenmiştir. Ayrıca; vanilik ve kafeik asit karamuk meyvesinin, vanilik asit, kafeik asit ve gallik asitin ise kızamık meyvesinin temel fenolik bileşenleri olduğu belirlenmiştir.

2018, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, fenolik madde, yabani meyve, mineral madde

ABSTRACT

MS Thesis

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF *Berberis vulgaris* L. and *Berberis crataegina* DC. WILD FRUITS EXIST NATURALLY IN BAYBURT CITY

Abdulkadir KARABULUT

Bayburt University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Department of Food Engineering
Supervisor: Asssist. Prof. Dr. Özlem ÇAKIR

The interest and the consuming rate of the wild fruits are increasing rapidly in the last years. One of the most important members of wild fruits is *Berberis*. *Berberis* is accepted in the valuable fruits due to its good antioxidant activity and high functional component content. In this study, some physicochemical properties, antioxidant activity, total phenolic content, mineral content and phenolic profiles of *B.vulgaris* L. (Kızamık) and *B.crataegina* DC. (Karamuk), grew naturally in Bayburt, are analyzed. In this concept a general assessment is made on some properties of the samples in the light of the parallel studies exist in the literature. Than two *Berberis* types are compared among each other.

According to our findings level of total phenolic content of Karamuk (73.48 µgGAE/mg KM) was higher than Kızamık (71.54 µgGAE/mg KM). Additionally, according to results of three methodologies (β -carotene, DPPH, CUPRAC), antioxidant activity of the Karamuk was also higher than Kızamık. Only change of the color (L^*,b^*) was found statistically important ($p<0.05$) in the pomological measurements. According to statistically findings, there were not meaningful differences between the dry matter, C vitamin, pH value and water activity of the samples ($p>0.05$). Fruit type was importantly effective on the brix and ash content ($p<0.05$), and was also highly effective on the glucose, total sugar and malic acid contents. Additionally, also phenolic profiles of the fruit types were determined by using HPLC. Chlorogenic acid was determined as the dominant phenolic component for both of Karamuk and Kızamık. Additionally vanilic and caffeic acid were determined as the basic phenolic components of Karamuk and vanilic, caffeic and gallic acid for Kızamık.

2018, 98 pages

Keywords: Antioxidant, phenolic compound, wild fruit, minerals

TEŞEKKÜR

Tez alıŐma s¼recim boyunca danıŐmanlıđımı űstlenerek deđerli fikirleriyle beni y¼nlendiren, ilgi ve desteđini esirgemeyen, çalıŐmalarımı űzveriyle y¼nlendiren baŐta hocam Dr. Őđr. űyesi Őzlem ÇAKIR'a, teŐekk¼r¼ bir borç bilirim. Ayrıca bu çalıŐma boyunca destek ve katkılarından dolayı, Doç. Dr. Enes DERTLİ'ye, Doç. Dr. H¼seyin SERENCAM'a, Dr.Őđr.űyesi Engin ŐAHİN'e, Uzman Hasan CAN'a, Dr. Őđr. űyesi B¼lent BAYRAKTAR'a ve her zaman desteklerini hissettiđim kıymetli aileme teŐekk¼r ederim.

Abdulkadir KARABULUT
Haziran /2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Serbest Radikaller	5
1.2. Oksidatif Stres ve Serbest Oksijen Radikalleri	7
1.2.1. Süperoksit Radikali	10
1.2.2. Hidrojen peroksit	11
1.2.3. Hidroksil Radikali	11
1.2.4. Peroksil Radikali	12
1.2.5. Alkoxi Radikalleri	13
1.2.6. Hidroperoksi Radikaller	13
1.2.7. Singlet Oksijen	13
1.2.8. Nitrik Oksit	13
1.2.9. Geçiş Metalleri	14
1.3. Antioksidanlar	15
1.3.1. Doğal Antioksidanlar	17
1.3.1.1. Enzimatik Antioksidanlar	17
1.3.1.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar	18
1.3.2. Sentetik Antioksidanlar	21
1.3.3. Doğal ve Sentetik Antioksidanların Karşılaştırılması	22
1.3.4. Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri	23
1.3.4.1. Beta Karoten Ağartma Metodu	24
1.3.4.2. Demir(III) İndirgeyici Antioksidan Aktivite	25
1.3.4.3. Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Aktivite	25
1.3.4.4. TEAC veya ABTS Metodu	26

1.3.4.5. DPPH Metodu	27
1.4. Fenolik Maddeler	28
1.4.1 Fenolik Asitler	29
1.4.1.1. Hidroksibenzoik Asitler	29
1.4.1.2. Hidroksisinnamik Asitler	30
1.4.2. Flavonoidler	30
1.4.2.1. Flavonlar	32
1.4.2.2. Flavanonlar	32
1.4.2.3. İzoflavonoidler	32
1.4.2.4. Flavanoller (Kateşinler ve Proantosiyanidinler)	32
1.4.2.5. Flavonoller	33
1.4.2.6. Antosiyaninler	34
1.5. Mineral Maddeler ve Meyveler	34
1.6. <i>Berberidaceae</i> Familyası	39
1.6.1. Botanik Özellikleri	39
1.6.2. Farmakolojik ve Biyolojik Etkileri	40
1.6.3. <i>Berberis vulgaris</i> L.	42
1.6.4. <i>Berberis crataegina</i> DC.	45
2. KAYNAK ÖZETLERİ	48
3. MATERYAL VE YÖNTEM	60
3.1. Materyal	60
3.1.1. Meyve Örnekleri	60
3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Reaktifler	60
3.2. Yöntem	61
3.2.1. Pomolojik Ölçümler	61
3.2.1.1. Meyve Eni ve Boyu	61
3.2.1.2. Meyve Ağırlığı	61
3.2.1.3. Meyve Hacmi	61
3.2.2. Biyokimyasal Analizler	62
3.2.2.1. Suda Çözünebilir Kuru Madde İçeriği (SÇKM, %)	62

3.2.2.2. pH Tayini	62
3.2.2.3. Renk Tayini.....	62
3.2.2.4. Vitamin C Tayini (Askorbik asit)	62
3.2.2.5. Toplam Şeker Tayini	63
3.2.2.6. Malik asit ve glikoz tayini	63
3.2.2.7. Su aktivitesi (a_w)	63
3.2.3. Mineral Kompozisyonu	63
3.2.4. Antioksidan Aktivite Tayini	63
3.2.4.1. Meyve Örneklerinin Ekstraksiyonu	63
3.2.4.2. Beta Karoten Ağartma Metodu.....	64
3.2.4.3. DPPH analizi (Serbest radikal giderme).....	64
3.2.4.4. CUPRAC Yöntemi	65
3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini	65
3.2.6. Fenolik Madde Profili Analizi	65
3.2.7. Biyokimyasal ve Pomolojik Çalışmalarda İstatistiksel Analizler.....	66
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	67
4.1. Kızamık ve Karamuk Meyvelerinde Yapılan Pomolojik Ölçümler.....	67
4.2. Kızamık ve Karamuk Meyvelerine ait Biyokimyasal Analizler.....	68
4.3. Mineral Madde Analizi Sonuçları.....	69
4.4. Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde Sonuçları	76
4.5. Örneklerin Fenolik Madde Profilleri	79
5. SONUÇLAR	82
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Oksidatif denge mekanizması.....	8
Şekil 1.2. Lipid peroksidasyonuna neden olan reaksiyon zinciri.....	9
Şekil 1.3. Antioksidanların sınıflandırılması.	17
Şekil 1.4. Askorbik asit (C vitamini)	19
Şekil 1.5. α -> β - > γ -> δ -tokoferol.....	19
Şekil 1.6. β -karotenin kimyasal yapısı.....	20
Şekil 1.7. β -iyonon halka yapısı.....	20
Şekil 1.8. β -karoten çift bağ yapısı	21
Şekil 1.9. Cu(II' nin Cu (I)' e indirgemesi.....	25
Şekil 1.10. Hidroksisinnamik asitler.....	30
Şekil 1.11. Flavanoidlerin genel yapısı.....	31
Şekil 1.12 Flavonol, flavon, flavanon, flavanol, izoflavon ve antosiyanidin'in kimyasal yapıları.	31
Şekil 1.13. <i>Berberis vulgaris</i> L. Bitkisinin görünümü (orj.).....	43
Şekil 1.14. Taksonun türkiye üzerinden dağılımı	43
Şekil 1.15. <i>Berberis vulgaris</i> L. Meyvelerinin görünümü (orj.).....	44
Şekil 1.16. <i>Berberis crataegina</i> DC bitkisinin görünümü (orj.).....	45
Şekil 1.17. <i>Berberis crataegina</i> DC. Meyvelerinin görünümü (ori.)	46
Şekil 1.18. <i>Berberis crataegina</i> DC. Görünümü	46
Şekil 1.19. Taksonun türkiye üzerinden dağılımı	47
Şekil 4.1. Kızamık (<i>Berberis vulgaris</i> L.) Meyvesinin mineral madde içeriği.....	71
Şekil 4.2. Kızamık (<i>Berberis vulgaris</i> L.) Meyvesinin içerdiği toplam mineral madde miktarının kendi içinde dağılımı	72
Şekil 4.3. Karamuk meyvesinin (<i>Berberis crataegina</i> DC.) Mineral madde içeriği .	74
Şekil 4.4. Karamuk meyvesinin (<i>Berberis crataegina</i> DC.) İçerdiği toplam mineral madde miktarının kendi içinde dağılımı	75
Şekil 4.5. Kızamık ve karamuk meyvelerinin mineral madde içeriği açısından karşılaştırılması	76
Şekil 4.6. Gallik asit standart grafiği	77
Şekil 4.7. Troloks standart grafiği	77
Şekil 4.8. <i>Berberis vulgaris</i> L. HPLC kromatogramı (254 nm)	80

Şekil 4.9. Berberis crataegina DC. HPLC kromatogramı (254 nm) 81



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri (ROS).....	6
Çizelge 1.2. Reaktif nitrojen türleri (RNS).....	6
Çizelge 1.3. Bazı berberis türlerinin sahip olduğu bileşikler.....	41
Çizelge 1.4 Berberis türlerinin farmakolojik ve biyolojik aktivitesi	42
Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan standartlar.....	61
Çizelge 3.2. Uygulanan yöntemin HPLC koşulları	66
Çizelge 3.3. HPLC çözücü programlaması koşulları.....	66
Çizelge 4.1 <i>Berberis vulgaris</i> L. ve <i>Berberis crataegina</i> DC. Meyvelerine ait pomolojik özellikler	68
Çizelge 4.2. Kızamık meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler.....	69
Çizelge 4.3. Kızamık meyvesinin (<i>Berberis vulgaris</i> L.) Mineral madde içerikleri .	70
Çizelge 4.4. Karamuk (<i>Berberis crataegina</i> DC.) Meyvesinin mineral madde içerikleri	73
Çizelge 4.5. Berberis türlerine ait biyoaktif özellikler.....	77
Çizelge 4.6. <i>Berberis vulgaris</i> L. HPLC kromatogramı sonuç tablosu	80
Çizelge 4.7. <i>Berberis crataegina</i> DC. HPLC kromatogramı sonuç tablosu.....	81

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABTS	2,2'Azinobis(3-Etilbenzotiazolin-6-Sulfonat)
Cu(I)	Nc Bakır(I)-Neokuproin
Cu(II)	Nc Bakır(II)-Neokuproin
CUPRAC	Bakır (II) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
FCR	Folin Ciocalteu Reaktifi
FRAP	Demir İndirgeme Antioksidan Gücü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HAT	Hidrojen Atom Transferi
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
KE	Katesin Esdeğeri
KM	Kuru Madde
ORAC	Serbest Radikal Temizleme Potansiyeli
RNS	Reaktif Azot Türleri
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
SOD	Süperoksit Dismutaz
TAA	Toplam Antioksidan Aktivite
TE	Trolox Eşdeğeri
TEAC	Troloks Esdegeri Antioksidan Kapasite
TFM	Toplam Fenolik Madde
TPTZ	Tripridiltriazin
TRAP	Toplam Radikal Temizleme Potansiyeli

1. GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu coğrafi konum ve bu konuma bağlı olarak sahip olduğu iklimsel özellikleri itibarıyla birçok meyve türüne ev sahipliği yapmakta ve bu özelliğinden dolayı dünya üzerindeki sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle ülkemiz gerek doğal beslenme imkânları ve gerekse doğal tıbbi/aromatik bitki çeşitliliğine sahip olması bakımından dünyanın çok az yerinde rastlanabilecek derecede güzel bir ekosisteme sahiptir. Dünya'daki meyvecilik sektörü incelediğinde Türkiye, tür ve çeşit zenginliğinin yanı sıra, meyve bakımından zengin bir biyolojik çeşitlilik ve gen kaynağı potansiyelini barındırmaktadır. Bu yönüyle kültürü yapılınsın veya yapılmasın Türkiye'nin çok önemli oranda, sayısız meyve türünün genetik çeşitliliğine de ev sahipliği yaptığı anlaşılmaktadır. Örneğin Türkiye florasında bulunan toplam 10.754 takson sayısının 3.708'i yani %34,8'lik oran endemik özellik göstermektedir (Vural, 2003).

Türkiye'nin doğal meyve türleri konusunda sahip olduğu bu zenginlik son yıllarda çok daha önemli ve değerli bir kaynak haline gelmektedir. Çünkü zamanlarda doğal gıdaların gerekliliği ve bu gıdalarla beslenmenin, hem bireylerin hem de nesillerin sağlığı açısından önemi ilgili bütün alanlarda vurgulanmakta ve bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Bununla beraber sürekli artan nüfus ve hızlı sanayileşme ve bunlara bağlı olarak değişen beslenme alışkanlıkları neticesinde tüketilen gıdaların özellikleri ve yapısı olumsuz yönde değişmektedir. Bunun sonucu olarak da insanlar her geçen gün yeni sağlık problemleri ile karşılaşmaktadır. Bunlara ilaveten, insanların gündelik yaşantısı içinde artarak söz sahibi olan; artan çevre ve hava kirliliği, modern hayatın getirdiği olumsuzluklar, düzensiz ve sağlığa uygun olmayan beslenme alışkanlıkları, katkılı gıdalar, tıbbi ve zirai ilaçlar, sosyal ve ekonomik sorunlar, bazı kötü alışkanlıklar ve benzeri birçok zararlı etkenler de insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu sağlık problemleri ile mücadele etmek adına, ulusal ve uluslararası basında neredeyse her gün doğal bitkileri konu alan, bu bitkilerin farklı özellikleri ve değişik sağlık problemlerine faydaları üzerinde yoğunlaşan yayınlar ve sunumlar yer almaktadır (Kasun, 2017).

Doğal gıdaların ve bu gıdalarla beslenmenin öneminin hızla arttığı günümüz dünyasında doğal bitkiler ve bu bitkilerle yapılan tedavi yöntemleri de her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Doğal ve yabani bitkilerin hem önleyici tıp uygulamaları kapsamında hem de iyileştirme tedavisi uygulamalarında kullanımı ve kullanım önceliği aynı hızla artmaktadır. Dünyada birçok ülkede tıbbi bitkilerin kullanımı ile sağlık harcamalarında tasarrufa gitmek için büyük kampanyalar, tanıtımlar ve etkinlikler düzenlendiği artık internet ortamından da rahatlıkla görülebilmektedir (Anonim, 2007).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de burada bahsi geçen yiyecekler ve sağlık arasındaki ilişki, tüketiciler tarafından her geçen gün daha da önemsenmektedir. Günümüzde özellikle endüstriyel kaynaklı etkenler tarafından kirletilmemiş ortamlarda yetişmiş, doğallığını hatta diğer bir tabirle yabaniliğini korumuş, sağlıklı, lezzetli, doğal fonksiyonel gıdalara ve meyvelere olan talep sürekli artmakta olup, bu yeni bir sektör haline gelmiştir (Ercişli, 2007). Özellikle insan sağlığı açısından büyük öneme sahip olan biyoaktif bileşenler ve mineraller açısından zengin olan meyvelere ve bundan elde edilmiş ürünlere karşı olan ilgi giderek artış göstermektedir (Scheerens, 2001). Çünkü meyve ve sebzeler, insan sağlığı için önem arz eden mineral maddelerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Örneğin taze meyveler içerdikleri organik asitler ve diyet lifi nedeniyle doğal gevşetici bir etkiye sahip olup sindirime destek olurlar (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Bazı meyve ve sebzelerin içerdiği antioksidan maddelerin kanser ve kardiyovasküler gibi dejeneratif hastalıklara karşı koruyucu etkisinin olduğu vurgulanmaktadır (Kaur ve Kapoor 2002). Bu koruyucu etkinin meyve ve sebzelerin içeriğindeki antioksidanlardan (fenolik bileşikler, C ve E vitamini, karotenoidler) kaynaklandığı bildirilmektedir (Oliver ve Palou, 2000). Aynı zamanda insanların pestisit, yapay gübre, hormon vb. yoğun tarım uygulanmaksızın doğal şartlarda yetiştirilen, organik gıdalar olarak da isimlendirilen gıdalara ve yabani meyvelere olan ilgisinde giderek artış görülmektedir. Yabani meyvelerin içeriğindeki bazı maddelerin, kanser, alzheimer, diyabet gibi hastalıklar üzerinde olumlu ve umut verici etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle yabani ve doğal meyveler, giderek tüm dünyada geleneksel ve tamamlayıcı tıp alanında yapılan araştırmaların ilgi odağı olmaya başlamıştır. Bitki popülasyon çeşitliliği açısından zengin olan ülkemizde, kültüre

alınanların haricinde, büyük bir kısmı üreticilerimiz tarafından tanınan ancak yetiştiriciliği yapılmayan, kendiliğinden doğal olarak yetişen birçok yabancı meyve türü bulunmaktadır. Kuşburnu, alıç, yabancı mersini (murt), kızamık ve kızılçık gibi yabancı meyvelerin çoğu taze tüketildiği gibi hem ev ölçeğinde hem de endüstriyel çapta reçel, marmelat gibi ürünlere de işlenmekte ve bu ürünler dış pazarda da önemli yer işgal etmektedir. Bunun sebebi ise, bu meyvelerin hem az bulunması hem de sağlık açısından önemli görevlerinin olmasıdır (Kökosmanlı ve Keleş, 2000).

Burada bahsi geçen ve insan sağlığına faydalı olduğu bilinmekle beraber üzerinde yeni araştırmalar yapılmasının gerekli olduğu meyveler arasında kızamık ve karamuk meyveleri de yer almaktadır.

Kızamık meyvesinin ülkemizin farklı yörelerinde yerel olarak; diken üzümü, karamuk, sarıçalı, çobantuzluğu, it tuzluğu, ekşimen, garamık, zibike, çoban ekmeği, tavşan ekmeği gibi isimlerle de anıldığı bilinmektedir. Kızamık *Berberidaceae* familyasından olup, 1-3 m boylarında bodur ve çalı formunda bir ağaçtır. Bu meyvenin 200 civarında türü olduğu bilinmektedir. Asya ve Avrupa kıtalarında yaygın olarak yetişen kızamık, Türkiye’de de iyi bilinmektedir. Bulunduğu yerlerdeki yöre insanları tarafından geleneksel tedavi uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde yöresel olarak anti bakteriyel, ateş düşürücü, kaşıntı ve alerjiyi giderici, ritim bozukluklarını düzenleyici özelliklerinden dolayı kızamık bitkisinden tıbbi amaçlı olarak faydalanılmaktadır. Her ne kadar kızamık uzun yıllardan beri yöresel ve geleneksel olarak gıda katkı maddesi olarak ya da tedavi amaçlı kullanılsa da farmakolojik ve kimyasal ihtivasi özellikleri üzerinde bilimsel çalışmalar hale devam etmekte ve araştırma konusu olmaktadır (Akbulut vd, 2009).

Kızamık meyvesinin yaprak dizilişleri sarmal, tek ya da buket şeklinde bulunmaktadır. Genellikle açık yeşil renğinde, kısa saplı, oval, derimsi yapılı, kızılı andıran kenarları olan, batıcı ve dişli bir yaprak yapısına sahiptir. Bileşik salkım ya da alkım görünümünde çiçekleri bulunmaktadır. İlâveten, 6 adet çanak ve taç organın yanı sıra 6 adet erkek ve 1 dişî organ bulunmaktadır. Çiçeklerinin olgunlaşmasını takiben, dişî organların üzerine kapanan erkek organlar tozlaşmayı

gerçekleştirmektedir. Bitki, meyvelerinden dökülen tohumlar vasıtasıyla çoğalmaktadır. Meyve üzümü, kırmızı-sarı veya siyah renklerde olmaktadır. Meyvelerin boyları yaprakların yarısı kadar olup 2-3 tohumlu, kısa sürgünlerin altında konumlanmaktadır. Kızamık, rengi ateş kırmızısı, hafif uzun, oval görünüme sahip şekli, ekşi bir lezzete sahip bir meyvedir. Kızamık meyvesinin bazı türleri gölgelik yerler, humuslu, nemli topraklarda yetişirken bazı türleri de güneşli yerler ve kuru topraklarda da iyi yetişmektedir (Anonim, 2018a).

Yapılan literatür araştırmasına göre kızamık meyvesinin deri hastalıkları, enfeksiyon hastalıklarından, kalp rahatsızlıklarına ve hatta psikiyatrik rahatsızlıklara kadar birçok hastalığın tedavisinde kullanılabileceği bilimsel olarak bildirilmektedir. Örneğin kardiyovasküler hastalıklarında, karaciğer hastalıklarının tedavisinde, kullanılabileceği, safra kesesi ile ilgili rahatsızlıklarda kullanılabileceği bildirilmektedir. Ayrıca bazı kanser türlerinin tedavisi ve önlenmesinde olumlu etkilerinin olduğu açıklanmıştır. Bunlara ilaveten bazı cilt hastalıklarında ve yaralarda krem formunda kullanılabileceği de belirtilmektedir. Son olarak diyabet hastaları için özellikle de tip 2 diyabet hastalıklarında oldukça faydalı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Imanshahidi ve Hosseinzadeh 2008; Arayne vd, 2007; Rahimi-Madiseh vd, 2017; Abushouk vd, 2017)

Bu çalışma da Bayburt bölgesinde doğal olarak yol kenarları ve köylerde yetişen ve yenebilen yabani *Berberis* türlerinin gıda amaçlı tüketimleri ve kullanım olanakları araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında daha önce üzerinde herhangi bir araştırma yapılmamış, çeşitli özellikleri belirlenmemiş olan Bayburt ili ve ilçe sınırları içerisinde doğal olarak yetişen iki farklı yabani kızamık türü analiz edilmiştir. Bunlar yöre halkı tarafından kızamık olarak adlandırılan *Berberis vulgaris* L. ve karamuk olarak adlandırılan *Berberis crataegina* DC. türleridir. Bahsi geçen yabani *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı, fenolik profillerinin ortaya çıkarılması ve ikisinin arasındaki farkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna bağlı olarak

Bayburt'ta yetişen *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. türlerinin antioksidan aktiviteleri analiz edilerek çeşitli hastalıkların beslenmeyle önlenmesi amacıyla dünyaya ve ilgili sektörlerle tanıtılması hedeflenmektedir. Diğer taraftan bu çalışma vasıtasıyla bitkisel kaynaklı ilaçların üretiminde yol gösterici olunacağı ve alternatif-doğal tedavi yöntemlerine de katkıda bulunulacağı değerlendirilmektedir. Bunlara ilaveten tüketicilerin meyve sebze tüketimi alışkanlıkları kapsamında önceliklendikleri; meyvenin aroması, lezzeti, kokusu ve görüntüsü gibi özelliklerinin yanı sıra, sahip olduğu vitamin ve mineral değerleri, antioksidan aktivite özelliklerini de değerlendirmeye almaları amaçlanmaktadır.

1.1. Serbest Radikaller

Serbest radikaller dış yörüngelerinde bir ya da daha fazla ortalanmamış elektron taşıyan, yüksek enerjili atom veya moleküllerdir (Ratnam vd, 2006). Serbest radikallerin eşlenmemiş elektrona sahip olmalarından ötürü diğer maddelerle reaksiyona girmelerinin kolay olduğu bilinmektedir. Serbest radikallerin aksine çiftler halinde elektrona sahip olan molekül ve atomların kararlı bir yapıya sahip oldukları ve bu nedenle diğer moleküller ile reaksiyona girmelerinin serbest radikaller kolay olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle eşlenmemiş elektronu bulunmayan yani kararlı yapıda bulunan ve diğer maddeler ile radikallerden daha zor reaksiyona giren moleküller de nonradikaller olarak isimlendirilmektedir. (Valko vd, 2007). Serbest radikaller, oksijen (O) (ROS) temelli ya da azot (N) (RNS) temelli bileşiklerdir. Metabolik yan ürünler olarak da bilinmektedir. Fakat plazma zar sistemleri, endoplazmik retikulum, lizozom, peroksizom ve sitozolik enzimlerle de reaktif oksijen meydana getirmektedir. Örneğin, damar endotel hücrelerinde nitrik oksit sentaz sayesinde L-arjininden sentezlenen Nitrik asit (NO) organizmada meydana gelen reaktif azot türlerinin en tehlikeli olanları arasında gösterilmektedir. NO'nun vücuttaki ROS'lar ile reaksiyonu sonucu güçlü bir oksidan olan peroksinitrit (ONOO) ve devam eden tepkimelerle OH radikali oluşturmaktadır. Reaktif oksijen ve reaktif azot bileşiklerinin az düzeyleri, hastalık yapıcı mikroorganizmalara karşı koruyucu mekanizması ve hücreler arası haberleşme gibi etkiler gösterirken, yüksek düzeyleri de DNA, lipit ve proteinlerde zedelenmeye, hatta apoptozise yol açabilmektedir (Büyüksulu ve Yiğitbaşı, 2013).

Reaktif oksijen türleri sınıfında (ROS) Peroksil ($\text{ROO}\cdot$), süperoksit ($\text{O}_2^{\cdot-}$), lipid peroksil ($\text{LOO}\cdot$), hidroksil ($\text{OH}\cdot$), alkoksil ($\text{RO}\cdot$) gösterilebilir. Nitrojen dioksit ($\text{NO}_2\cdot$) ile nitrik oksit ($\text{NO}\cdot$) ise reaktif nitrojen türleri olarak bilinmektedir. Reaktif azot türleri ile reaktif oksijen türleri radikal olmayan reaktif türlere nazaran daha kolay dönüşebilmektedir. Oksidanlar olarak bilinen singlet oksijen ($^1\text{O}_2$), hidrojen peroksit (H_2O_2), ozon (O_3), nitrik asit (HNO_2), hipokloröz asit (HOCl), dinitrojen trioksit (N_2O_3), peroksinitrit ($\text{ONOO}\cdot$ ve lipid peroksit (LOOH) bileşikleri serbest radikaller sınıfında gösterilmemektedir. Bu oksidan türleri canlılar tarafından patolojik ve fizyolojik durumlar altında üretilmektedir. Bunlar canlı organizmalarda kolaylıkla serbest radikal reaksiyonlarına sebep olabilmektedirler (Karabulut ve Gülay, 2016). Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2’de sırası ile reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) sunulmaktadır (Büyükuslu ve Yiğitbaşı, 2013).

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri (ROS)

Radikaller		Nonradikaller	
Süperoksit	$\text{O}_2^{\cdot-}$	Hidrojen peroksit	H_2O_2
Hidroksil	$\text{OH}\cdot$	Hipokloröz asit	HOCl
Peroksil	$\text{ROO}\cdot$	Hipobromöz asit	HOBr
Alkoksil	$\text{RO}\cdot$	Singlet oksijen	$^1\text{O}_2$
Hidroperoksil	$\text{HO}_2\cdot$	Ozon	O_3
Lipid peroksil	$\text{LOO}\cdot$		

Çizelge 1.2. Reaktif nitrojen türleri (RNS)

Radikaller		Nonradikaller	
Nitrik oksit Nitrojen dioksit	$\text{NO}\cdot$ $\text{NO}_2\cdot$	Nitrik asit	HNO_2
		Nitrosil katyonu	NO^+
		Nitroksil anyonu	NO^-
		Dinitrojen tetroksid	N_2O_4
		Dinitrojen trioksit	N_2O_3
		Peroksinitrit	$\text{ONOO}\cdot$
		Peroksinitrik asit	ONOOH
		Nitronyum katyonu	NO_2^+
		Nitril klorid	NO_2Cl
		Alkil peroksinitrit	ROONO

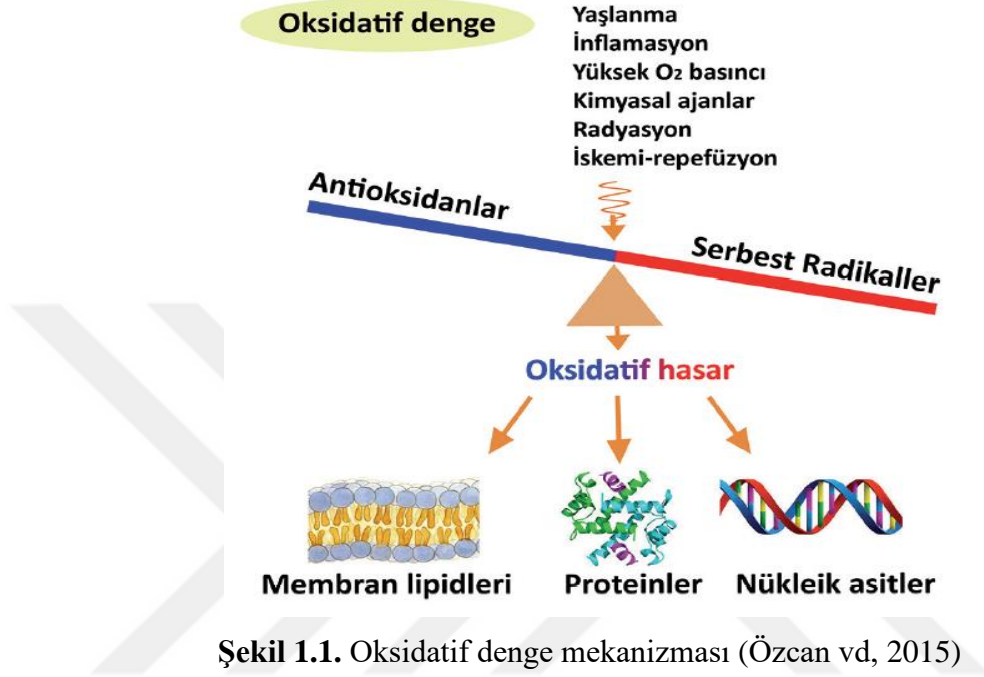
Bahsi geçen serbest radikaller sahip oldukları eşlenmemiş elektronlar nedeniyle oldukça reaktif ve anstabil özelliklere sahiptirler. Bu nedenle bu radikaller hücre bileşenleri üzerinde etkili olmak suretiyle oksidatif stresin ortaya çıkmasına sebep

olmaktadır. (Ratnam vd, 2006). Burada yaşam için gerekli olan oksijenin etkisini de göz önüne almak gerekmektedir. Çünkü oksijenin suya indirgenme reaksiyonları zararlı ara ürünler olarak reaktif oksijen türevlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. ROS oluşum iç kaynaklı nedenleri arasında elektron transport sistemi, araşidonik asit metabolizması, bazı enzimatik reaksiyonlar, oksidasyon reaksiyonları gibi normal metabolik prosesler gösterilebilir. Dış kaynaklı sebepler arasında da UV ışınları, ozon, radyasyon, ilaç yan etkileri, kimyasal maddeler, metaller, sigara ve sağlıksız beslenme alışkanlıkları gibi olaylar gösterilmektedir (Kasun, 2017). Her ne kadar bu radikallerin oluştuğu canlı bedeninde reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif stres ve bunun yan etkilerini engelleyici enzimler ve karşı faaliyetler olsa da zaman oksidanlar ile antioksidanların yoğunluğu arasındaki farka bağlı olarak vücuttaki oksidatif denge bozulabilmektedir. Bu dengenin oksidanların daha fazla ve etkin olması nedeniyle bozulması neticesinde vücudumuzdaki protein, lipid, karbonhidrat, nükleik asit ve faydalı enzimlerin yapısı bozulmaktadır. Meydana gelen oksidatif stres nedeniyle hücreler zarar görmekte, kimyasal reaksiyonlar zinciri gerçekleşmekte ve bu reaksiyonlar sonucunda yeni serbest radikaller oluşmaktadır. Tüm bunlar çeşitli kanser hastalıkları ve alzheimer, parkinson, arteroskleroz, diyabet, romatoid artrit gibi pek çok ağır hastalıkların başlamasına neden olmaktadır (Lushchak, 2015; Gupta vd, 2014) .

1.2. Oksidatif Stres ve Serbest Oksijen Radikalleri

İç ya da dış etkenler nedeniyle uyarılan serbest radikallerin seviyesi, gerekli antioksidan kapasitesinin üzerine çıkması, hücrede ve dokularda bazı deformasyonlara sebep olmaktadır. Serbest radikaller hücrenin sahip olduğu protein, enzim, karbonhidrat, nükleik asit ve lipid gibi bileşenlerinin tümüyle etkileşim yaparak hücrenin yapısal ve metabolik işlevlerini değiştirmektedir. Örneğin hücre içinde bulunan reaktif oksijen türlerinin artması ve bunların etkilerini önleyici etkisi olan antioksidanların yetersiz kalması sonucunda bazı patolojik süreçler meydana gelmekte ve hücredeki oksidatif denge bozulmaktadır. Bahse konu olan reaktif oksijen miktarındaki artış yani oksidatif dengenin bozulması, hücre membranlarında hasarlar, hücrenin ihtiva ettiği proteinlerin yapısında ve fonksiyonlarında deformasyonlar ve DNA'nın yapısında bozulmalara sebep olmaktadır. Reaktif

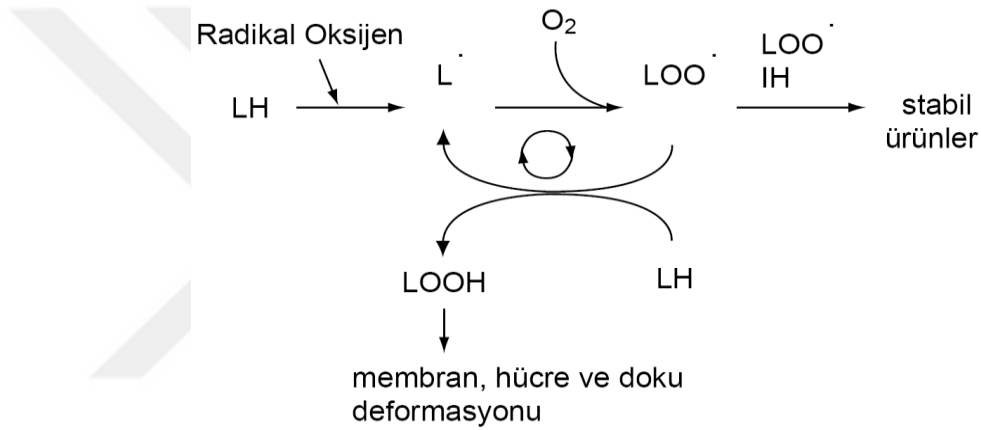
oksijen radikalleri ile antioksidanların arasındaki dengenin bozulması oksidatif stres olarak tanımlanmaktadır. Bu durum Şekil 1.1 yardımıyla görsel olarak anlatılmaya çalışılmıştır (Sies, 1991; Özcan vd, 2015).



Şekil 1.1. Oksidatif denge mekanizması (Özcan vd, 2015)

Reaktif oksidanlar sadece canlı organizmalara değil gıdalara da yukarıda bahse geçen benzeri zararları vermektedir. Gıdalarda da oksidasyon reaksiyonları gerçekleştirilmek sureti ile karbonhidrat, vitamin, yağ, protein yapılarının deformasyonuna sebep olmaktadır (Choe ve Min, 2006). Serbest radikaller ile mücadele edilmemesi ve olası etkilerinin elimine edilmemesi durumunda lipid, protein, karbonhidrat ve DNA moleküllerini deforme etmektedir. Bunun sonucunda da membran proteinleri tahrip olmakta, hücre ölümleri gerçekleşmekte ve membrandaki lipid ve proteinler yok olmaktadır. Bunlara bağlı olarak membran sertleşerek gerekli özelliklerini kaybetmekte, çekirdek ve genetik materyalleri zarar görmekte ve değişime uğramaktadır. Bunun sonucunda da bağışıklık sistemi çökmeye başlamaktadır (Kasun, 2017). Biyomoleküllerde oluşan hasar ve bozulmalardan bazıları aşağıdaki kısımda kısaca özetlenmektedir.

Serbest radikallerin etkilerine karşı en hassas olan biyomoleküller lipidlerdir. Reaktif oksijen türleri, hücre membranındaki yağ asitleri ile etkileşerek lipit peroksidasyonunun başlamasına sebep olmaktadır. Poli-doymamış yağ asitlerinin radikaller ile oksidasyonu neticesinde ortaya çıkan ve katalitik zincir reaksiyonlarının meydana gelmesine neden olan reaksiyonlar prosesine lipit peroksidasyonu (LPO) adı verilmektedir (Şekil 1.2). Bu reaksiyonlar zinciri birçok organizmada ciddi bozulma ve hasarlar oluşturmaktadır. LPO nedeni ile oluşan bazı aldehytlerden en çok bilineni MDA'dır. MDA, membran reseptörlerini ve enzimlerini etkisizleştirerek membran proteinlerine oldukça zarar vermektedir.



Şekil 1.2. Lipid peroksidasyonuna neden olan reaksiyon zinciri (Yoshikawa ve Naito, 2002)

Proteinlerin sahip oldukları amino asit bileşimleri radikallerden etkilenme seviyeleri için önem arz etmektedir. Triptofan, fenilalanin, tirozin, metiyonin, sistein gibi doymamış bağ ve sülfüre sahip olan aminoasitler ve bunların oluşturduğu proteinler serbest radikallerden çok daha kolay etkilenmektedirler. Proteinlerin radikallerle reaksiyona girmesi ile karbon merkezli radikaller ve sülfür radikalleri ortaya çıkmaktadır. Reaktif oksidanlar ile nükleik asitlerin ile reaksiyona girmesi hücrenin ölmesinin en önemli sebebi olarak kabul edilmektedir. Çünkü bu etkileşim sonucunda DNA mutasyona uğratılmakta ve hücre ölmektedir. Lipit peroksidasyonu ile ortaya çıkan MDA'nın da DNA'da mutasyona sebep olduğu, kansere ve bazı genetik hastalıkların temel kaynağı olduğu düşünülmektedir (Süleyman vd, 2018).

Atmosferde bulunan oksijen, moleküler oksijen (O_2) olarak tanımlanmakta ve dioksijen olarak bilinmektedir. Metabolizma işlemi esnasında düşük miktardaki dioksijen başta mitokondri olmak üzere hücrenin alt bölüm ve bileşenlerinde indirgenmekte ve reaktif oksijen türlerine dönüşmektedir. Reaktif oksijen türlerinin önde gelenleri aşağıdaki kısımda sunulmaktadır (Süleyman vd, 2018).

1.2.1. Süperoksit Radikali

Oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucunda aerobik hücrelerde süperoksit radikali meydana gelmektedir (Brunori vd, 1984). Genel oksitleyici özelliğine sahip olup, Diğer radikallere göre daha düşük reaktiviteye sahiptir. Her ne kadar kendisi direkt zararlı bir bileşik olmasa da, geçiş metallerinin iyonları için indirgeyici özelliği olduğundan ve hidrojen peroksit oluşumuna kaynaklık ettiğinden önemli bir radikal olarak bilinmektedir. (Mccord, 1993). Süperoksit, nitrik oksit ile birleşmesi neticesinde peroksinitriti oluşturmaktadır. Bunun sonucunda da $NO\cdot$ bileşiğinin etkileri inaktif hale gelmektedir. Peroksinitritler hidroksil radikaline ($OH\cdot$) ve azot dioksit (NO_2) gibi zehirleyici ürünlere dönüşebilmekte ve proteinleri doğrudan bozucu şekilde etkilemektedir. Düşük pH seviyelerinde Süperoksit, daha reaktif hale bürünmektedir. Çünkü düşük PH değerlerinde protonlanarak perhidroksil radikalinin ($HO_2\cdot$) ortaya çıkmasına neden olmaktadır sebep olmaktadır. Bununla birlikte Süperoksit anyonunun redüklenme özelliği de bulunmaktadır. Mesela nitroblue tetrazolium ya da ferrisitokrom C redüksiyonunda bir elektron vermek sureti ile okside olabilmektedir. Benzer şekilde sitokrom C'yi redüksiyon neticesinde süperoksit dismutaz (SOD) aracılığıyla inhibe edilmektedir. Bu durumdan yararlanılmak sureti ile SOD ve fagositlerin ürettiği $O_2^{\cdot-}$ miktarı belirlenmektedir. Süperoksit ve perhidroksilin reaksiyona girmesi halinde biri okside olmakta ve değeri ise indirgenmektedir. Bunun sonucunda da oksijen ve hidrojen peroksit meydana gelmektedir. İndirgenmiş geçiş metallerinin otooksidasyona uğraması sonucunda da süperoksit oluşabilmektedir. Bu reaksiyonlar geri dönüşümlü oldukları için oksijen ile geçiş metalleri iyonlarının bu etkileşimi reversibl redoks tepkimeleri olarak düşünülebilmektedir. Ferritin güvenli bir demir depolama biçimi olarak bilinmektedir. Süperoksit radikali, sülfidril gruplarının disülfidlere

yükseltgenmesine ve ferrik demirin ferröz formuna indirgenmesine neden olmakta ve demirin ferritinden ayrışmasını sağlamaktadır (Güldemir, 2016).

1.2.2. Hidrojen peroksit

Süperoksidin, çevresinde bulunan “moleküllerden bir elektron alması ya da dioksijenin çevresindeki moleküllerden iki adet elektron alması halinde peroksitler meydana gelmektedir. Bu peroksitlerin iki proton ile birleşmesi halinde ise hidrojen peroksit (H₂O₂) oluşumu gerçekleşmektedir. H₂O₂ canlı organizmada kendiliğinden oluşabileceği gibi süperoksit dismutaz enziminin katalizlediği süperoksit anyonunun dismutasyonu sonucunda da oluşabilmektedir. Süperoksit dismutasyonu reaksiyonunda, iki adet süperoksit molekülü iki proton almakta ve hidrojen peroksit ile dioksijen oluşturmaktadırlar.



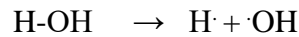
H₂O₂ serbest radikaller arasında olmamakla birlikte içerdiği suya bağlı olarak sahip olduğu membranlardan geçebilme özelliği bu bileşiği oldukça oneli hale getirmektedir. Bunun yanı sıra yüksek reaktivite özelliği sebebiyle en zararlı hidroksil radikalleri arasında kabul edilmektedir. Ayrıca oksitleyici bir ajan olarak bilinmektedir (Deaton ve Marlin, 2003). Bundan dolayı karbonhidratlar, Proteinler, tiyol grubu içeren enzimler, fosfolipidler ve DNA’da bazı hasarlara ve değişimlere sebep olabilmektedir (Winterbourn, 1995).

1.2.3. Hidroksil Radikali

Hidroksil radikali çok güçlü bir oksidan olarak bilinmektedir. Organizmalardaki yarılanma ömrü 10 saniye civarındadır. Bu bileşik oldukça zehirleyici özelliklere sahip olup, lipitler, proteinler ve nükleik asitler ve benzeri tüm biyolojik molekülleri okside edebilmektedir (Fantel, 1996). Bu nedenle hidroksil radikali bahsi geçen reaktif oksijen türlerine nazaran oldukça yüksek hasar verme kapasitesine sahiptir (Betteridge, 2000). Geçiş metallerinin ortamda bulunması nedeniyle hidrojen

peroksit indirgenme meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak Fenton Tepkimesi gerekleŖmekte ve hidrojen peroksit ile süperoksit radikali etkileŖmektedir (Haber-Weiss Tepkimesi). Sonrasında ise su iyonize edici yüksek enerjili radyasyona maruz kalmakta ve hidrosil radikali meydana gelmektedir (Halliwell, 1999; Choe ve Min, 2006). OH \cdot , geiŖ metalleri varlığında Fenton reaksiyonu ve Haber- Weiss reaksiyonu sonucu H₂O₂'ten veya su molekülünün γ ışınları gibi yüksek enerjili radyasyona maruz kalması sonucunda oluŖmaktadır. O₂'e c elektron transferi ile oluŖan OH \cdot serbest radikallerin çoğu zararlı etkilerini meydana getiren radikaldir. İndirgenme reaksiyonlarının oluŖumu oldukça zordur. Bu nedenle OH \cdot bileŖięinin fizyolojik Ŗartlarda oluŖması kolay olmamaktadır fakat organizmada ki O₂⁻ ve H₂O₂ varlığı OH \cdot radikalinin meydana gelmesine imkan vermektedir (Bolanos vd, 2009; Smirnoff ve Palanca, 1995).

Hidrosil, aminoasitler, nükleik asitler, fosfolipidler gibi birçok biyokimyasal madde ile etkileŖime girebilen en reaktif radikal olarak tanınır. Genellikle gamma radyasyona maruz kalan dokularda, alınan enerji hücre suyu tarafından absorbe edilmekte ve sudaki oksijen-hidrojen kovalent bağının parçalanmasına neden olmaktadır. Böylece hidrojen ve oksijen üzerinde dıŖ orbitalde tek elektron kalmakta ve 2 radikal oluŖmaktadır (Kasun, 2017).



1.2.4. Peroksil Radikali

Peroksil hidrosile göre daha dŖk reaktivite özelliğine sahip olan bir radikal olduğu için yarılanma süresi daha uzun olmaktadır (Sanchez ve Moreno, 2002). Peroksil, yağ asidi oksidasyonu sırasında moleküler oksijen aracılığıyla meydana gelmektedir. Bunun yanı sıra, hidroperoksit ile hidroperoksil radikali arasındaki gerekleŖen tepkime nedeniyle de oluŖabilmektedir. Birçok hidroperoksit molekülü, normal Ŗartlarda stabildir ancak, ultraviyole ışın, geiŖ metalleri ve ısının etkisiyle yıkıma maruz kalmakta ve peroksil radikallerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Choe ve Min, 2006; Güldemir, 2016).

1.2.5. Alkoxi Radikalleri

Ultraviyole ışınlar, düzensiz ısı ve geçiş metallerinin etkisiyle hidroperoksitlerin parçalanması yolu ile bu grup radikaller oluşmaktadır (Choe ve Min, 2006).

1.2.6. Hidroperoksi Radikaller

Hidrojen peroksit ve hidroksil radikallerinin tepkimeye girmesi ile meydana gelen hidroperoksi radikali, süperoksit anyonunun proton almış halini ifade etmektedir. Bunun yanı sıra vurgulu elektrik alan (PEF) uygulaması esnasında soğurulmuş olan yüksek enerji nedeniyle parçalanan su moleküllerinden meydana gelen hidrojen atomu ile moleküler oksijenin reaksiyona girmesi nedeniyle de hidroperoksi radikali oluşmaktadır (Güldemir, 2016; Choe ve Min, 2006).

1.2.7. Singlet Oksijen

Singlet oksijen, yüksek miktarda enerji girişi nedeniyle, oksijenin sahip olduğu bir elektronun kendi spininin tersi yönündeki orbitalle yer değiştirmesi nedeniyle oluşmaktadır. Absorbe edilen enerji sebebi ile uyarılan ortalanmamış dış oksijen elektronları spinlerini değiştirmekte ve farklı ya da aynı orbitalde yer tutmaktadır. Bu da singlet oksijen olarak adlandırılmaktadır (Cheeseman vd, 1993). Singlet oksijen eşleşmemiş elektrona sahip olmadığından radikal olmayan bir reaktif oksijen türü olarak kabul edilmektedir (Akkuş, 1995). Serbest radikaller arasında yer almasa bile oldukça reaktif bir bileşiktir. Singlet oksijenin üretimi esnasında bazı radikallik reaksiyonlar meydana gelmesinden ötürü aynı gruptan olduğu kabul edilmektedir. (Halliwell vd, 1989). Bununla birlikte serbest radikal reaksiyonlarının başlamasını sağlamakta ve bu yolla serbest radikallerin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır.

1.2.8. Nitrik Oksit

Nitrik oksit (NO^\cdot) serbest ve inorganik bir radikaldir. Genellikle sigara ve zararlı duman gazları ve bazı bakteriler reaktif olan nitrojen oksitleri bileşikleri oluşumun

sebeptir. NO kararlı bir serbest radikal olarak bilinmektedir ve birçok fizyolojik ortamda bulunabilir. (Simonian vd, 1996). Hücre içindeki çok yoğun halde bulunması durumunda zehirlenme etkisi yaratarak nöron ölümlerine neden olmaktadır.

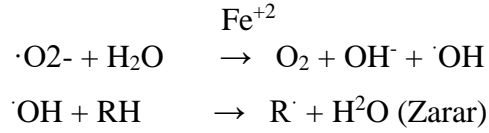
Nitrik oksit, canlı organizmalarda genellikle O_2 , O_2^- ve bazı geçiş metalleriyle reaksiyon gerçekleştirmektedir. Örneğin metal ve tiyollere sahip olan proteinleri etkilemesi halinde, enzim aktivitelerini zayıflatmaktadır. Eğer elektron transport zincirinde bulunan demirli bileşiklerle nitrik oksitin reaksiyona girmesi halinde, enerji metabolizması hasar görmektedir. Bununla birlikte nitrik oksit oluşumunun artması sinir hücrelerinde de ciddi tahribatlara sebep olmaktadır yol açar (Reiter, 1998).

1.2.9. Geçiş Metalleri

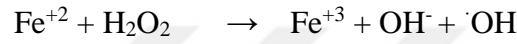
Canlı organizmalarda serbest radikallerin oluşmasında geçiş metal iyonlarının da (bakır, demir vb.) etkisi vardır. Bu metal iyonları tepkimelerde birer oksidatif katalizör olarak etkili olmaktadır. Bunlardan demirin oksidatif reaksiyonların başlamasında daha çok etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ancak bakırın kataliz görevi yaptığı reaksiyonlar üzerinde yapılan araştırmalar halen devam etmektedir.

Demir oksijen taşınması, ATP üretimi, DNA sentezinde çok önemli bir yere sahiptir. Fakat canlı hücrelerde serbest formda demirin bulunması halinde zehirleyici etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu zehirlenme sonucunda oluşan aktif oksijen türleri, lipid oksidasyonuna sebep olabilmekte ya da DNA moleküllerine zarar vermektedir. Aslında vücudumuzda farklı form ve bileşik hallerinde birçok metal bulunmaktadır. Katarakt, diyabet, ateroskleroz ve benzeri bazı patolojik vakaların altında, metal iyonlarının serbest ve zararlı formlarının yatmakta olabileceği ifade edilmektedir (Lavelli vd, 2000).

Süperoksit anyonunun (O_2^-) ile H_2O 'nun Fe^{+2} katalizörlüğü ile etkileşmesi neticesinde bazı zararlı hidroksil (OH) radikallerini ortaya çıkaran "Haber-Weiss reaksiyonu" gerçekleşmektedir (Duthie ve Crozier, 2000).



Fenton-tip reaksiyonlarında da Fe iyonları katalizleme yapmaktadır. Bu reaksiyonda hidroperoksitler zararlı hidroksi radikaline dönüşmektedir. Daha önce bahsedildiği gibi hidroksi radikali reaktivitesi yüksek bir bileşiktir ve lipid radikallerini oluşturmak sureti ile lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonlarına sebep olmaktadır (Kasun, 2017).

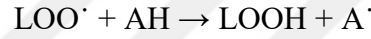
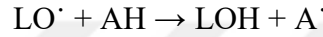
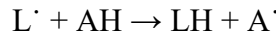


Çok fazla oksijen kullanımından dolayı oksidatif strese dayanımı iyi olmayan beyin, fazla oranda Fe ve bazı divalent katyonlara sahiptir. Dolayısıyla Fenton-tip reaksiyonlar reaktif oksijen türleri oluşturmakta ve nöronlarda hasara sebep olmaktadır. Bununla birlikte beyin dokusu yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri bulundurmaktadır. Bu çoklu doymamış yağ asitleri oksidatif zararlara karşı dokuyu zayıflatmaktadır. Zaten antioksidan savunması oldukça zayıf olan beyin dokusunun, oksidatif strese maruz kalması hafıza bulanıklığı, alzheimer, Parkinson gibi birçok sinirsel bozukluğu beraberinde getirmektedir (Kasun, 2017).

1.3. Antioksidanlar

Antioksidanlar, serbest radikallerin üretimini önleyerek hücrenin zarar görmesini engelleyen moleküllerdir (Kahkönen vd, 1999). Serbest radikaller olarak da adlandırılan prooksidanlar, lipidler, proteinler ve nükleik asitlerde meydana getirdikleri oksidatif hasar sonucu çeşitli patolojik olgu veya hastalık oluşturabilen toksik maddelerdir. Antioksidanlar, serbest radikalleri daha zararsız hatta toksik olmayan ürünlere dönüşmesini sağlaması nedeniyle sağlıklı bir yaşamın devamında önem arz etmektedir (Cao ve Prior, 1999).

Antioksidanlar organizmada üretebildikleri gibi, gıdalarla birlikte eksojen olarak da alınabilmektedir. Gıdalarla birlikte alınabilen başlıca eksojen antioksidanlar ise, askorbik asit, E ve A vitaminleri, flavonoidler, karotenoidler ve polifenollerdir. Bazı kanser türleri ve kalp hastalıklarının oluşumu arasında meyve ve sebze tüketimi ile ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır (Güçlü vd, 2009). Hidroksil radikalleri, birincil radikalleri yakalayıcı özelliği sayesinde zincir reaksiyonlarının ortaya çıkmasını önleyerek metal iyon katalizörlerini bağlamaktadır (Shahidi, 1996). Antioksidanların potansiyelini ise elektron indirgeme kapasiteleri, serbest radikal tutabilmeleridir (Güçlü vd, 2009).



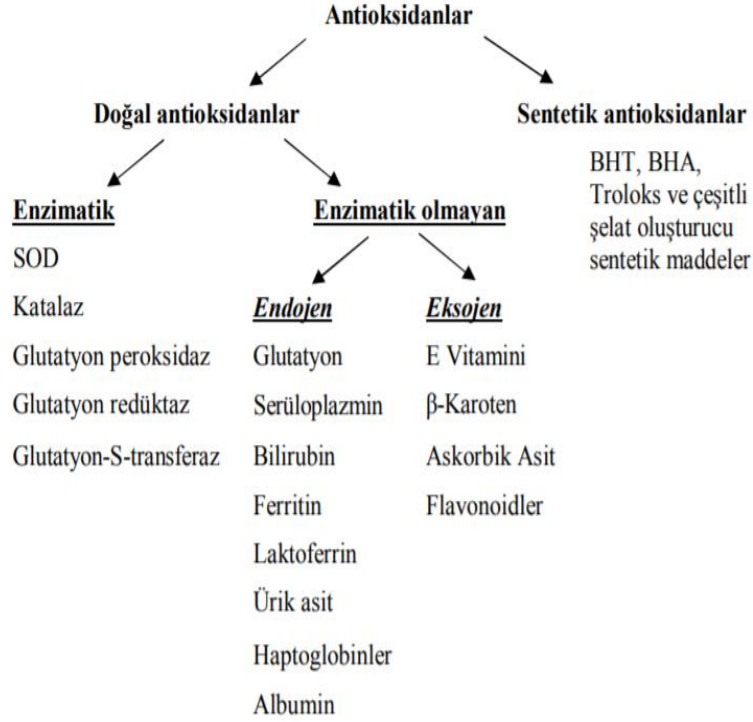
Zincir koparıcı antioksidan aktivite mekanizması ve radikalik reaksiyonun önlenmesi antioksidan molekül (AH) sayesinde olmaktadır. Zincir koparıcı antioksidan aktivitenin gösterildiği mekanizmada L^{\cdot} lipid, LO^{\cdot} alkoksil, LOO^{\cdot} ise peroksil radikallerini ifade etmektedir. Bu şekilde aktiviteyi gösteren antioksidanlar primer antioksidanlar olarak ifade edilmektedir. Sekonder antioksidanlar, oksidasyon hızını düşürerek, fenton-tipi reaksiyonları durdurmaya etkisini göstermektedirler (Apak vd, 2007). Fenton reaksiyonu, hidroksil radikallerinin üretimine engel olmaktadır (Graf vd, 1984).



Bir antioksidanın aktivitesi, elektron donör aracı olarak gerçekleştirdiği reaktivite ve çoğunlukla indirgeme potansiyeli ile ilişkilidir. Ayrıca, antioksidanın diğer antioksidanlarla etkileşimi, geçiş metali şelatlama potansiyeli (Rice-Evens vd, 1997) gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Hücreler, prooksidanların sebep olduğu oksidatif hasarın etkilerine karşı antioksidan savunma sistemlerince (Şekil 1.3) korunmaktadır (Rice-Evens vd, 1997). Tüm

antioksidanlar etkilerini ise toplayıcı, bastırıcı, zincir kırıcı, onarıcı etki şeklinde göstermektedir (Halliwell vd, 1992).



Şekil 1.3. Antioksidanların sınıflandırılması (Ulusoy, 2010).

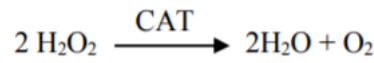
1.3.1. Doğal Antioksidanlar

1.3.1.1. Enzimatik Antioksidanlar

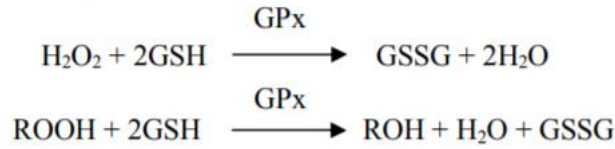
Süperoksit Dismutaz (SOD) : Süperoksit dismutaz (E.C.1.15.1.1) süperoksitin hidrojen peroksit ve oksijene tek elektronlu dismutasyonunda katalizleme etkisi meydana getirmektedir (Chaudiere ve Iliou, 1999).

Hücrelerde sitozolde bulunan bakır ve çinko iyonu ihtiva eden Cu-ZnSOD ile manganez iyonu bulunan mitokondrial Mn-SOD olmak üzere SOD'un iki izoenzimi bulunmaktadır (Helle vd, 1997).

Katalaz (CAT): Katalaz (E.C.1.11.1.6) enzimi 4 alt ünite ve her bir alt ünitesinde bir hem [Fe(III)-protoporfirin] grubu ihtiva eden, molekül ağırlığı 240,000 dalton olan tetramerik yapıda bir proteindir. Bütün aerobik hücrelerde katalaz enzimi bulunmaktadır. Katalaz enzimin en fazla aktivite olduğu yerler, karaciğer, böbrek, miyokard, çizgili kaslar ve eritrositler oluşturmasının yanı sıra % 80 peroksizomlarda, % 20 oranında ise sitozolde bulunmaktadır (Özkan vd, 2000). Katalaz, hidrojen peroksidini iki elektronunu H_2O ve O_2 çevirerek etkisizleştirmektedir.



Glutasyon Peroksidaz (GPx): H_2O_2 bulunduğu hidroperoksitlerin redüksiyonunda görevlidir. Hidrojen peroksit glutasyon (GSH) ile su ve organik hidroperoksitlere indirgenirken, diğer taraftan alkole ve glutatyona (GSSG) yükseltgenmektedir. (Chaudiere ve Iliou, 1999) .



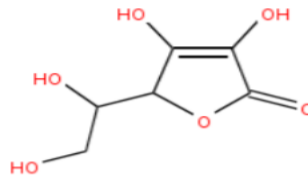
Glutasyon Redüktaz (GR) : GPx aracılığıyla hidroperoksitlerin redüksiyonuyla beraber okside glutasyonun (GSSG) yeniden indirgenmiş glutatyona (GSH) katalizlemektedir (Pektaş, 2009).

1.3.1.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

Non-enzimatik antioksidanlar, bitkiler, mikroorganizmalar, bazı hayvansal dokularda bulunmaktadır (Görünmezoğlu, 2008).

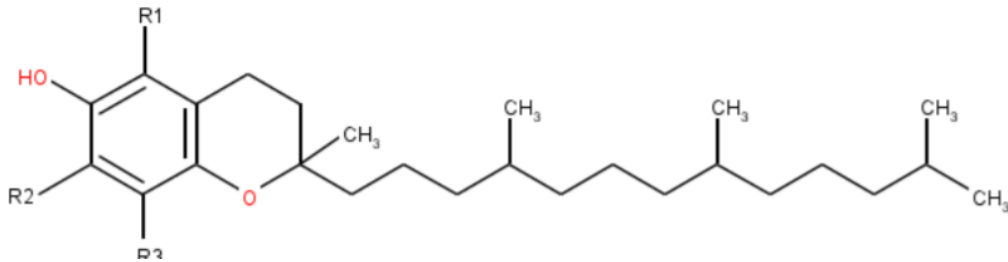
Vitaminler, flavonoidler, polifenoller, karotenoidler gibi doğal antioksidanlar olarak da bilinen antioksidanlar enzimatik olmayan gruba girmektedir (Rice-Evens vd, 1997).

C Vitamini: Doğada taze meyve ve sebzelerde yaygın bulunan insanlar için esansiyel vitamindir. Vücutta, indirgenmiş hücrelerin korunmasında gerekli, birçok kimyasal tepkime içerisinde, demir absorpsiyonu, kolajenin ve alyuvarların üretimi ve fonksiyonlarına kadar birçok görevi bulunmaktadır (Antmen, 2005). C vitamininin genel yapısı Şekil 1.4'de gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Askorbik asit (C vitamini)

Tokoferoller (E Vitamini): Yağda çözünen, oksijen bulunmayan ortamlarda asit ve sıcaklığa dayanıklı ve doğada α , β , γ , δ olarak dört farklı biçimi bulunan ve aktif şekli d- α -tokoferoldür. Radikal reaksiyonları sırasında zincir kırıcı etkisi bulunmaktadır (Antmen, 2005). C vitamininin genel yapısı Şekil 1.5'de gösterilmektedir.

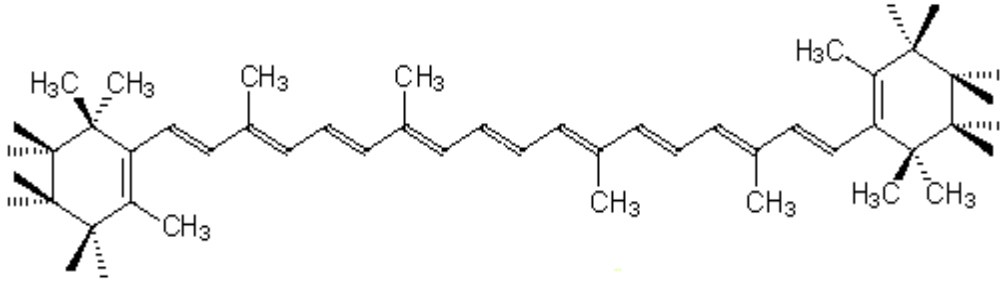


Şekil 1.5. α -> β -> γ -> δ -Tokoferol

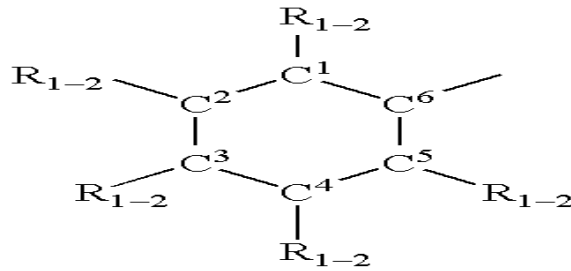
Klinik araştırmalar, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, bazı kanser türlerine karşı koruyucu etkisi bulunduğu bildirilmektedir (Shahidi, 2000; Uğuzlar, 2009). Doğal

antioksidanların depolandığı başlıca organ karaciğer ve buna ilaveten adipoz doku, akciğer ve böbrekler de depolanmaktadır (Surai ve ark., 1999; Ak, 2006).

Karotenoidler: Bitkilerde ve hayvansal dokularda dağılım gösteren kırmızı-sarı sahip pigmentlerdir. Bu grup içerisinde yer alan önemli bir antioksidan olan β -karoten, C_{40} - atomu içeren bir iskelet yapısına sahip olup karbon ve hidrojen atomları taşıyan ancak oksijen atomu içermeyen bir karotenoiddir (Oliver ve Palou, 2000). Genel formülü $C_{40}H_{56}$ olan (Şekil 1.6) β -karoten, simetrik olarak metil gruplarına bağlanmış alifatik bir izoprenoid zincirin iki ucunda iki tane beta iyonon halkadan (Şekil 1.7) meydana gelmektedir (Oliver ve Palou, 2000).



Şekil 1.6. β -karotenin kimyasal yapısı (Goodman ve Olson, 1969)

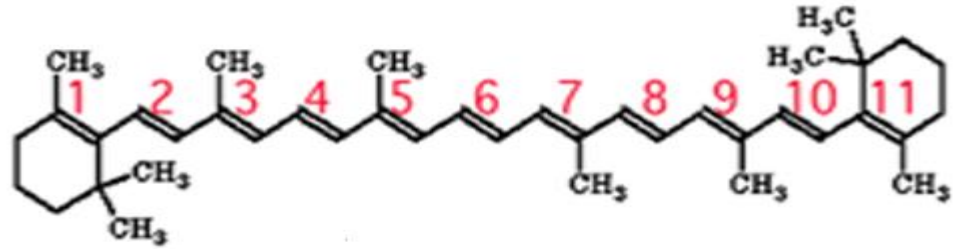


Şekil 1.7. β -iyonon halka yapısı (Evans ve ark, 2003).

β -karotenin metil gruplarına bağlanmış alifatik zincirinde, Şekil 1.7'de açık yapısı gösterilen, toplamda 11 tane çift bağın 9 tanesi konjuge ve 2 tanesi konjuge değildir. β -karoten yapısında ayrıca 2 tane β -iyonon halka bulundurulur (Sevindik, 2007).

Çift bağ sistemi, karotenoidlerin renklerinin oluşmasını ve fotosentez sırasında absorbe edilen ışığın klorofile aktarılmasını sağlar (Şekil 1.8). Aynı zamanda enerji

transferi ve hücreleri ışığın zararlı etkilerinden korumasıyla birlikte fotosenteze de katkısı vardır (Deming ve Erdman, 1999). Karotenoidlerin oksidatif parçalanmasında, oksijen, sıcaklık, ışık, pH, sülfidler, su aktivitesi gibi faktörler etkili olmaktadır (Bağdatlıoğlu ve Demirbuker, 1999).



Şekil 1.8. β -karoten çift bağ yapısı (Volland, 1999).

Polifenoller: En yaygın fitokimyasallar içerisinde yer almaktadır. Gıdayla alınan fenolik bileşikler, fenolik asitler, fenolik polimerler ve flavonoidlerden oluşmaktadır. Polifenoller C vitaminine oranla 10–30 kat daha fazla antioksidan potansiyeline sahiptir (Lu ve Foo, 2000). Polifenollerin antioksidan etkileri sayesinde, yaşlanmayı geciktirmenin yanı sıra kardiyovasküler hastalıklar, kanser diyabet gibi bir çok hastalığa karşı koruyucu etki göstermektedir (Seeram vd, 2006). Ayrıca, antimikrobiyel ve antioksidan aktiviteleri nedeniyle gıdalardaki muhafazayı sağlamaktadır (Madhavi vd, 1996). Polifenoller ile ilgili olarak ayrıntılı bilgiler sonraki bölümde sunulmaktadır.

1.3.2. Sentetik Antioksidanlar

Biyomolekülleri oksidatif hasardan koruyucu özelliğe sahip endojen ve eksojen antioksidanlarla ilgili olarak son yıllarda giderek artış göstermektedir. Bu nedenle, C ve E vitaminin doğala özdeş formları veya türevleri üretilmiştir (Eken, 2007).

Gıdalarda kullanılacak antioksidanlar, sağlık açısından zararsız, çok küçük oranlarda dahi kullanılabilen, maliyeti düşük, gıdanın sahip olduğu koku, görünüş ve tadını

olumsuz etkilemeyen, koruması gereken madde içerisinde çözünebilen, üretim esnasında etkisini koruyucu özelliklere sahip olmalıdır (Sezgin, 2006). Gıdaların hem kalitesini korunmak ve hem de raf ömrü uzatmak amacıyla bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütihidroksikinon (TBHQ) gibi sentetik olan antioksidanlar ilave edilmektedir.

1.3.3. Doğal ve Sentetik Antioksidanların Karşılaştırılması

Besinlerde ve besinler alındıktan sonra canlı içinde oluşan serbest lipid radikallerinin yüksek derişimi nedeniyle antioksidanlar insan beslenmesinin en önemli konularından birisi haline gelmiştir. Gıdalarda kullanılacak antioksidanların sahip olması gereken temel özellikler şunlardır:

- ◆ İnsan sağlığı için zararsız olmalı,
- ◆ Çok küçük miktarlarda kullanılmalı, böylece maliyeti arttırmamalı,
- ◆ Gıdanın doğal koku, görünüş ve tadını bozmamalı,
- ◆ Koruyacağı madde içinde çözünmeli veya iyice karışmalı,
- ◆ Normal üretim sırasında etkisini kaybetmemelidir (özellikle yüksek sıcaklık uygulamalarında) (Sezgin, 2006).

Depolama, ısıtma ve sindirim sonucu lipid serbest radikallerin miktarı da artmaktadır. Antioksidanlar, lipid oksidasyonunu engellemekte veya geciktirmektedir. Böylece hem gıdaların kalitesi korunmakta hem de raf ömrü uzamaktadır. Bu amaçla gıdalara bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütihidroksikinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar eklenmektedir. Ancak, son yıllarda elde edilen bulgular sentetik antioksidanların toksisite gösterebileceğini, yüksek maliyet gerektirdiğini ve doğal antioksidanlara göre daha az etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle özellikle besinlerle alınabilecek doğal antioksidanlar hem ekonomik hem de daha fazla antioksidan aktivite gösterdiğinden bu bileşiklere yönelik arayış oldukça artmıştır.

Günümüzde besin ve ilaçlara ilave edilen stabilize edici sentetik antioksidan bileşiklerin kullanımı zararlı etkilerinden dolayı yasal olarak sınırlanmakta ve bunların yerine doğal antioksidan bileşikler tercih edilmektedir. Ayrıca sentetik antioksidanların karaciğer, akciğer ve bağırsak hasarlarına neden olduğu (Wanasundara ve Shahidi, 1998) ve karsinojenik etkiye sahip olduğu gözlenmiş ve bu nedenle doğal antioksidanlara olan ilgi artmıştır. Sentetik bileşikler yerine doğal ürünlerin kullanılmasına yönelik ilginin giderek artması bitkiler üzerindeki çalışma sayısının artmasına neden olmuştur.

1.3.4. Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri

Antioksidan kapasitesinin tanımı için farklı çalışmalarda ve uygulamalarda değişik tanımlar kullanılmaktadır. Antioksidanların görev yapması ve işlevlerini yerine getirmesi, farklı kimyasal süreçlere dâhil olması ya da bu kimyasal süreçleri gerçekleştirmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde, dâhil olunan kimyasal sürecin gerçekleştiği koşulların da etkisi olmaktadır. Bu koşullar sıcaklık, basınç ve reaksiyon ortamı gibi parametrelerle ifade edilmektedir. Dolayısı ile antioksidan kapasitesi bir anlamda gerçekleşen reaksiyon koşullarındaki ölçümü ifade etmektedir. Antioksidan aktivitesi tanımı kapasite tanımından burada ayrılmaktadır. Çünkü aktivite tanımında kimyasal süreçten daha çok kimyasal sürecin sonucunda ortaya çıkanlar önemli olmaktadır. Antioksidan aktivitesi, antioksidan bileşiğinin oksidatif stresi (örneğin; lipid peroksidasyonu) engelleme kapasitesi ya da oranının bir ölçüsü olarak bildirilmektedir (Roginsky ve Lissi, 2005).

Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için oldukça fazla yol ve yöntemler bulunmaktadır. Bu metotlarda çoğunlukla serbest radikallerden faydalanılmaktadır. Kullanılan radikale, yöntem, kimyasal süreçlere ve cihazlara göre farklı antioksidan analiz yöntemleri olduğu bilinmektedir. Antioksidan aktivite tayin yöntemleri, kimyasal reaksiyon mekanizmasına bağlı olarak; Hidrojen Atom Transferi (HAT) ve Singlet Elektron Transferi (SET) olmak üzere iki temel gruba ayrılabilir. HAT metodunda, antioksidan maddenin hidrojeni kullanılarak serbest radikallerin

etkisi önlenmektedir. Buradaki etkinin azalması ölçülerek sonuca ulaşılmaktadır. SET metodunda ise potansiyel antioksidanlar elektron transfer etmekte ve karbonil, metal ve radikal içeren bileşikleri indirgemektedir (Öztaş, 2006).

Antioksidan aktivite ölçüm yöntemleri daha spesifik ele alındığında, cihaz, parametre ve sürece oldukça farklı şekiller ve yöntemler karşımıza çıkmaktadır. Bunlar: oksijen radikali soğurma aktivitesi, toplam radikal kapanı antioksidan parametresi, toplam oksidan yakalama aktivitesi, kemiluminesans, krosin veya beta karoten ağartma metodu, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonu, demir(II) indirgeyici antioksidan aktivite, bakır(II) indirgeyici antioksidan aktivite, teac veya abts metodu, dpph metodu, indirgeme potansiyeli metodu, linoleik asit emulsiyonu veya demir tiyosiyanat metodu, metal şelatlama aktivitesi, folin ciocalteu metodu olarak bilinmektedir. Burada bahsi geçen yöntemlerden bazıları aşağıdaki kısımda ayrıca ele alınmaktadır.

1.3.4.1. Beta Karoten Ağartma Metodu

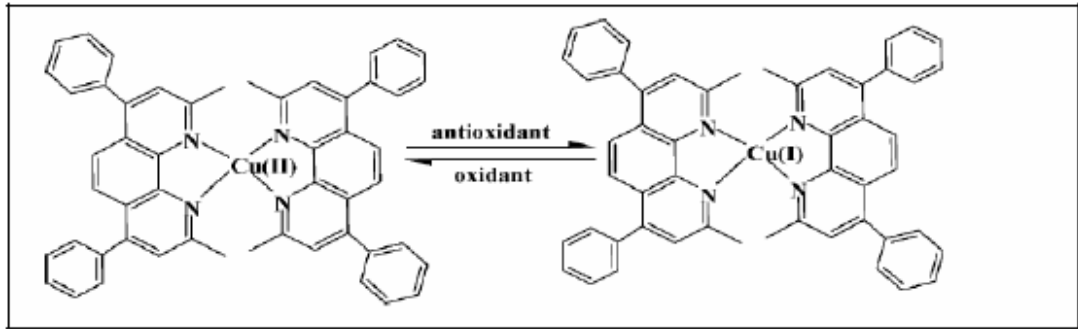
Beta karoten ağartma metodunda linoleik asit, β karoten ve antioksidanın yer aldığı bir ortam meydana getirilmektedir. Daha sonrasında ise oksidasyon ya da otooksidasyona nedeniyle peroksil radikali oluşmaktadır. Bunun sonucunda da peroksil radikali oluşmaktadır. Ortamda bulunan β karotenin oksidatif yıkımı nedeniyle renk kaybı daha doğrusu bir ağartma meydana gelmektedir. Karotenoidlerin rengindeki bu ağartma dikkate alınmakta ve renk kaybı kolorimetrik sistemlerle ölçülmektedir. Genellikle β -karoten kullanılmakla birlikte 470 nm dalga boyunda β -karoten dekolaryasyonu karmaşık olduğundan sonuçların değerlendirilmesi biraz güç olabilmektedir. Ancak Krosin direk olarak tepkimeye girmektedir ve sadece radikal oksidasyonu ile dekolarye olmaktadır. β -karoten'in reaktant olarak kullanılmasının temel sebebi budur. Krosin'in rengi serbest radikal oluşturma özelliği olan AAPH ile ağartmaktadır. Antioksidan madde de serbest radikal ile etkileşmekte ve bahsi geçen renk değişimine mani olmaktadır. Reaksiyonun UV-Vis spektrofotometre ile 443nm de gözlemlenmektedir. (Öztaş, 2006, Huang vd, 2005).

1.3.4.2. Demir(III) İndirgeyici Antioksidan Aktivite

Bu yöntem, antioksidanların etkilemesi sonucu düşük pH'da bulunan ferrik tripiridiltriazin karışımının (Fe^{3+} -TPTZ), ferröz karışımına (Fe^{2+} -TPTZ) indirgenmesi esasına dayanmaktadır. FRAP kısaltmasıyla da ifade edilebilmektedir. Meydana gelen karışımın absorbans değeri 593nm'de ölçülmektedir. Burada antioksidanların toplam indirgeme kapasitesi ile elektron vermenin arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayılmaktadır. Ancak bu yöntemde okside olabilen bir substratın bulunmaması dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Çünkü bu nedenle antioksidanların koruyucu özellikleri ile ilgili sonuca ulaşılamamaktadır. (Benzie ve Strain, 1996, Huang vd, 2005).

1.3.4.3. Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Aktivite

Burada FRAP yönteminde kullanılan demir metali yerine bakır kullanılmaktadır. Bu yöntem antioksidan maddenin $Cu(II)$ 'yi $Cu(I)$ 'e indirgemesi üzerine kurulmuş bir yöntem olup, bu işleyiş Şekil 1.9 ile resmedilmektedir (Prior vd, 2005).



Şekil 1.9. $Cu(II)$ ' nin $Cu(I)$ ' e indirgemesi

Bathocuprione ile Neocuprione maddeleri burada $Cu(I)$ ile ikiye bir oranında birleşmekte ve renkli bir karışım meydana getirmektedir. Burada Bathocuprione (2,9-dimetyl-4,7-diphenyl-1,10 phenanthroline) ile $Cu(I)$ 490nm altında gözlenebilen bir kromofor yapısı meydana getirmektedir. Neocuprione (2,9- dimethyl-1,10 phenanthroline) için de 450 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılmaktadır (Prior vd, 2005). Ancak bu işlemler fizyolojik pH değerlerine yakın olan $pH=7$ özellikli

ortamda yapıldığı için bu metodun fizyolojik şartları sonuçların içinde bulundurma ihtimalinin olduğu düşünülmektedir. Bu durumun Bakır(II) indirgeyici antioksidan aktivite ölçüm yönteminin en önemli dezavantajı olduğu ileri sürülmektedir. (Apak vd, 2005).

1.3.4.4. TEAC veya ABTS Metodu

İlk olarak 1993 yılında Miller ve Rice-Evans isimli bilim adamları tarafından ileri sürülen bu metot, ABTS^{•+} radikalinin antioksidanlar tarafından yakalaması üzerine kullanılmaya başlanmıştır (Prior vd, 2005).

Bu yöntemde, ABTS'nin (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazoline-6-sulfonik asit) oksidasyonu nedeniyle meydana gelen ABTS^{•+} radikali çözeltisine, antioksidan içeren karışımın ilavesi ile radikal indirgemektedir. Sonrasında ise yeşil/mavi renge sahip olan ABTS^{•+} meydana gelmektedir. Daha sonra radikal renginin uygun dalga boyunda tespit edilmesi ile sonuca ulaşılmaktadır Mavi/yeşil renge sahip olan ABTS^{•+} radikali, 600-700nm dalga boyu aralığında güçlü bir absorpsiyon verdiği için. spektrometrede rahatlıkla sonuç alınabilmektedir. Reaksiyon neticesinde tüketilmiş olan ABTS^{•+} oranı, troloks eşdeğeri formunda hesaplanmakta ve bulaşılan sonuç "TEAC değeri" (Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi) ismi ile ifade edilmektedir. (Re vd, 1999). ABTS^{•+} radikalinin 415, 645, 734 ve 815nm dalga boylarında en yüksek absorpsiyona sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle 415 ve 734nm dalga boylarının araştırmacıların çoğunluğu tarafından ABTS^{•+} radikali ve antioksidan tepkimesinin spektrofotometrik olarak incelenebilmesi amacıyla kullanıldığı bildirilmektedir (Prior vd, 2005). Bu metot, ucuz olması, pH değişimlerinde kararlı olması, çabuk reaksiyon vermesi ve kolayca uygulanabilmesi nedeniyle antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde çokça tercih edilmektedir (Zulueta vd, 2009). Bunun yanı sıra hem lipofilik hem de hidrofilik bileşiklere uygulanabilmesi de bu metodun tercih edilmesini sağlayan en önemli avantajlarından biri olarak bilinmektedir (Huang vd, 2005; Güldemir, 2016).

1.3.4.5. DPPH Metodu

DPPH metodu ile ilgili çalışmalar ilk kez 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) radikalinin, antioksidan ölçümlerinde kullanılabileceğinin belirtilmesi ile başlamış ve zaman içinde geliştirilmiştir. DPPH metodunda, ticari olarak bulunabilen ve kararlı olan organik azot radikali olan DPPH kullanılmaktadır. Antioksidanın DPPH serbest radikalini tutma kabiliyeti ölçülmek sureti ile sonuca gidilmektedir. DPPH radikali ile antioksidan arasındaki reaksiyonun işleyişi aşağıdaki gibidir.



DPPH radikali koyu mor renge sahip olup antioksidan içeren bir ortamda bulunduğu, bir proton almakta ve DPPH indirgenmiş moleküle haline gelmektedir. En yaygın hali ile renksiz olan DPPH ile antioksidan maddenin reaksiyonu 515-517nm de absorban ölçümü yapılarak sonuca gidilmektedir.

Bu analizde genellikle içinde etanol veya metanolün de bulunduğu DPPH çözeltisi ile ve örnek çözeltinin karıştırılmaktadır. Bu karışım genellikle yarım saat kadar karıştırılmaktadır. Ancak bu sürenin yetersiz görülmesi durumunda absorban sabitleninceye kadar karıştırılması gerekmektedir. Burada bahsi geçen sabitlenme zamanı, spektrofotometre ile görünür alanda absorbanın sabitlenmesine kontrol edilerek belirlenebilmektedir. İnkübasyon işleminden sonra 515-517nm'de absorban belirlenmektedir. İndirgenme reaksiyonu, inkübasyon süresinin bitene kadar devam etmekte ve karışımın rengi açılmaktadır. Sonrasında ise kalan DPPH bileşiğinin miktarı % olarak ölçülmek sureti ile sonuca ulaşılmış olmaktadır. Örneğin, DPPH karışımının yarısını inhibe edebilen antioksidan karışımı IC₅₀ şeklinde ifade edilmektedir.

Bu metot kolay olması ve çabuk sonuç vermesinden ötürü bitki ve gıdalardan temin edilen ekstraktlardaki serbest radikal engelleyici aktivitenin belirlenmesinde öncelikli olarak tercih edilen bir yoldur. Ancak bu metodun kullanılmasını sınırlandıran bazı

dezavantajları da bulunmaktadır. DPPH radikali uzun ömürlü bir azot radikal olup kısa ömürlü ve reaktif olan peroksillerden farklıdır.

Birçok antioksidan maddenin, Lipid peroksidasyonunda etkin rolü olan peroksil grubu radikalleriyle verdiği tepkimeler çabuk gerçekleşmekte iken, DPPH ile yapacakları reaksiyon oldukça yavaş olmaktadır. Hatta bazen hiç reaksiyona bile girmeyebilmektedir. Bununla birlikte DPPH ile antioksidan bileşiğin gerçekleştirdiği indirgenme reaksiyonunun kinetiği her zaman DPPH konsantrasyonu ile uyum göstermeyebileceği ileri sürülmektedir. Bunun yanı sıra DPPH'ın hidroksil grubu ihtiva eden B-zincirindeki flavonoidlerle de tepkimeye girmeyebileceği de bildirilmektedir. Buradan hareketle bu metodun, antioksidan aktivitesini her zaman doğru olarak bildirmeyebileceği düşünülmektedir. Fakat DPPH radikali süpürme potansiyeli ile reaktif oksijen ve azot türleri süpürme yeteneği ile bire bir bağdaştırılamayacağı belirtilmektedir (Polat, 2017).

1.4. Fenolik Maddeler

Fenolik maddeler bitkilerin sentezlediği ikincil metabolitler olarak anılmaktadır. Bitkilerin UV ışınları, rüzgâr ve enfeksiyonlar nedeniyle yaşadığı bazı stres durumlarından dolayı üretmekte olduğu fenolik bileşiklerin içeriklerinde; basit fenol, kumarinler, fenolik asitler, hidrolize ve kondense taninler, flavonoidler, lignan ve ligninler bulunmaktadır. Fenolik bileşikler bitkinin dokusunda ve hücrelerinde homojen şekilde yer almazlar. Örneğin, suda eriyebilenler vakuollerde, eriyemeyenler ise hücrenin duvarlarında yer almaktadır (Naczk ve Shahidi, 2004). Fenolik bileşikler bir veya fazla hidroksi atomuna sahip olan aromatik halkalar ihtiva etmektedir. Doğal polifenoller bünyelerinde farklı özelliklere sahip bileşenler barındırmaktadır. Bu bileşenler fenolik asit benzeri basit moleküller olabileceği gibi, taninler gibi yüksek polimerize moleküller de olabilmektedir. Bu bahsi geçen bileşenler, bir ya da birden fazla seker rezidülerinin, hidroksil gruba eklenmesi sonucu meydana gelebilmektedir. Bununla birlikte birçok bitkide konjugasyona uğramamış polifenoller de bulunabilmektedir.

Bitki kaynaklı fenolikler içinde en fazla yayılmış olan bulunan grup flavanoidlerdir. Flavonoidler başta olmak üzere fenolik bileşiklere olan ilgi halen daha sürmekte ve bu konu üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Çünkü fenolik maddelerin antialerjiklik anti-imflamatuvar, antibakteriyellik gibi özellikleri vardır. Bunun yanında flavonoidlerin, antioksidanlar, serbest radikal gidericiler ve metallerle şelat yapabilme yetenekleri de vardır. İlâveten epidemiyolojik araştırmalar sonucunda, flavonoid tüketiminin yükselmesi neticesinde, kardiyovasküler hastalıklarda ve çeşitli kanser türlerinde iyileşmelerin olabileceği bildirilmektedir (Hvattum, 2002).

Fenolik maddeler bitkiler dünyasında oldukça yaygın olup, neredeyse her meyve ve sebze de yer almaktadırlar. Dolayısıyla fenolik maddelerin çok önemli bir kısmı meyve sebzelerin sahip oldukları tat ve aromaları üzerinde etki sahibi olmaktadır. İlâveten bazı fenolik maddeler meyve ve sebzelerin renklerinin oluşmasında da söz sahibi olmaktadır. Küçük ancak önemli bir ayrıntı olarak meyvelerin içerdiği fenolik bileşik oranının sebzelere göre daha fazla miktarda olduğu bilinmektedir. (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Besinlerdeki fenolik maddeler genellikle fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler olarak üç farklı başlık altında ele alınmaktadır (Rice-Evens vd,1997).

1.4.1 Fenolik Asitler

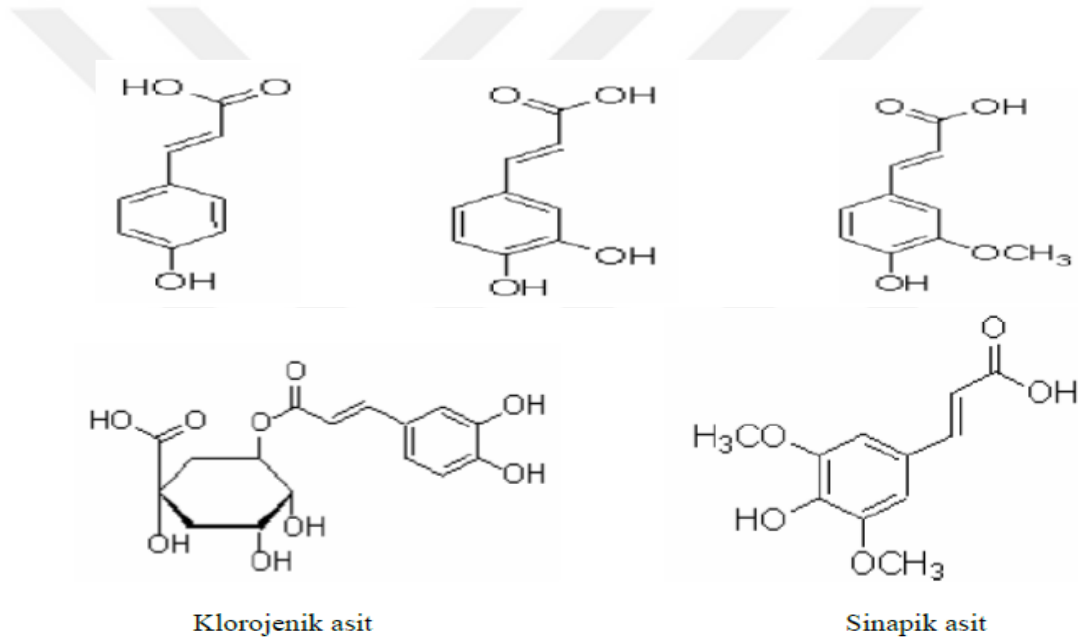
Genel olarak iki alt başlık halinde incelenmektedir. Bunlar, hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler olarak belirtilmektedir.

1.4.1.1. Hidroksibenzoik Asitler

Bitkilerin yenilebilir kısmında bulunan hidroksibenzoik asit, siyah turp ve soğan haricindeki sebzelerde az miktarda bulunmaktadır. İlâveten kırmızı meyvelerdeki hidroksibenzoik asit oranı da diğerlerine nazaran daha azdır. Hidroksibenzoik asitler, C6-C1 yapısında bulunmaktadır. İlâveten protokatesuik, vanillik, sirinjik, p-hidroksibenzoik, gallik, izovanillik, gentisik, salisilik asitleri ihtiva etmektedir. (Karadeniz ve Ekşi, 2001; Balasundram vd, 2006).

1.4.1.2. Hidroksisinnamik Asitler

C₆-C₃ yapısında bulunan hidroksisinnamik asitlere hidroksibenzoik asitlerden daha çok rastlanılmaktadır. Hidroksisinnamik asitlerin önde gelenleri, klorojenik, p-kumarik, kafeik, ferulik ve sinnamik asitler olarak bilinmektedir. Bunlar işlenmiş gıdaların haricindeki gıdalarda çok nadiren serbest formda bulunmaktadır. Glikolizid türevleri, kuinik asit esterleri, şikimik (shikimik) ya da tartarik asit türleri bağlı formlarına örnek olarak verilmektedir (Şekil 1.10). Kafeik ve kuinik asitin birleşmesi neticesinde meyvelerde ve kahvede yüksek yoğunlukta bulunduğu bilinen klorojenik asidi meydana gelmektedir (Manach vd, 2004).



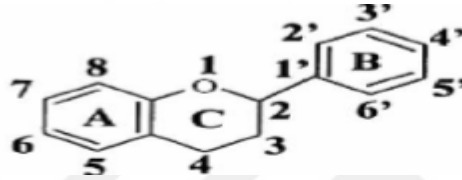
Şekil 1.10. Hidroksisinnamik Asitler

1.4.2. Flavonoidler

İsmi Latince flavus (sarı) kökünden alan flavonoidler, bitkilerde bulunan sekiz bin farklı fenolik bileşiğinin neredeyse yarısından çoğunu temsil etmektedir. Yapılmış olan araştırmalara göre bitkilerden ayrıştırılarak ortaya çıkarılarak yapıları aydınlatılmış olan flavonoid sayısının 4000'in üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Bunların hemen hemen tamamının antioksidan aktivite etkisine sahip olduğu bildirilmektedir. Birçok flavonoidin polifenolik bitki pigmenti olduğu ve meyvelerle

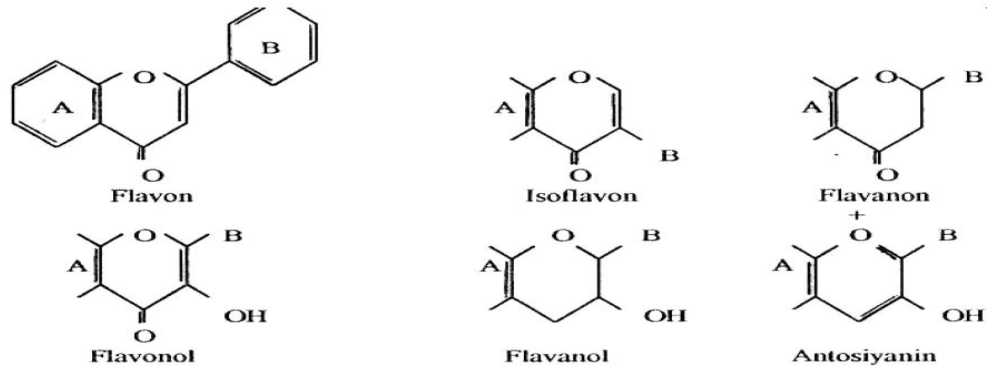
sebzelere kırmızı, turuncu, sarı, mavi ve mor rengi verdikleri ileri sürülmektedir. Flavonoidleri birçok güncel hastalığın tedavisinde önemli rol aldığı bilinmektedir. Mesela yeşil çayda olduğu bilinen EGCG (epigallokateşin gallat) isimli flavonoidin önemli ve faydalı antikansorejen bileşiklerden biri olduğu belirtilmektedir (Naczka ve Shahidi, 2004).

Flavonoidlerin moleküler ağırlığı düşük olup $C_6-C_3-C_6$ formunda on beş karbon atomuna sahiptirler. Genelde heterosiklik biçimde bulunan C halkasının ile bir köprü'nün bağlandığı iki adet aromatik halkaya sahiptir (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Flavonoidlerin Genel Yapısı

Flavonoidler C halkasındaki alt yapılara ve B halkasının duruşuna göre farklı alt gruplara ayrılmaktadır (Şekil 1.12). Doğal flavonoidler, kimyasal yapıları esas alındığında heterosiklik türü bakımından 6 farklı grupta incelenebilmektedir. Bunlar; flavanoller (kateşinler), flavonlar, flavonoller, flavanonlar, izoflavonoidler (izoflavonlar), ve antosiyanidinler olarak sıralanmaktadır (Manach vd, 2004; Balasundram vd, 2006).



Şekil 1.12 Flavonol, flavon, flavanon, flavanol, izoflavon ve antosiyanidin'in kimyasal yapıları (Balasundram vd, 2006).

1.4.2.1. Flavonlar

Özellikle tahıllarda, maydanoz, biberiye, kekik gibi tıbbi bitkilerde, sebzelerde ve sebze yapraklarında bulunduğu bilinmektedir. Bitkilerde, glikozid formunda olan apigenin, luteolin ve kverşetin çokça bulunabilen flavanoller arasında yer almaktadır. Metal iyonları ile kompleks bileşikler meydana getirmektedir. Yüksek yoğunlukta olmaları halinde bitki dokularının alacağı renklerin ya da tadın belirlenmesinde etkili olmaktadır. Örneğin, turunçgiller grubunun sahip olduğu acı tat, içerdiği non-glikozid olan nobiletin, sinensetin ve tangeretin flavonları nedeniyle oluşmaktadır (Peterson ve Dwyer, 1998).

1.4.2.2. Flavanonlar

Flavanonlar da flavonlar gibi en çok turunçgillerde yüksek yoğunlukta bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse, mandalinalarda ve portakal meyvelerinde hesperitin (hesperitin-7-rutinozid) ve narirutin (narincenin-7-rutinozid), greyfurt meyvesi %70 naringenin (narinceni-7-neohesperozid) ve %20 narirutin flavanonları ihtiva etmektedir. İlave olarak domateste düşük konsantrasyonlarda yoğunluklarda naringenin bulunmaktadır (Tomas-Barberan ve Clifford, 2000; Erlund, 2004).

1.4.2.3. İzoflavanoidler

Östrojenik flavanoidler şeklinde de bilinen izoflavanoidlerin temel kaynağı baklagillerdir. Soya ürünleri ve soya fasulyesinde çok yoğun miktarda izoflavanoid görmek mümkünken, diğer baklagil türlerinde bu oran oldukça düşük kalmaktadır. En etkili izoflavanoid çeşitlerinin daidzein ve genistein olduğu belirtilmektedir (Peterson ve Dwyer, 1998, Mazur vd, 1998; Liggins vd, 2000).

1.4.2.4. Flavanoller (Kateşinler ve Proantosiyanidinler)

Flavanollerde hem kateşin olarak adlandırılan monomer yapılar, hem de proantosiyanidinler olarak isimlendirilen polimer yapılar bulunmaktadır. Kateşinler

genellikle dış dokularda fazla oranda yer almaktadır. Çoğu meyvede kateşinler yapılar mevcut bulunmaktadır. Ancak en zengin kateşin kaynakları yeşil çay ve çikolata olarak bilinmektedir. Örneğin, bir bardak yeşil çay 200 mg. kateşin bulundurmaktadır. Ayrıca beslenmeyle alınan kateşin ve epikateşin bileşikleri çayda bulunan gallik asitle ya da meyve, baklagil ve tahıllardaki tanen polimerleri ile birleşmek yolu ile epigallo-kateşin gallat ve epikatesin gallat yapısı meydana getirmektedir (King ve Young, 1999; Lakenbrink vd, 2000).

Proantosiyanidinler insan sağlığına olan faydalı etkileri her geçen gün daha iyi bilinen ve çoğu bitkinin yapraklarında, kabuğunda, tohumunda ve meyvelerinde bulunan bir polimer yapısıdır. Çok geniş bir aralıkta değişen molekül ağırlıkları ve molekül yapıları nedeniyle gıdalarda proantosiyanidin içeriğinin belirlenmesi zor olmaktadır. Şaraba, meyve sularına, çaylara bilinen tadını veren maddeler proantosiyanidinlerdir. (Dixon vd, 2005). Bilindiği gibi meyvelerin olgunlaşması aşamasında buruk tadında meydana gelen farklılaşma, tam olgunluğa geçilmesi ile birlikte kaybolmaktadır. Bu değişim meyvenin tanen içeriğindeki azalmaya bağlanmakta olup bu azalmanın da tanenlerin polimerizasyonu nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir (Manach vd, 2004; Güldemir, 2016).

1.4.2.5. Flavonoller

Flavonollerin önde gelenleri kuerşetin, kempferol, izoramnetin, mirisetin olarak bilinmektedir. Flavonollerin çok bulunduğu kaynaklar soğan, karalahana, pırasa, brokoli ve yabanmersini olarak bilinmektedir (Manach vd, 2004). Beslenme yolu ile alınan flavonollerin başında kuerşetin gelmekte olup, bazı meyve ve sebzelerde bolca bulunmaktadır. Kuerşetin en fazla yoğunlukta bulunabileceği besin ise soğandır. (Hertog vd, 1992). Kampferolün en yoğun bulunduğu besinlerin meyve ve yapraklı sebzeler olduğu bildirilmektedir. İzoramnetinin en yoğun bulunduğu besinlerin ise soğan, armut, mirisetin üzümü meyveler, mısır ve çay olduğu bildirilmektedir.

Flavanoller ile sahip oldukları glikozidler en fazla meyvenin kabuğunda bulunmaktadır (Peterson ve Dwyer, 1998). Flavanoller, meyvenin çoğunlukla dış

ortamla temas halindeki dokularında (kabuk ve yaprak) depolanmaktadır. Flavanollerin farklı oranlarda ve yoğunlukta güneş ışığı alması nedeniyle, aynı ağaçtaki farklı meyvelerde hatta bir meyvenin farklı yüzeylerinde dahi yoğunlaşma farklılıkları meydana gelmektedir. Aynı şekilde, değişen glikozid yoğunluğu nedeniyle, marul, lahana ve benzeri sebzelerin yapraklarında dıştan içe doğru, yeşilden beyaza dönme olmaktadır. Çünkü dış yapraklarda iç yapraklardan neredeyse 10 fazla glikozid bulundurulmaktadır (Manach vd, 2004; Güldemir, 2016).

1.4.2.6. Antosiyaninler

Glikolizid yapısında bulunan antosiyanidinler antosiyaninler olarak tanımlanmaktadır. Antosiyaninler oldukça kararsız yapıda olsalar dahi ışık, pH ve oksidasyona karşı iyi bir mukavemetleri bulunmaktadır. Antosiyaninlerin yapıları, enzimatik süreçler ve çeşitli organik asitler (sitrik ve malik asit), bazı fenolik asitler yardımıyla korunmaktadır (Manach vd, 2004). Yenilen meyvelerdeki kırmızı, mavi, mor renkler antosiyaninler nedeniyle oluşmaktadır (Erlund, 2004). Antosiyaninlerin renkleri pH değerine göre değişmektedir. Antosiyaninler pH seviyesinde renksiz, düşük pH seviyelerinde (pH 3.5) kırmızı olmakta, pH seviyesi arttıkça (> pH 4.5) maviye dönmektedir. Meyvenin olgunlaşması ile içerdiği antosiyanin de artmaktadır (Peterson ve Dwyer 1998). En çok karşılaşılan antosiyanidinler; apigenidin, delphinidin, siyanidin ve malvidin olarak belirtilmektedir (Erlund, 2004; Güldemir, 2016).

1.5. Mineral Maddeler ve Meyveler

Bilindiği gibi vücudumuzun temelini meydana getiren ve vücudumuzdaki muhteşem dengenin esasını oluşturan maddeler yağ, su, bazı anorganik bileşenler ve proteinlerdir. Bu bileşenlerin kendi arasında var olan biyolojik dengenin bozulması ya da belli ölçüler dışında değişmesi farklı sorunları da beraberinde getirebilmektedir. Bu dengenin vücuda ölçülü bir şekilde alınan ya da alınacak mineral madde ve benzeri bileşenlerini içeren besinlerle ve gıdalarla korunması gerekmektedir. Gıdaların yapısında bulundurduğu mineraller, oldukça karmaşık ve

fazla sayıdaki elementleri ve bunların bazı türevlerini kapsamaktadır. Her ne kadar bunlardan çoğu vücudumuz için gerekli olsa da, bazılarının gereğinden fazla alınmaları halinde sağlığımıza zarar verebilmektedir. Bu gıdalarda özellikle de meyvelerde bulunan mineraller gıdaların sahip olduğu besleyicilik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bunlar, üretildikleri ya da hazır halde buldukları besinlerde genellikle vitaminler ile birlikte çalışmakta ve vücudumuzda nerede en fazla geresinim duyuluyorsa o bölgelerde işlev göreceği şekilde hareket etmektedir. Buradan anlaşılacağı gibi birçok mineral madde, vücudumuzun hayati işlevlerini devam ettirebilmesi için gereklidir. Çünkü insan vücudu, vitamin ve benzeri diğer besin öğeleri gibi minerallere de gerek duymaktadır (Yumuşakbaş, 2013).

İnsan vücudunun, yaşamını idame ettirebilmesi ve sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için mutlaka bulundurması ya da sahip olması gereken minerallerin başında fosfor, kalsiyum, klor, potasyum, mangan, magnezyum, demir, bakır, kükürt, çinko, iyot, kobalt, flor, selenyum, krom yer almaktadır. Burada bahsi edilen minerallerin, insan vücudunun dengeli bir şekilde işleyişini sürdürmesi adına, farklı fonksiyonları ve görevleri yerine getirmeleri gerekmektedir. Örneğin, kemik ve dişlerin büyümesi, asit-baz dengesinin sağlanması, vücut sıvılarının dengeli oranlarda bulunması gibi olaylarda mineralleri çok büyük etkisi bulunmaktadır. Bunların yanı sıra sinir sistemimizin düzgün çalışmasında, organlarımız ve kaslarımızın düzenli bir şekilde işlevlerini yerine getirmesinde, enzimlerimizin ve salgularımızın gerekli etkileri meydana getirmesinde ve benzeri birçok hayati faaliyetlerde minerallerin önemli rolleri bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi canlı sağlığı bakımından gerekli olan mineral maddelerin çeşitli gıdalar aracılığıyla belli zaman dilimlerinde (günlük, haftalık ya da aylık vb.) gerekli miktar ve oranlarda temin edilmesi gerekmektedir (Işıksıoğlu, 1987; Demirci, 2014).

Günümüzde, aşırı ve kontrolsüz nüfus artışı ve sanayileşmenin ortak etkisi sonucunda bu gibi besin gereksinimlerinin karşılanması amacıyla, doğallık ve doğanın olağan akışı ile oldukça ters olan çeşitli üretim sistemleri ve yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu yolla üretilen besinlerin sağlıklı olup olmayacağı ve yan etkilerinin neler olabileceği konuları gündemde oldukça fazla yer tutmaktadır. Ayrıca bu üretim süreçleri neticesinde ekolojik dengenin bozulmasına ve ciddi çevre

kirliliklerine neden olan birçok atık ve artık madde meydana gelmektedir (Xiaoyu vd, 2011). Bu nedenle vücudumuza gerekli olan minerallerin temininde, meyveler gibi doğal besinlerden faydalanılması gerekmektedir.

Mineralleri temin edebileceğimiz en önemli kaynaklardan biri de meyvelerdir. Meyvelerin beslenmedeki önemi ve rolü bugün herkes tarafından bilinen ve kabul gören bir olgudur. Bu durumun temelinde meyvelerin ihtiva ettiği mineral ve vitaminler bulunmaktadır. Çünkü bu vitamin ve mineraller insan sağlığı ve fizyolojisinin korunması ve güçlendirilmesi açısından çok büyük önem taşımaktadır. Meyveler, diğer besinlerde hiç bulunmayan, çok az bulunan ya da yeteri miktarda bulunmayan ve insan vücudundaki organizmaların görev ve işleyişlerinin devamı için oldukça mühim olan birçok maddeyi de ihtiva etmektedir. Ayrıca diğer besinlerde bulunan bazı zararlı ya da negatif etkilere sahip bileşik ve materyalleri de daha az içermektedirler. Aşağıdaki kısımda, insan vücudu için gerekli olan ve öncelikli olarak öneme sahip elementlerden bazıları hakkında özet bilgiler sunulmaktadır (Yumuşakbaş, 2013).

Potasyum da (K) vücudumuzu için yaşamsal öneme sahip mineraller arasında yer almaktadır. K hücre içinde osmotik basıncın düzenlenmesinde görev almaktadır. Genellikle normal bir gıda yolu ile potasyum alımı günlük 2-5.9 g arasında değişmektedir. Potasyum ve sodyum elementleri birlikte hareket ederek insan vücudundaki su dengesini korunmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca besinlerin hücre içine geçişi de potasyum yardımı ile gerçekleşmektedir. Sinir sistemi tarafından üretilen ya da alınması gereken mesajların iletilmesinde de K elementinin çok önemli bir rolü bulunmaktadır (Saldamlı, 1998; Baysal, 1996).

Magnezyum (Mg) besin bileşenlerinin metabolizasyonunda ve yeni ürünlerin üretildiği birçok enzimatik olaylarda yer almaktadır. Kemik ve dişlerin yapısında da bulunmaktadır. Ayrıca osmotik basıncın ve asit-baz dengesinin korunmasında da görev yapmaktadır (Hubert vd, 1990).

Vücudumuzun neredeyse bütün fonksiyonlarında (tepkimelerde iyonizeysen, kasların kasılması, kan pıhtılaşması, diş ve kemiklerin yapısının oluşması ve korunması vb.) hayati önem taşıyan bir elementtir. Her insanın hangi yaşta olursa olsun, günlük olarak belli oranlarda Ca alması gerekmektedir. Ancak günlük 2.5 g'dan daha fazla Ca alınması halinde bazı yan etkiler ortaya çıkabilmektedir. Çünkü kalsiyum elementi, demir, çinko gibi bazı önemli minerallerin emilimini azaltabilmektedir (Saldamlı, 1998; Baysal, 1996).

Sodyum sinir ve kas sisteminin ve fonksiyonlarının işlevlerinin yerine getirilmesi ve kanın pH değerinin dengelenmesi açısından oldukça önemli bir mineraldir. Diğer bir önemli görevi de sıvı akışını ve hücre zarından besin geçişini gerçekleştirmek olarak bilinmektedir. Sodyum farklı bileşimler halinde tüm dolaşım sistemlerinde ve sıvılarında mevcut bulunmaktadır. Bunun yanı sıra kemiklerde de sodyum bulunmaktadır. Vücut gerekmesi halinde kemiklerdeki sodyumu kullanmaktadır. Normal bir insanın günlük sodyum ihtiyacının 3 gram olduğu bildirilmektedir. Vücutta meydana gelebilecek bir sodyum fazlalığı, bazı böbrek rahatsızlıklarına ve potasyum kaybına neden olabilmektedir (Güldemir, 2016).

Çinko (Zn) A vitaminin metabolize edilmesi açısından bulundurulması zorunlu bir elementtir. Kötü beslenme nedeniyle meydana gelen ve nadiren görülen, bir deri bozulması sorunu olan kalıtsal akrodermatit enteropatika hastalığı yaşayan çocuklarda büyümenin gerçekleşmesi çok miktarda çinko alınmasına bağlıdır. Bunun yanı sıra, bebeklerin bağışıklık sistemlerinin yeterli oranda gelişebilmesi için, gebelik ve emzirme zamanlarında mutlaka gerekli miktarda çinko almasının gerektiği bildirilmektedir. Normal ve yetişkin bir insan için günlük gerekli çinko temin miktarı 12- 15 mg civarındadır (Onianwa vd, 2001).

Alüminyum (Al) zehirli olarak bilinen elementler arasında olduğu için, aşırı miktarda alınması sonucunda, merkezi sinir sistemi üzerinde çeşitli olumsuz etkiler yapabilmektedir. Ayrıca Alzheimer hastalığının vücutta meydana gelen alüminyum birikmesi nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Çünkü Alzheimer hastalarının beyin dokularında bulunan alüminyum miktarının, normal insanlara göre

oldukça fazla olduğu belirlenmiştir (Yumuşakbaş, 2013). Kadmiyum da (Cd) alüminyum gibi toksik olan bir metaldir. Kadmiyum saf halde bulunmaz, en saf halinde çinko ile karışmış şekilde bulunmaktadır. Kadmiyumun vücuda bir kez alınması halinde uzaklaştırılması oldukça zor olmaktadır. Kadmiyum çoğunlukla vücutta özellikle enzim üretim noktalarında çinko ile yer değiştirmekte ve bu şekilde enzim sistemlerini çalışamaz hale getirmektedir. İnsan vücudunda en çok kadmiyum biriktirilen yer böbreklerin korteks bölgesidir (Başgel, 2005).

Vücudumuz normal koşullarda 10-40 mg arasında Mn bulundurmaktadır. Vücudumuz sahip olduğu manganı, yumuşak dokularda kemikte, hipofiz karaciğerde, bezinde ve böbrekte bulundurmaktadır. Bu noktaların her birinde yoğunluklarda Mn bulunmaktadır. Mangan aminoasit ve karbonhidrat metabolizmalarının devamı açısından oldukça gerekli bir maddedir. Mn elementinin eksiliği halinde, büyüme eksikliği, kemik yapısı ve iskelette bazı bozukluklar, üreme bozuklukları ve benzeri bazı olumsuzluklar meydana gelebilmektedir. Eğer vücudumuzda gereğinden fazla Mn bulunursa bazı nörolojik hastalıklar ve hormonal bozuklukları ortaya çıkabilmektedir (Yumuşakbaş, 2013) .

Cu vücudun metabolizmasının dengeli ve düzgün işlemesi açısından gerekli görülen elementler arasındadır. Normal bir insanın vücudunda ortalama 60-110 mg arasında bakır elementinin yer alması gerekmektedir. Bakırın, enzim aktivatörü olmak gibi bir görevi nin olduğu bilinmektedir. Ayrıca, C vitamininin oksitlenmesi de bakır elementi yardımıyla gerçekleşmektedir (Onianwa vd, 2001).

Demir enzim sistemimizde yaşamsal derecede önemli görevleri olan bir mineraldir. Normal bir insan vücudunda ortalama 4-5 g civarında demir yer almaktadır. Demir, vücudumuzda transferin proteini yapısında ve hemoglobin ile miyoglobinde bulunmaktadır. Hemoglobin yapısında yer alan demirin çok önemli bir görevi bulunmaktadır. Bu görev, hücrelere gerekli oksijenin taşınmasıdır. Demir eksikliği anemi olarak anılan kansızlık hastalığına sebep olmaktadır (Yumuşakbaş, 2013).

1.6. *Berberidaceae* Familyası

1.6.1 Botanik Özellikleri

Berberis cinsine ait bitki özellikleri, sarı renkli çiçeklerle karakterize edilen dikenli yaprak dökmeyen çalılar, (Shamsa vd, 1999) dimorfik ve kısa sürgünler (1-2 mm) ile birlikte uzun sürgünlerden oluşmaktadır. Uzun sürgünlerdeki yapraklar fotosentezde yer almazlar, fakat üç omurga dikenine haline gelirler ve nihayetinde fotosentezde yer alan birkaç yapraklı (1-10 cm uzunluğunda, basit ve ya tümüyle ya da dikenli kenarlarla) kısa sürgünler oluştururlar. *B. thunbergii* ve *B. vulgaris* L. gibi birçok yaprak döken türler, pembe veya kırmızı sonbahar rengini gösterirken, bazı Çin yaprak dökmeyen türlerinde (*B. candidula* ve *B. Verruculosa* gibi) yaprakları parlak beyaz renktedir ve koyu kırmızı ila mor yapraklı yapraklar bulunur. *B.thunbergii*'nin bahçecilik varyantları, çiçekler tek başına ya da racemes içinde görünür. Değişken kıvrımlarında, her ikisi de altı tane çanaklar ve yaprakları (genellikle benzer renkte) ile 3-6 mm uzunluğunda sarı veya turuncudur.

Berberis'in meyveleri 5-15 mm büyüklüğünde olgunlaştıktan sonra kırmızı veya maviye dönüşen küçük meyvelerdir (Perveen ve Qaiser, 1997). Meyveleri, dikdörtgen bir kırmızı dut 7-10 mm uzunlukta (içinde 0,28-0,39) ve 3-5 milimetre (0,12-0,20 olarak) geniş, yaz sonu ya da sonbahar olgunlaşma; yenilebilir fakat çok ekşidirler, C vitamini bakımından zengindirler.

Berberis'in yaşam döngüsünde, bitkinin zorlu koşullarda hayatta kalmasını sağlayan cinsel ve aseksüel üreme süreçleri vardır. Bu bitkilerin ayırt edici sarıçiçekleri, kümeler halinde ortaya çıkar ve saptan aşağı doğru asılır. Çiçeğin üreme organları, yağmurdan üç iç içbükey sepal ve aynı zamanda stamenleri ve anterleri tamamen kaplayan altı taç yapraklarıyla korunur (Peterson vd, 1977).

Berberidaceae familyası, yaprakları basit veya parçalı, alternan çalı veya çok yıllık otsu bitkileri içermektedir. Çiçekler, aktinomorf, rasemoz veya bileşik raemoz şeklinde, düzenli, 3 veya bazen 2 bölmeli ovaryum üst durumlu ve tek gözlü, preiant

6 parçalı, petallerin tabanı nektaryumlu veya nektar taşıyan pulları bulunmaktadır. Anterler petale karşı kapakla açılır. Ovaryum 1-4 ovüllü, ovüller tabanıdadır ve meyve bir bakka veya kapsulaya sahiptir. Ağaçsı çalı, her nodusunda 3 kollu bulunan diken bulun Haziran, aylarında çiçekler açan bu cins çevrenin coğrafi şartlarına göre ve mevsime göre değişiklik göstermektedir. Meyvası, kırmızı ve siyah renkli olan, elipsoid şekildedir (Farhady ve Varidy, 2012)

1.6.2 Farmakolojik ve Biyolojik Etkileri

Berberidaceae familyasından gelen bitki meyveleri antioksidan bakımından zengin bir içeriğe sahiptir (Singh ve Kakkar, 2009; El-Merahbi vd, 2014). Antioksidan özelliği sayesinde anti-allerjik, antiinflamatuvar, vasodilator, antimikrobiyal, antioksidan, antitrombotik ve gibi pek çok etkisi bulunmaktadır (Balasundram vd,2006). Ayrıca, meyve içeriğindeki fenolik asitlerin, özellikle kanser ve koroner kalp hastalıkları gibi ölümcül hastalıklara karşı koruyucu etkide bulunma potansiyeli bulunduğu bildirilmiştir (Mattila ve Kumpulainen, 2002). Çeşitli *Berberis* türlerinin sahip olduğu bileşikler ve bu türün sahip olduğu farmakolojik ve biyolojik etkilerinden birkaçı sırasıyla Çizelge 1.3 ve Çizelge 1.4'de sunulmaktadır.

Bu bitkilerin tüm kısımları tıbbi olarak, tonik, antimikrobiyal, antiemetik, anti-piretik, anti-pruritik, antioksidan, antiinflamatuvar, hipotansif, antiaritmik, sedatif, antinosiseptif, antikolinergik, kolesistit, kolelitiazis, sarılık, dizanteri, leishmaniasis, sıtma, safra taşları, hipertansiyon, iskemik kalp hastalıkları, kardiyak aritmiler ve kardiyomyopatilerde kullanılmıştır (Rounsaville ve Ranney, 2010; Kafi ve Balandri, 2002). Ayrıca, ishal tedavisinde, ateş azaltılmasında, iştahı iyileştirmek ve mide rahatsızlığını gidermek amacıyla da kullanılmıştır (Tomosaka vd,2008).

Yapısında askorbik asit (vitamin C), vitamin K, reçine, tanen, birkaç triterpenoid, çok sayıda fitokimyasal madde, 10'dan fazla fenolik bileşik ve 30'dan fazla alkaloid içermektedir. Berberin, berbamin, *jatrorrhizin*, columbamin, berberubin, oksikantin, palmatin önemli alkaloidleri yapısında bulundurmaktadır. Ayrıca, kuersetin ve

kemferol gibi flavonoidleri de ihtiva etmektedir (Farhadi ve Gavadifar 2008; Laamech vd, 2015).

Çizelge 1.3. Bazı Berberis türlerinin sahip olduğu bileşikler (Mokhber-Dezfuli vd, 2014).

Bileşik ismi	Bitki kaynağı
Lupeol	B.vulgaris
Olanolik asit	B.vulgaris
Stigmasterol	B.vulgaris
Stigmasterolglükozid	B.vulgaris
Berberamin	B.vulgaris
Palmatin	B.vulgaris
Berberin	B.vulgaris
Oksiberberin	B.vulgaris
Kolumbamin	B.vulgaris
İsokordin	B.vulgaris
Lambertin	B.vulgaris
Magniflorin	B.vulgaris
Oksiksantin	B.vulgaris
N-(p-trans-Kumaril) tiramin	B.vulgaris
Kanabisin G	B.vulgaris
±-İyoniresinol	B.vulgaris
2,5-bis- (2' metoksi-5' metilfenil)-furan	B.umbellata
1,4-bis- (2' metoksi-5' metilfenil)-butan-I	B.umbellata
Berberamin	B.aristata
(+)-N-metilkoklaurin	B.montana
(-)-Pronisiferin	B.montana
(+)-9-hidroksinusiferin	B.montana
(+)-Orientin	B.montana
2-norberbamin	B.stoloniferais
Berberamunin	B.stoloniferais
Aromolin	B.stoloniferais
Isotetrandrin	B.stoloniferais
23-transp-kumaroksil-2a	B.coreana
23-cis-kumaroksil-2a	B.coreana
5'-metoksihidnokarpin-D	B.aquifolium
	B.fremonti
	B.repens
Pheorphorbide-a	B.aquifolium
	B.fremonti
	B.repens
Jatorrizin	B.umbellata

Çizelge 1.4 Berberis türlerinin farmakolojik ve biyolojik aktivitesi (Mokhber-Dezfuli vd, 2014).

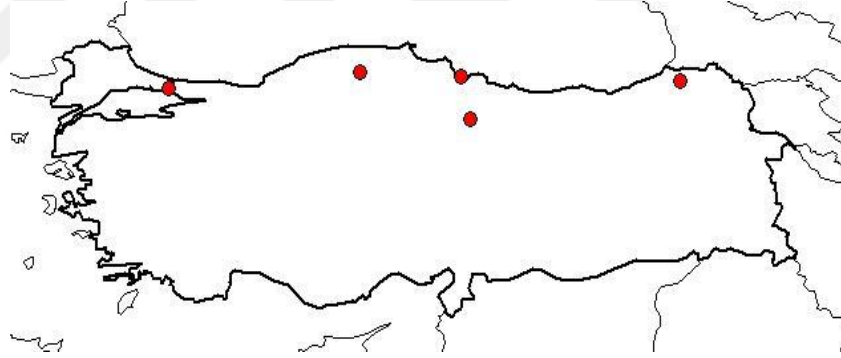
Bitki İsmi	Farmakolojik/Biyolojik Özellikler
<i>B. vulgaris</i>	Antihistamik, antikolinerik, iltihap giderici, antinosiseptif etkiler
<i>B. croatica</i>	Antimiktobiyal aktivite
<i>B. aristata</i>	Sitotoksik aktivite, antikanser aktivite, gevşetici ve romatizma hastalığında kullanışlı, hipoglisemic etkiler, anti-osteoporotik etkiler
<i>B. koreana</i>	Sitotoksik aktivite
<i>B. aetnensis</i>	Romatizmal ağrılarda ve diğer kronik iltihaplanmalarda kullanışlı, Antimiktobiyal aktivite
<i>B. heterophylla</i>	Antimiktobiyal aktivite
<i>B. umbellate</i>	Kolera, akut ishalde tedavi edici, amibiyaz ve sıtma hastalıklarında kullanışlı
<i>B. lyceum</i>	Göz hastalıklarında, karaciğer ve kalp hastalıklarının tedavisinde kullanışlı, antihistaminik aktivite, mide hastalıkları ve kanamayı durdurmada etkili, antipiretik vedyaporetik özellikler, antihiperglisemik etkiler
<i>B. aquifolium</i>	Antibakteriyel aktivite
<i>B. repens</i>	Antibakteriyel aktivite
<i>B. itegerrima</i>	Antibakteriyel aktivite
<i>B. hispanica</i>	<u>immunosüpresif</u> , vücuda zararlı ürünlerin üretilmesinin engellenmesinde etkili
<i>B. thunberghii</i>	Antimiktobiyal aktivite

1.6.3 Berberis vulgaris L.

Berberidaceae familyasına ait her zaman yeşil kalabilen çalı bitkisi olup (Şekil 1.13) dünya genelinde yaklaşık olarak 190 türü bulunmaktadır (Meliani vd, 2011). Bir tıbbi aromatik bitkisi olan *B. vulgaris* L. bitkisi küçük bir çalı olan, kök, kabuk, yaprak ve meyve çeşitli kısımları gibi halk tıbbi amaçla kullanılmaktadır. Bitkinin doğal olarak yetiştiği alanlar (Şekil 1.14), İstanbul, Kastamonu, Artvin, Samsun, Tokat (TÜBİVES, 2017) illerinin yanı sıra Giresun ve Gümüşhane'den Bayburt'a kadar bir alanda dağılım gözlenmektedir (Anşın, 1994).



Şekil 1.13. *Berberis vulgaris* L. bitkisinin görünümü (orj.)



Şekil 1.14. Taksonun Türkiye üzerinden dağılımı

B. vulgaris L. bitkisi gıda endüstrisinde, reçel, tatlı, şarap üretiminde bunun yanı sıra bitkinin kök, kabuk kısımları ve meyveleri ise çay olarak değerlendirilebilmektedir (Gruenwald vd, 2007). Genel görünümü Şekil 1.15’de görülmektedir. Kök ve kök kabukları, katartik (ishal yapıcı, bağırsak temizleyici), diüretik, ateş düşürücü, skorbüt, antiseptik özellikleri için kullanılır. Ayrıca, yaprakların kaynatılması sonucu dizanteri, scurvy angina ve boğaz ağrısında anti-skorbutik olarak kullanılmaktadır (Saied ve Begum, 2004).



Şekil 1.15. *Berberis vulgaris* L. meyvelerinin görünümü (orj.)

Gıda endüstrisinde marmelat ve benzeri ürünlerin yapımında değerlendirilebilmektedir. İlaveten şarap, kök, kabuk ve meyveleri ise çay olarak kullanılmaktadır (Gruenwald vd, 2007). Kök ve kök kabukları, katartik (ishal yapıcı, bağırsak temizleyici), diüretik, ateş düşürücü, skorbüt, antiseptik özellikleri için kullanılır. Ayrıca, yaprakların kaynaşması dizanteri, scurvy angina ve boğaz ağrısında anti-skorbutik olarak kullanılır (Saied ve Begum, 2004).

Son yıllarda hastalıkların önlenmesinde antioksidanların önemi giderek artış göstermektedir. Bununla birlikte bazı araştırma sonuçları fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite arasındaki ilişkiyi desteklerken (Andarwulan vd, 1999) bazıları da bu iki parametre arasında doğrudan bir ilişki olmadığını belirtmektedir (Maillard ve Berset, 1995; Bocco vd, 1998).

Berberis vulgaris L. meyvesinin önemli düzeyde antioksidan aktivite içerdiği ve sağlık açısından yararları olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Günçoğdu, 2013). Buradan hareketle yüksek oranda fenolik ve antosiyanin içeriğinden dolayı kızamık meyvesinin iyi bir biyoaktif fitokimyasal kaynağı olduğu belirlenmiştir (Yıldız vd, 2014; Günçoğdu, 2013).

Yukarıdaki belirtilen hususlar göz önünde bulundurularak planlanan bu çalışmada, Bayburt ilinde doğal olarak yetişen Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) meyvesinin bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğinin belirlenerek incelenmesi hedeflenmiştir. Mevcut çalışma bu nedenle, fizyolojik mekanizmaların aydınlatılması alanındaki yetersiz olan literatür bilgilerine önemli katkılar sağlayacağına ve ayrıca fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite arasındaki ilişkinin ve etkisinin aydınlatılması yönünde katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

1.6.4 *Berberis crataegina* DC.

Daha çok Türkiye ve İran bölgesinde yağın olan berberis türlerinden birisi olup Karamuk, Karamuk diken, Sariağaç, Sarı çalı, Sarı odun olarak adlandırılmaktadır. Bu türün genel görünümü Şekil 1.16, 1.17 ve 1.18 yardımıyla sunulmaktadır.



Şekil 1.16. *Berberis crataegina* DC, bitkisinin görünümü (Orj.)



Şekil 1.17. *Berberis crataegina* DC. Meyvelerinin görünümü (Ori.)



Şekil 1.18. *Berberis crataegina* DC. görünümü

Yaklaşık 2 metre uzunluğunda olup, kızamık bitkisi ile hemen hemen aynı boydadır. Ama sonbaharda kararan meyveleri ve üçlü değil tek tek bulunan dikenlerinin yardımıyla kolayca ayırt edilir. C vitaminince zengin meyveleri özellikle Sivas yöresinde hoşaf ve şurup yapılarak değerlendirilir.

Kayalık, yamaç ve derelerde 800-1500 metre yükseklikte yetişebilmektedir. Kastamonu, Ankara, Antalya, Erzincan, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Niğde, Şanlıurfa ve Yozgat illerinde doğal olarak yetişmektedir (TÜBİVES 2017). Şekil 1.19 bu türün yoğun bulunabileceği yerleri göstermektedir.



Şekil 1.19. Taksonun Türkiye üzerinden dağılımı

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kızamık meyvesinin çok eski tarihlerden bu yana hem beslenme hem de tıbbi amaçlı uygulamalarda kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte bilimsel olarak da oldukça eski bir geçmişi bulunduğu tahmin edilmektedir. Kızamık meyvesi ile ilgili yapılan en eski bilimsel araştırmalardan bir tanesi 1836 yılında Gustav Poley tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada *Berberis vulgaris* L. Ortak kızamık olarak tanımlanmış olup, meyvenin kök kabuğu kimyasal olarak incelenmiştir (Poley, 1836).

Amerikan Eczacılar Odası tarafından 1926 yılında yayınlanan bir çalışmada bu meyvenin tıbbi olarak tedavi ve önleme amaçlı kullanımı, kimyasal olarak özellikleri tarihi bir bakış açısıyla anlatılmıştır (Schulz, 1926).

Berberis vulgaris L. bitkisinin tüm parçaları için tıbbi özellikleri de dâhil olmak üzere, antimikrobiyal, antiemetik, antipiretik, antioksidan, anti-inflamatuar, anti-aritmik, sedatif, antikolinerjik, anti-leishmaniasis ve anti-sıtma özellikleri bilinmektedir. *Berberis vulgaris* L. meyvesinin bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır:

Güleryüz vd, 1998 yılında yaptıkları bir çalışmada bazı yabancı meyvelerin kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucu yabancı meyvelerden birisi olan kızamık meyvesinin besin içeriği yönünden oldukça zengin olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda bu meyve türünün kültüre alınmasının iyi olacağı tespit edilmiştir.

Hanachi vd, (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Berberis vulgaris* L. meyve, kök ve kabuklarında belirli oranlarda klorojenik asit, malik asit ve tanen gibi fenolik bileşenler tespit etmişlerdir. Bu çalışmada *Berberis vulgaris* L. bitkisinin özellikle Asya bölgesinin bazı bölümlerinde yaygın geleneksel bir ilaç olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. *Berberis vulgaris* L. meyvelerinin anti-viral aktivitelere sahip olduğu ve kronik kandidiyazis, hazımsızlık ve parazitler için bir tedavi edici olarak

kullanıldığı da iddia edilmiştir. 100g kızamıkta $11102.81\mu\text{g} \pm 2.01$ Vitamin C, $116.03\mu\text{g} \pm 1.12$ malik asit ve $20.51\mu\text{g} \pm 0.59$ tanen tespit edilmiştir.

Imanshahidi ve Hosseinzadeh tarafından 2008 yılında yapılan bir çalışmada, *Berberis vulgaris* L. meyvesinin tedavi edici ve farmakolojik etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada İran'da yaygın olarak bilinen *Berberis* meyvesinin yaprağının, meyvesinin, kabuğunun bir halk ilacı olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışmalar sonucu bu bitkinin en önemli bileşenlerinin berberine, berbamine ve palmatine gibi izokinolin alkaloidleri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca berberine alkaloidinin farklı hastalıkların tedavisi için kullanıldığı hakkında bilgi verilmiştir.

Tomosaka vd, (2008) *Berberis* meyvesi üzerine yaptığı bir çalışmada N-(p-trans-kumaril) tyramin, kanabisin ve lyoniresinol gibi fenolik bileşenler tespit etmişlerdir.

Gündoğdu vd, (2013) *Berberis vulgaris* L'nin biyokimyasal özellikleri üzerine yaptığı araştırmalar bu bitkinin farklı kullanım alanlarında popülerliğini arttırmıştır. Gevaş Bölgesinde (Van İl / Türkiye) doğal olarak yetişen *Berberis vulgaris* L. meyvesinin antioksidan özellikleri, organik asit içerikleri ve fenolik bileşik içerikleri belirlenmiştir. Organik asitler ile ilgili olarak, malik asit içeriği 1.862 g/kg , sitrik asit içeriği 1.253 g kg^{-1} , tartarik asit içeriği 0.702 g kg^{-1} ve süksinik asit içeriği 0.086 g kg^{-1} bulunmuştur. Fenolik bileşiklerin arasında en yüksek olan klorojenik asit içeriği $0,752 \text{ gr kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. *Berberis* meyvesinin antioksidan kapasitesi, çalışmada $8,731 \mu\text{mol TE g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesi ve biyokimyasal bileşiklerin yüksek içeriği nedeniyle berberisler değerli meyve olarak kabul edilmektedir.

Konc'ic vd, (2010) *Berberis vulgaris* L'nin köklerinin, dallarının ve yapraklarının etanolik ekstratlarının antioksidan aktiviteleri üzerine çalışmışlardır. B-karotenin linoleik asit testi hariç, antioksidan aktivitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tüm bitki organlarının antioksidan aktivitesi üzerinde bu bileşiklerin önemli bir rolü

olduğu düşünölmektedir. Antioksidan aktivite, çoğunlukla organa bağlı olarak değişmektedir.

Meliani ve arkadaşları (2011) *Berberis vulgaris* L'nin önemli bir anti diyabetik etkisi gösterdiğini, serum kolesterolü ve trigliserit düzeylerini önemli ölçüde azaltmış olduğunu dolayısıyla bu bitkinin diyabet tedavisinde değerli olabileceğini göstermiştir.

Demir (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Erzurum yöresinde tüketilen *Berberis vulgaris* L. bitkisinin diğer kültür bitkilere göre içeriği mukayese edildiğinde, Na içeriği (marul hariç) daha az, K, Ca, Mg, P içerikleri ise daha yüksek oranda bulunduğunu tespit etmiştir.

Anadolu yabani ve yenilebilen meyve türleri ve kızamık meyvesi açısından oldukça bereketli bir coğrafyadır. Kuzey Anadolu yöresinde yer alan Çoruh vadisinde bulunan 19 farklı *Berberis vulgaris* L. genotipi kullanılarak yapılan bir çalışmada, yöreye ait ürünlerin fizikokimyasal karakteristiklerinin, önemli biyoaktif bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuçlar, incelenen örneklerin arasında fizikokimyasal karakteristik, ihtiva edilen biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivite oranları açısından önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmada oldukça yüksek çıkmıştır. Örneğin, meyve ağırlığı 0.073 ('Coruh-7') - 0.267 g ('Coruh-11') arasında değişiklik göstermiştir. Toplam fenolik içerikler açısından, 1 litre taze meyve suyu için yapılan ölçümlerde sonuçların 2532 mg GAE ile 3719 mg GAE arasında değiştii anlaşılmıştır. En yüksek antosiyanin oranının Coruh-12 kodlu genotipte olduğu ve 1 litre taze meyve suyu için 1004 mg olarak belirlendiği ifade edilmiştir. Üç farklı metot kullanılarak yapılan tayin işleminde, en yüksek antioksidan aktivitenin Coruh-8 ve Coruh 9 kodlu numunelerde olduğu belirtilmiştir. Çalışmayı gerçekleştiren araştırmacılar barberry meyvelerinin, sahip oldukları yüksek fenolik ve antosiyanin içeriği nedeniyle, çok iyi bir biyoaktif fitokimyasal kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre kızamık meyveleri yüksek fenolik ve antosiyanin içeriğinden dolayı biyoaktif fitokimyasalların iyi bir kaynağı olarak belirlenmiştir. Yapılan bir

çalışmanın sonucu olarak, günlük protein gereksinimini karşılamada yabancı bitkilerin yüksek oranda protein içermesinden dolayı beslenmeye önemli katkı sağlayabilecekleri bildirilmektedir (Yıldız vd, 2014).

Erdoğan vd, (2014) yaptıkları bir çalışmada Çoruh havzasındaki yabancı meyveleri araştırmışlardır. Bu yabancı meyvelerden biri olan kızamak meyvesinin de Çoruh havzasının içinde barındırdığı Bayburt İli ve çevresindeki biyoçeşitlilik ve genetik kaynaklar açısından ne kadar değerli olduğunu belirtmişlerdir.

Abd El-Wahab vd, (2013) *Berberis vulgaris* L. ve aktif bileşeni olan berberin invitro biyolojik değerlendirmesini içeren, antioksidanlar, anti-asetilkolinesteraz, anti-diyabetik ve anti kanser etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarında, Barbery ekstresi, TBARS, NO ve GPx ve SOD hiperaktivasyonu ile ilişkili DPPH'nin oksidasyonu yoluyla güçlü antioksidatif kapasite gösterdiğini ve *Berberis vulgaris* L. etanolik ekstrakt, güçlü antioksidan aktivitesine geri dönebilecek kanser hücresi ölümünü indükleyebilen PBMC'nin büyümesini engellemediği için toksik olmayan bir ekstrakt olduğunu bildirmişlerdir.

Sarhadynejad vd, (2017) *Berberis vulgaris* L.'nin içerisinde bulunduğu Farsça eski el yazmalarını ele almışlardır. Burada sunulan geleneksel bitkisel ilaçlardan biri olan Zereshk-e-Saghir'in farmakolojik güvenlik değerlendirmesi amacıyla CCl4 ile indüklenen karaciğer toksisitesi, preparatın hepatoprotektif etkilerini önlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, lipid peroksidasyonunu azaltmış ve glutatyon ve total antioksidan kapasitelerini koruduğu tespit etmişlerdir.

Sharifi ve Poorakbar (2015), *Berberis* (*Berberis integerrima* × *vulgaris*) türleri üzerine yaptığı bir çalışmada toplam fenol içeriğini 59.57 ± 0.83 mg gallik asit/10 g örnek olarak tespit etmişlerdir. DPPH radikal süpürme aktivitesi 44,62 olarak bildirilmiştir.

Hoshyar vd, (2016) tarafından yapılan çalışmada *Berberis vulgaris* L.'nin antioksidan ve kimyasal özellikleri *Berberis vulgaris* L. ve insan meme kanseri

hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisini değerlendirilmesine yönelik çalışmalarında insan meme kanserine karşı apoptozu uyarabilen güçlü antioksidan özelliklere ve sitotoksik etkilere sahip olduğunu göstermişlerdir.

Goodarzi vd. 2018 yılında yenilebilir meyveleri olan bir çalı türü şeklinde tasvir edilen *Berberis vulgaris* L. var. *Asperma* bitkisi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu meyve çekirdeksiz barbery olarak da bilinmektedir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada İran'ın doğusunda bulunan, Horasan e-Jonoobi bölgesinin farklı noktalarından 133 farklı *Berberis vulgaris* L. var. *Asperma* örneği temin etmişlerdir. Bu örnekler morfolojik ve kimyasal olarak analiz edilmiştir. İncelenen örnekler arasında önemli fenotipik, pomolojik ve kimyasal varyasyonların olduğu saptanmıştır. Fenotipik ve pomolojik sonuçlara göre örneklerin demet uzunluğunun 155mm ile 410mm arasında, demet genişliğinin 27.28 mm ile 73.53 mm arasında, demet ağırlığının 25.05 ile 128.85 g arasında, meyve boyunun 7.40 ile 10.84 mm arasında, meyve eninin 4.39 - 8.05 mm ve meyve ağırlığının ise 0.11 - 0.43 g arasında değiştiği belirtilmektedir. Kimyasal sonuçlara göre toplam çözünebilir madde miktarının % 15.00 - 31.00 arasında, titre edilebilir asit miktarının ise % 0.15 ile 0.49% arasında, antosiyanin içeriğinin 0.07 ile 0.70 mg/g-taze meyve aralığında ve son olarak ise askorbik asit ihtivasının 45.05 to 180.18 mg/100 g-taze meyve aralığında değiştiği görülmektedir. Bu çalışmada bu meyvenin farklı genetik özelliklere sahip varyasyonlarının korunması gerektiği ve üretim için uygun olanların belirlenmesi gerektiği bildirilmektedir.

Berberis vulgaris L. var. *Asperma* varyasyonu üzerine yapılan diğer bir çalışmada bu meyvenin geleneksel tıbbi bir bitki olarak oldukça yaygın kullanılan özel bir meyve olduğu bildirilmektedir. İlk kez bu çalışmada bu çeşit ile ilgili üreme ve ısı gereksinimleri üzerine bir araştırma yürütüldüğü iddia edilmektedir. Ele alınan genotipler, İran'ın doğusundaki Horasan-e-Jonoobi eyaletinden elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda çekirdeksiz kızamık meyvesinin farklı kış koşullarına sahip bölgelere en uygun genotipler olduğu ileri sürülmüştür (Montazera vd, 2018).

Yapılan bir çalışmada yabani yenilebilir meyvelerin, daha iyi biyokimyasal içerikleri, soğuk algınlığı ve benzeri bazı hastalıkların tedavisinde doğrudan etkili olması gibi nedenlerle ve çağımızın hastalıkları sayılabilen birçok ağır hastalığın önlenmesinde de faydalarının olması nedeni ile bilim adamlarının odak noktalarından biri haline geldiğini bildirmişlerdir. Bahsi geçen bu çalışmada Erzurum ilinde yetişen on dört farklı *Berberis vulgaris* L. Meyvesi bazı önemli biyokimyasal karakteristik özelliklerine göre (meyve yetiştirme habitat, meyve şekli, meyve rengi, meyve ağırlığı, pulp oranı, çözülebilir katı madde oranı, toplam fenolik, toplam antosiyanin, antioksidan aktivitesi, şeker, organik asitler) incelenmiştir. İncelenen genotipler arasında birçok biyokimyasal parametreler açısından önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Meyve ağırlığının 0.102 (25ERZ5) ve 0.342 g (25ERZ7) arasında ve ve pulp oranının ise 60.81% (25ERZ2) ve 75.41% (25ERZ11) arasında değiştiği belirtilmiştir. 1 litre taze meyve suyu için toplam fenolik madde içeriğinin 2281 (25ERZ5) - 3462 (25ERZ7) mg GAE arasında ve antosiyanin içeriğinin ise 360 - 874 mg cyanidin-3-glucoside aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Bunlara ilaveten glukoz ve fruktozun analiz edilen bütün genotiplerde en baskın şeker türü olduğu bildirilmiştir (Ersoy vd, 2018).

Bir çalışmada *Berberis vulgaris* L. bitkisi ve bu bitkinin ana bileşenlerinin etanol ve etil asetat ekstraktlarının sitotoksik aktiviteleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Aynı çalışmada antioksidan etkiler de ele alınmıştır. Bu çalışmada DPPH radikal giderme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini yapılmıştır. IC₅₀ değerleri etanol ekstraktı için 69.65 µg/mL, etil asetat ekstraktı için ise 77.75 µg/mL olarak belirlenmiştir (El khalki vd, 2018).

Berberis vulgaris L. meyvesinin Pakistan'ın Upper bölgesinde yüksek dağlık arazilerde yetişen önemli bir tıbbi ve aromatik bitki olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, Usheri vadisinde (Pakistan) yetişen *Berberis vulgaris* L. türünün etnomedikal değerinin ve özelliklerinin ortaya çıkarılması ve korunma durumunun incelenmesi amacıyla bölgenin yaşlı insanların da ele alındığı bir çalışma yürütülmüştür. Araştırma sonucunda bölge insanının %25'inin kemik kırıklarının, %15'inin mide hastalıklarının, %15'ini yaraların tedavisinde, %7sinin sarılık, %6'sının ağız yaraları ve ekşiliği, %5'inin böbrek taşı ve %3'ünün de bağırsak hastalıkları tedavisinde bu

meyveyi ilaç olarak kullandığı tespit edilmiştir. Bunların haricinde az oranlarda da olsa birçok hastalığa karşı önlem ya da tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bölgedeki çiftçilerin yarısı *Berberis* türlerini buğday veriminin düşmesinin sorumlusu olarak görmektedir. Çiftçilerin %40'ı bu bitki nedeniyle bölgede bulunan uçucu böcek türlerinin buğdaylara zarar veren patojenleri taşıdığını düşünmektedir (Ahmad vd, 2015).

Diğer bir çalışmada üç yaşında ve Zagreb de yetişmiş olan *Berberis croatica* DC. ve *B. vulgaris* L. meyveleri ve çekirdeklerinin genel özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre *Berberis croatica* türünün meyve boyu 7.28-7.88mm, meyve eni ise 7.28-7.88 mm arasında, meyve ağırlığı ise 0.065-0.078mm arasında değişmektedir. *Berberis croatica* türü meyve çekirdeğinin boyu ise 4.57-5.03mm aralığında, eni 1,44 – 2,2mm arasında ve ağırlığı ise 0,0116-0,0134g aralığında değişmektedir. *Berberis vulgaris* L. meyvesinin boyu 10,20-11,29 mm arasında, meyve eni 5.29-5.83 mm arasında meyve ağırlığı ise 0,1602-0,2199 g arasında değişmektedir. Bu meyvenin çekirdeğinin boyu 5,71-6,24mm arasında, eni 1,60-2,71 mm arasında ve çekirdek ağırlığı ise 0,0146-0,0235g arasında değişmektedir. Genel bir meyve şekil ve oranlarının değerlendirilmesi yapıldığında iki tür arasında benzerlik olduğu anlaşılmaktadır. *B. croatica* için uzunluk-en oranı 1.91-2.04, *B. vulgaris* için boy-en oranı da 1.77-2.07 arasında değişmektedir. *B. vulgaris* türünün hem meyve hem de çekirdeklerinin *B. croatica* türüne göre oldukça geniş, uzun ve ağır olduğu belirtilmiştir (Kremer vd, 2012).

Sivas ilinin farklı noktalarından temin edilen altı mor-siyah *Berberis vulgaris* L. Üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu meyveler toplam fenolik (TP), toplam monomerik antosiyanin (TMA) içerikleri ve demir indirgeme metodu (FRAP) ve TEAC yöntemleri kullanılmak sureti ile belirlenmiş antioksidan aktivitelerine göre analiz edilmiştir. İlaveten HPLC yardımıyla şeker içerikleri ve organik asit kompozisyonları da incelenmiştir. İncelenen ürünlerin özellikleri arasında çok yüksek bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır. FRAP metodundan elde edilen sonuçların en yükseği C.V. %17.9 olarak belirlenmiştir. TP, TMA ve TEAC sonuçları sırasıyla ortalama olarak %16.21, %14.85, ve %7.13 olarak bildirilmiştir. Ürünlerin ihtiva ettiği en yüksek şeker türlerinin glukoz ve fruktoz (sırasıyla 8.84

$g \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ ve $6.12 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$) olduğu ve en baskın organik asitlerin ise malik ve sitrik asit (sırasıyla $59 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ ve $1.34 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$) olduğu açıklanmıştır. Çalışmanın sonucunda özetle bu meyvenin doğal antioksidan madde içeriği açısından en iyi meyveler arasında yer aldığı bildirilmiştir (Özgen vd, 2012).

İki yüzyıldan fazla bir süredir İran'da yetiştirilen çekirdeksiz kızamığın, yerli bir şifalı çalı olduğu bildirilmektedir. Bahsi geçen çalışmanın meyvenin hasat tarihlerinin, hasat zamanlarının, kurutma ve hasat yöntemlerinin çekirdeksiz kızamık meyvelerinin kantitatif ve kalitatif özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapıldığı bildirilmektedir. Bu amaçla 2008 ve 2010 yıllarında İran, Güney Horasan eyaleti Soorand'da üç ayrı deney gerçekleştirilmiştir. İlk olarak farklı hasat tarihlerinin etkileri (9 Eylül, 1 Ekim, 22 Ekim ve 13 Kasım), ikinci denemede iki hasatta beş farklı hasat saatinin etkileri (07.00, 10.00, 13.00, 16.00 ve 19.00) Hasat (16 Eylül ve 17 Ekim) incelenmiştir. Üçüncü ve son çalışmada ise toplama yöntemlerinin (dal kesme ve meyve toplama) ve kurutma yöntemlerinin (güneşte kurutma ve gölge kurutma) etkisi irdelenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek taze ve kuru meyve veriminin ilk deneyde ve son hasat tarihinde (13 Kasım) elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca hasat tarihini geciktirilmesi sonucunda suda çözünür kuru madde ve antosiyanin içerikleri ile pH seviyesinin yükseldiği, titre edilebilir asit içeriğinin ise düştüğü belirlenmiştir. Gün içinde farklı saatlerde hasat yapılmasının sonuçlarına göre, en yüksek suda çözülebilir madde miktarı saat %12,7 ile saat 7.00 da yapılan hasatta, en düşüğü ise % 9,7 ile saat 10.00 da yapılan hasatta görülmüştür. Ayrıca en yüksek matürite indeksi ve antosiyanin içeriği saat 7.00 da hasat edilen meyvelerde (3.40 and 128.5 mg/100. g kuru meyve), en düşük ise saat 10.00 da (3.03 and 83 mg/100. g kuru meyve) hasat edilen meyvelerde görülmüştür. Toplama yöntemleri açısından bakıldığında, en yüksek suda çözünebilir madde miktarı %9.8, toplam titre edilebilir asit oranı %3.5, matürite indeksi 2,8, antosiyanin içeriği 63.5. mg/100. g/kuru meyve değerleri ile meyve toplama metodunda görülmüştür. Son olarak, en yüksek suda çözünebilir madde miktarı %9.8, titre edilebilir asit oranı %3.6, matürite indeksi 2,7 antosiyanin içeriği 72.5. mg/100 kuru meyve ile güneşte kurutma yönteminde görülmüştür. Bu sonuçların tamamına göre meyve toplama yöntemi ile günün serin saatlerinde toplanan meyvelerin güneşte kurutulması sonucunda verimin artırılabilceği ileri sürülmüştür (Moghaddam vd, 2013).

Cezayir'in Tlemcen bölgesinde yaygın olarak kullanıldığı belirtilen *Berberis vulgaris* L. meyvesinin antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bu meyvenin kök kabuğu kullanılarak hazırlanan ekstraktlar ince film kromatografisi kullanılarak altı farklı özellik açısından değerlendirilmiştir. Metanolik ekstrakt içindeki polifenol ve flavonoidler kantitatif olarak analiz edilmiş ve sonuç olarak toplam polifenol içeriğinin 10.48 mg GAE/g ve flavonoid içeriğinin ise 2.05 mg CEQ/g olarak belirlendiği bildirilmiştir. Hidrometanolik ekstrakt kullanılarak iki farklı yöntemle antioksidan aktivite ve toplam alkaloid tayini yapılmıştır. Sonuçlar Metanolik ekstraktın alkaloidlere göre yüksek antioksidan aktiviteye (IC₅₀ of 1.40 mg/ml) sahip olduğunu göstermiştir (Mezouar vd, 2014)

Bu familyanın diğer bir bireyi de *Berberis crataegina* DC. türüdür. Bayburt yöresinde karamuk olarak adlandırılan bu tür kızamık kadar yaygın olmamakla birlikte yöre halkı tarafından bilinmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemizde genellikle Batu Anadolu dışında birçok yerde yetişmektedir. İç Anadolu en yaygın olduğu yerler arasındadır. Haziran ayında sarı renkli çiçek açmakta ve meyve olgunlaşınca rengi siyah olmaktadır. Karamuk kökü boyama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Hatta 1. Dünya savaşında Osmanlı ordularının çadırlarını bu meyvenin kökü ile boyadığı iddia edilmektedir (Anonim, 2018b).

Karamuk üzerine yapılan bir çalışmada *Berberis crataegina* DC. türünün hem meyveleri hem de yapraklarının elementel kompozisyonunun, fenolik bileşenlerinin, organik asit konsantrasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Eğirdir gölünün yanında, Göller yöresi olarak bilinen alanda bulunan Yukarı Gökdere doğal koruma alanı içinde (37°35' - 37°50' N; 30° 50' - 30° 25' E) gerçekleştirilmiştir. Meyve yapraklarında en fazla bulunan elementin 11130,00 µg/g ile kalsiyum (Ca) olduğu bildirilmiştir. Bu durumda meyve yaprağında bulunan Ca miktarı, meyveden bulunan Ca miktarından (2389,00 µg/g) fazla olduğu belirlenmiştir. Meyvede en yoğun bulunan mineral maddenin ise potasyum (K) olduğu anlaşılmıştır. Meyvenin potasyum (K) konsantrasyonu 11210,00 µg/g, yaprakların potasyum (K) içeriği ise 7857,00 µg/g olarak belirlenmiştir. Meyvedeki en baskın fenolik bileşenin 70,24 mg/kg ile chlogenik asit olduğu, meyve yaprağının sahip olduğu en baskın fenoliğin

ise 170,87 mg/kg rutin olduğu tespit edilmiştir. Meyvedeki en yüksek konsantrasyonun rutin-apigenin 7-O-glikozit olduğu açıklanmıştır. Yapraklarda ise en yüksek konsantrasyonun sırasıyla 4338.00 µg/g ve 155.00 µg/g değerleri ile malik asit ve sitrik asit olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç itibariyle meyve ve yaprakların sahip olduğu kimyasal kompozisyon, fenolik bileşenler ve organik asitler açısından oldukça farklı değerlere sahip oldukları bildirilmiştir (Gülsoy vd, 2011).

Karamuk meyvesinin (*Berberis crataegina* DC.) kurutulmuş halinin garnitür olarak Türk mutfağında sıklıkla tüketildiği bildirildiği bir çalışma sunulmuştur. Bu çalışmada karamuk meyvesinin Kuzey doğu Karadeniz’de ezme haline getirilmek sureti ile dayanıklılığı ve vücut direncini artırmak ve kısmen de olsa kardiyovasküler fonksiyon bozukluklarından korunmak amaçlı kullanıldığı belirtilmiştir. Bahsi geçen çalışma burada sunulan folklorik bilgi ve uygulamaları ele almakta ve meyvenin iddia edilen iyileşme ve faydaları sağlayıp sağlamadığı üzerinde durmaktadır. Bunun yanı sıra eğer varsa muhtemel risklerini de araştırmaktadır. Çalışma kapsamında toplam fenolik, flavonoid ve proantosiyenin içerikleri ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. İlaveten bu meyvenin sitotoksik ve genotoksik etkileri de ele alınmıştır. Sonuç olarak meyvenin oksidatif stresin engellenmesinde çok önemli etkilerinin olduğu, antioksidan kapasitesinin oldukça iyi olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca karamuk meyvesinin lenfositlerde meydana gelen H₂O₂ kaynaklı DNA hasarlarının ve oksidatif kaynaklı DNA bozulmalarını tedavi edici etkisi olduğu bildirilmiştir (Charehsaz vd, 2015).

Berberis crataegina DC.’nin aroma ve aroma aktif bileşenlerinin tanımlanması amacıyla yapılan bir çalışmada diklorometan ile arındırma ve tuzak ekstraksiyon metodu kullanılarak bu meyvenin uçucu profili, ortaya çıkarılmıştır. Gaz kromatografisi, kütle spektrometresi ile (GC-MS) birleştirilmiş, ve numunedeki 22 bileşiğin niceliksel ve kalitatif tespiti sağlanmıştır. Örnekteki ana kompozisyonun Aldehitler grubu olduğu ve bunu aromatik alkoller ve laktonların takip ettiği belirlenmiştir. .Bu çalışma kapsamında *B. crataegina*'nın önemli kokularının spesifikasyonunun ortaya çıkarılması için aroma ekstresi seyreltme analizi yapılmıştır. GC-MS–Olfaktometri kullanılarak yapılan analizde numunenin ekstraktında toplam sekiz adet farklı koku verici madde tespit

edilmiştir. *B. crataegina*'daki genel aromaya katkıda bulunduğu saptanan temel maddelerin yüksek FD faktörüne sahip olan nonanal (FD = 1024; yeşil, çiçekli), heksanal (FD = 512; yeşil) ve linalool (FD = 256; çiçekli, gülü) bileşikleri olduğu ileri sürülmüştür (Sonmezdağ vd, 2017).

Literatür kaynaklarında sunulan bir çalışmada *Berberis crataegina* DC.'nin tohum yağı ve meyve özünün kitosan matriksine eklenmesiyle hazırlanmış olan yenilebilir filmler hazırlanmıştır. Ortaya çıkan ürünler SEM, DSC, FT-IR, UV-vis gibi sistem ve yöntemler kullanılarak fizikokimyasal olarak karakterize edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra çoğunluğu algılama hassasiyeti, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri de irdelenerek biyolojik özellikleri de araştırılmıştır. Üretilen kitosan-meyve özü filminin mevcut diğer filmlere kıyasla termal kararlılığının daha yüksek, antioksidan, antimikrobiyal ve anti-quorum algılama aktivitesinin de daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır. *B. crataegina* tohum yağı ve meyve ekstraktı ilave edilmiş ürünlerin UV geçirgenliğinde önemli ölçüde azalma olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, üretilen kitosan-meyve özü filmi ürünlerinin yüksek termal kararlılığı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle *B. crataegina* kullanılarak hazırlanan meyve ekstresinin, geliştirilmiş fizikokimyasal ve biyolojik özelliklere sahip yenilebilir filmlerin üretimi için etkili bir bileş/en olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür (Kaya vd, 2018).

Bir çalışmada *Berberis crataegina* DC.'nin sahip olduğu antosiyaninler, farklı pigmentlere sahip olan ferrulik, tannik, gallik asitler gibi bazı fenolik asitler kullanılarak 90°C sıcaklık altında, farklı molar oranlarda boyanmıştır. Çünkü renklendirme işlemi (kopigmentasyon) antosiyaninlerin stabilitesini yükseltmektedir. Pigment sayılarındaki yükselme her bir fenolik bileşen için farklı sonuçlar vermiştir. Örneğin gallik asit pigmentlerinin molar oranının artması sonucunda, antosiyanin degradasyonu (bozulma) azalmaktadır. Fakat diğer bütün asitler için bu durumun tam tersi yaşanmakta olduğu bildirilmiştir (Sarı, 2016).

Bir çalışmada güneşte kurutulmuş *Berberis* meyvesinin bazı fiziksel özellikleri nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında meyvenin

9.59% - 27.90% arasında değişen nem oranlarına kadar kurutulması yapılmıştır. Farklı nem oranlarına sahip olacak şekilde (farklı kurutma oranı) güneş altında kurutulmuş meyvelerin uzunluklarının 7.19 mm'den 7.53 mm'ye kadar, enleri 3.42mm'den 4.03 mm'ye kadar, kalınlığı 2.78 mm'den 3.02 mm'ye kadar yükseldiği gözlemlenmiştir. İlaveten geometrik çaplarının 4.05 mm'den 4.51 mm'ye ve küreselliklerinin (yuvarlaklık) ise 0.56 dan 0.62mm'ye yükseldiği görülmüştür. Bununla birlikte, 1000 adet meyve kullanılarak yapılan ölçümlere göre, nem oranının artması ile birlikte, ortalama meyve ağırlığının lineer biçimde 3.10g'dan 4.89 grama, kuru meyve gerçek yoğunluğunun 769 kgm⁻³ değerinden 845 kgm⁻³ değerine ilerlediği görülmüştür. Kitle yoğunluğunun ise nonlineer olarak 389 kgm⁻³ den 395 kgm⁻³'e yükseldiği anlaşılmıştır. Ayrıca kuru meyvelerin porozitesi doğrusal olmayacak şekilde %49.40 den %53.30 e yükselmiştir (Işıklı ve Yılmaz, 2014) .

Birçok Berberis türünün köklerinden ve kabuklarından elde edilen ekstraktlar dünya çapında halk ilaçları olarak lumbago, romatizma gibi hastalıkların engellenmesi ve kanser gibi birçok hastalığın tedavisin ve önlenmesi ve çeşitli iltihaplı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan bir çalışmada, *Berberis crataegina* DC'nin köklerinden elde edilen ekstraksiyonların, canlı fare ve sıçanlarda meydana gelmiş bazı iltihaplar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu şekilde bahse konu olan karamuk ekstraksiyonlarının, karajenan ve serotonin kaynaklı arka patideki ödem, asetik asit kaynaklı vasküler permeabilite, hint yağı kaynaklı ishal ve tüberküloz kaynaklı eklem iltihapları karşısında ki potansiyel engelleyici aktiviteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle *Berberis crataegina* DC. meyvesi, biyolojik değerlendirmelere dayalı parçalama-ayırıştırma yöntemleri kullanılarak temel aktif bileşenlerine ayrılmıştır. Sonrasında bir doz asetik asit kaynaklı ağrı oluşturulmuş ve denemeler gerçekleştirilmiştir. Uygulanan kürlere verilen tepkiler ölçülerek sonuca gidilmeye çalışılmıştır (Yeşilada ve Küpeli, 2002).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Meyve Örnekleri

Bu çalışma, Bayburt ilinde doğal olarak bulunan yabani meyvelerden biri olan kızamık meyvesinin yoğun olarak bulunduğu köyler ve kırsal alanlardan toplanması ile başlamıştır. Deneylerde kullanılan meyve örnekleri; Bayburt Masat Vadisi'nden temin edilmiştir. Toplanan yabani kızamık meyvesinde ilk olarak pomolojik ve biyokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Kızamık bitkilerinden alınan meyve örnekleri uygun kaplara konularak ve buz kutuları içerisinde muhafaza edilerek ve arazi çalışması tamamlanınca vakit kaybetmeden laboratuvara getirilmiştir. Bazı kimyasal analizler için getirilen meyveler buzdolabına (+4°C) konulmuş ve vakit kaybetmeden ölçüm ve analizler yapılmıştır. Biyokimyasal analizler için kullanılacak olan meyve örnekleri ise analiz yapılacağı zamana kadar -80°C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Reaktifler

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup, Sigma ve Aldrich'den satın alınmıştır.

Analizlerde kullanılan kimyasal maddelerden bazıları şunlardır: DPPH (2,2-Diphenyl-1-pirylhidrazil) (Fluka), Folin-Ciocalteu reaktifi (Sigma), Metanol HPLC grade (Riedel), Asetik asit (Riedel), Hekzan (Merck), Bakır (II)klorür dihidrat, Neokuproin (2,9-dimetil 1,10-fenantrolin, Amonyum asetat, 6-hydroxyl - 2,5,7,8 - tetramethylchroman - 2 - carboxylic acid (Trolox) kimyasalları kullanılmıştır. HPLC analizlerinde kullanılan standartların listesi Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Analizlerde kullanılan standartlar**Kullanılan standartlar**

Gallik asit (Fluka)
4- Hydroxybenzoic asit (Sigma)
Vanillik asit (Fluka)
Chlorogenic asit (Sigma)
Caffeik asit(Fluka)
Syringic asit(Fluka)
p-cumarik asit(Sigma)
Sinapic asit(Sigma)
Trans- ferulic asit (Sigma)

3.2. Yöntem**3.2.1. Pomolojik Ölçümler**

Pomolojik analizler kızamık bitkilerinin çeşitli yönlerinden alınan 30 adet meyve üzerinde yapılmıştır.

3.2.1.1. Meyve Eni ve Boyu

Meyve boyu ve çapı 30 adet meyvede, 0,01 mm'ye duyarlı dijital kompas ile ölçülmüştür.

3.2.1.2. Meyve Ağırlığı

Denemedeki çeşit ve tiplere ait 30 adet meyve, 0,05 g'a duyarlı dijital teraziyle ölçülmüştür

3.2.1.3. Meyve Hacmi

Meyvelerin ölçülü silindirde taşıdıkları su miktarına göre meyve hacmi belirlenmiştir.

3.2.2. Biyokimyasal Analizler

3.2.2.1. Suda Çözünebilir Kuru Madde İçeriği (SÇKM, %)

Meyvelerin suda çözünen kuru madde miktarı (SÇKM) dijital refraktometresi (Model Ra 250HE, Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd. Japon) kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.2.2. pH Tayini

Meyvelerden elde edilen meyve sularının pH değerleri Jenco Electronics, 6173 marka pH metre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm esnasında elektrotlar pH değeri sabitleninceye kadar örnek içerisinde yaklaşık 1-2 dakika tutularak sonuçlar belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.3. Renk Tayini

Konu kapsamında ele alınan meyve örneklerinde renk tayinleri Minolta CR-300 renk tayin cihazı kullanılarak L (100: beyaz, 0: siyah), a (+: kırmızı, -: yeşil, b (+: sarı, -: mavi) değerleri cinsinden ölçülmüştür. Tesadüfen seçilen 30 adet meyvenin kabuğu ve meyve suyu rengi için okuma yapılmıştır. Ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak meyvelerin renk değerleri tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Vitamin C Tayini (Askorbik asit)

Meyvelerin askorbik asit içeriği, 'RQflex plus 10' (MERCK, Germany) cihazı ile askorbik asit kiti kullanılarak reflektometrik olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.5. Toplam Şeker Tayini

Toplam şeker test kiti kullanılarak 'RQflex plus 10' (MERCK, Germany) cihazı ile reflektometrik olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.6. Malik asit ve glikoz tayini

Meyvelerin malik asit ve glikoz içeriği de, 'RQflex plus 10' (MERCK, Germany) cihazı ile reflektometrik olarak tespit edilmiştir.

3.2.2.7. Su aktivitesi (a_w)

Taze ve kurutulmuş örneklerin su aktivitesi sıcaklık kontrollü AquaLab marka (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA) su aktivitesi cihazıyla belirlenmiştir. Yaklaşık olarak 5 g örnek cihazın özel plastik kaplarına yerleştirilmiş ve 25°C'de ölçüm yapılmıştır.

3.2.3. Mineral Kompozisyonu

Çalışmada kullanılan meyve örneklerinin mineral madde içeriklerine; Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarları Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan ICP-MS cihazında bakılmış ve sonuçlar yüzde olarak verilmiştir.

3.2.4. Antioksidan Aktivite Tayini

3.2.4.1. Meyve Örneklerinin Ekstraksiyonu

Bayburt ilinden rasgele temin edilen meyveler daha sonra bunları temsil edecek şekilde alınan 100 g meyve örneği blender (karıştırıcı) kullanılarak homojen bir hale getirilmiştir. Buradan alınan 5 gr örnek santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 30 ml %80'lik metanol eklenerek ultrasonik su banyosunda 30 dk işleme tabi tutulmuş ve

arkasından santrifüj edilerek üst kısımdaki süpernantant toplanmış ve kalan pellet üzerine 30 ml %80'lik metanol ilave edilerek tekrar ultrasonik su banyosunda yarım saat bekletilmiş ve tekrar santrifüj edilmiştir. Süpernatant yeniden toplanmış ve elde edilen ekstrakt antioksidan kapasiteleri ile fenolik profillerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere -20°C'de bekletilmiştir (Meng vd, 2011). Fenolik ve antioksidan aktivite UV spektrofotometre (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japonya) ile okunmuştur.

3.2.4.2. β - Karoten Ağartma Metodu

Elde edilen meyve örneğinin metanol ekstresinde total antioksidan aktiviteleri Beta karoten ağartma metodu (Kaur ve Kapoor, 2002) ile belirlenmiştir. Standart madde olarak butylated hydroxyanisole (BHA) kullanılmıştır.

Degredasyon oranı (DR) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Kaur ve Kapoor 2002).

$$DR_{\text{örnek,kontrol, standart}} = \ln(a/b) \times 1/t$$

Formülde a; 470 nm'deki ilk absorbans değerini, b; 470 nm'de 100 dakika sonundaki absorbans değerini ve t ise zamanı ifade etmektedir. Antioksidan aktivitesi (AA) ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$AA = \frac{DR_{\text{kontrol}} - DR_{\text{örnek ya da standart}}}{DR_{\text{kontrol}}} \times 100$$

3.2.4.3. DPPH analizi (Serbest radikal giderme)

Analiz, Gülçin (2015)'e göre yapılmıştır. UV Spektrofotometresi'nde 515nm de absorbansı okunmuştur. Absorbanstaki azalma DPPH serbest radikal giderme aktivitesini göstermiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ inhibisyon} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

Formülde; A_{DPPH} : DPPH şahit örneğın absorbands değeri

A_{ekstrakt} : Örnek ekstraktın absorbands değeri

Örneklere ait eğri ve eşitlikler; inhibisyon değeri örnek hacimlerine karşı grafiğe aktarılarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak eşitliklerden yararlanılarak IC50 değeri (radikalin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon) hesaplanmıştır.

3.2.4.4. CUPRAC Yöntemi

Bu analiz, Apak vd. tarafından 2005 yılında sunulan çalışmadaki uygulama yöntemine göre yapılmıştır. Metot Bakır II neocuprain kompleksine dayanmaktadır (Cu-II- Nc). 1ml Bakır II neocuprain ve NH4Ac buffer çözeltisi, meyvenin asitlendirilmiş ve asitlendirilmemiş metanol ekstrakt çözeltisi (x, ml) ve su (1,1-x, ml) son hacim 4,1 ml olacak şekilde ilave edilmiş ve absorbands değeri 450 nm'de köre karşı okunmuştur.

3.2.5. Toplam Fenolik Madde Tayini

İncelenen örneklerin total fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu reaktifi yöntemi uygulanmak sureti ile spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiş ve standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar gallik asit eş değeri ($\mu\text{g GAE/mg örnek}$) olarak sunulmuştur (Gülçin vd, 2002).

3.2.6. Fenolik Madde Profili Analizi

Meyve örnekleri PDA detektörü bağlı, ters faz HPLC ile analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan meyve örneklerinin fenolik profillerini belirlemede bazı modifikasyonlar uygulanarak (Gündoğdu, 2013) metot geliştirilmiştir. Örneklere ait metanolik ekstraktlar HPLC'ye enjekte edilmiştir. Uygulanan HPLC koşulları Çizelge 3.2 ve 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Uygulanan yöntemin HPLC koşulları**HPLC sistemi**

Shimadzu SPP-M20A PDA dedektör

Kolon: ODS-3 inertsiL, 5 µm, (25 x 4,6 mm)

Mobil sistem: Gradient

Mobil faz A: Metanol

Mobil faz B: %2 Asetik asit – H₂O

Kolon sıcaklığı: 30°C

İnjeksiyon hacmi: 20 µl

Dalga boyu: 254 (210-360 nm arası)

Çizelge 3.3. HPLC çözücü programlaması koşulları

Süre (dk)	A Konsantrasyonu (%)	B Konsantrasyonu (%)
0	10	90
15	25	75
20	40	60
30	50	50
40	10	90

3.2.7. Biyokimyasal ve Pomolojik Çalışmalarda İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler SPSS 16.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş, ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bayburt ilinde doğal olarak bulunan ve yöre halkı tarafından çeşitli şekillerde tüketilen *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. türleri incelenmiştir. Bu kapsamda incelenen meyveler Bayburt ili sınırları içinde, doğal olarak yetiştikleri ortamlarından elde edilmiştir. Örneklerin temininde, bu meyvelerin özellikle yoğun olarak bulunduğu Masat Vadisi ve civarındaki alanlardan yararlanılmıştır. Toplanan meyve örneklerinin öncelikle pomolojik ve biyokimyasal özellikleri sunulmuştur. Bunun akabinde *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. meyvelerinin içermekte olduğu mineral maddeler belirlenerek tablo ve grafikler halinde sunulmuş ve karşılaştırması yapılmıştır. Daha sonra ise toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiş ve sonuçlar grafiklere dökülerek gerekli çıkarımlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Son olarak ise *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. meyvelerinin fenolik madde profili ortaya çıkarılmış ve irdelenmiştir.

4.1. Kızamık ve Karamuk Meyvelerinde Yapılan Pomolojik Ölçümler

Çalışma kapsamında incelenen meyvelerin çeşitli pomolojik özellikleri Çizelge 4.1 yardımıyla sunulmaktadır. Bu çizelgede yapılan ölçümlerin ortalamaları sunulmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi burada ifade edilen her bir sonuç için en az 30 meyve üzerinde ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlere göre kızamık meyvesinin, eni 4.03 mm ile 6.249 mm arasında, boyu ise 9.01 mm ile 10.830 mm arasında değişmektedir. Bunların yanı sıra meyve ağırlığının 0,08-0,02 gram arasında yer aldığı saptanmıştır.

Kremer vd, 2012 yılında yaptıkları çalışmada *Berberis vulgaris* L. meyvelerinin meyve boyu 10.20-11.29 mm, meyve eni 5.29-5.83 mm, meyve ağırlığı 0.16-0.21 g arasında tespit edilmiştir. Literatürdeki bu sonuçlar bizim çalışmamız ile yakın benzerlik içermektedir. a* değeri sıfırdan pozitif yönlü uzaklaştıkça kırmızı rengi ifade etmeye başlar. L* değeri ise 0-100 arasında değerler olup 0 değeri karanlık, 100

değeri aydınlığı ifade eder. Meyveye ait renk değerleri incelendiğinde koyu ve kırmızıya yakın bir renge sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.1 *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. Meyvelerine ait Pomolojik Özellikler

Pomolojik Özellikler	<i>Berberis vulgaris</i> L.	<i>Berberis crataegina</i> DC.	Önem Derecesi	
Meyve boyu (mm)	10,08±0,53a	9,33±0,28a	-	
Meyve eni (mm)	5,11±0,81a	4,69±0,07a	-	
En/Boy Oranı	0,507±0,50	0,503±0,29	-	
Meyve Hacmi (cm ³)	0,16±0,02a	0,12±0,03a	-	
Meyve ağırlığı (g)	0,134±0,03a	0,099±0,02a	-	
Renk	L*	21,92±2,33a	10,19±0,18b	*
	a*	19,37±4,92a	4,72±0,37a	-
	b*	8,81±2,01a	0,98±0,31b	*
a-b, yatay verileri arasındaki farkı ifade etmektedir (p<0.05), * p<0.05, **p<0.01				

Meyve türlerinin pomolojik özellikleri incelendiğinde türlerin meyve boyu, meyve eni, en/boy oranı, meyve hacmi, meyve ağırlığı, üzerine önemli bir etkisi olmadığı tespit edilirken (p>0,05), meyve renk değerlerinden L* ve b* değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu gösterirken (p<0,05) tespit edilmiştir. Kızamık meyvesinin L* ve a* değerleri, karamuk meyvesinden daha yüksek olarak belirlenmiştir (p<0,05).

4.2. Kızamık ve Karamuk Meyvelerine ait Biyokimyasal Analizler

Çalışmada kullanılan kızamık meyvesine ait fiziksel ve kimyasal özelliklere ait değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Kuru madde ve suda çözünür kuru madde miktarı çevre ve bakım şartlarından büyük oranda etkilendiği için meyvelerin işlenmesinde önemli kalite ve verimlilik kriterleri olarak bilinir (Demir, 2002). Kızamık ve karamuk meyvelerinde sırasıyla toplam kuru madde oranı % 29,03 ve % 32,77, brix ise 23 ve 29,5 bulunmuştur. Gıdalardaki mikrobiyal ve kimyasal bozulma tahmin edilirken su aktivitesi önemli bir role sahiptir.

Çizelge 4.2. Kızamık ve karamuk meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler

Biyokimyasal Özellikler	<i>B. vulgaris</i> L.	<i>B. crataegina</i> DC.	Önem Derecesi
Toplam Kuru madde (%)	29,03±0,27a	32,77±2,43a	-
Brix (%)	23±1,41b	29,5±0,71a	*
pH	2,85±0,16a	3,05±0,01a	-
Su aktivitesi (a _w)	0,95±0a	0,94±0a	-
C Vitamini (mg/L)	43,5±3,54a	40,5±0,71a	-
Malik asit (gr/L)	40,62±0,55b	52,35±0,35a	-
Glikoz (mg/L)	86,5±0,71a	68,5±2,12b	**
Toplam Şeker (gr/L)	129±1,41b	246,5±2,12a	**
Kül Tayini (%)	1,09±0,01b	1,36±0,07a	*
a-b, yatay verileri arasındaki farkı ifade etmektedir (p<0.05), * p<0.05, **p<0.01			

Meyveler en önemli vitamin kaynaklarıdır (Güleryüz vd, 1998). İklim, toprak şartlarına, rakıma, tür ve çeşide bağlı olarak değişim gösteren ve meyvelerde en fazla ve yaygın olarak bulunan vitamin askorbik asittir (Demir, 2002). Kızamık meyvesinde C vitamini ortalama miktarı 43,5 mg/L, karamuk da ise 40,5 mg/L olarak tespit edilmiştir. Demir, 2006'in çalışmasında bulunan ortalama C Vitamini miktarı 76.19 mg/100g olup, bizim çalışmamızda bulunan miktardan daha yüksektir. Benzer şekilde; Hanachi vd, yaptığı çalışmada (2009) 100g kızamıkta 11102.81µg ± 2.01 Vitamin C ve 116.03µg ± 1.12 Malik asit tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular istatistiki olarak değerlendirildiğinde, meyve örneklerimizin; kuru madde, C vitamini, ph değeri ve su aktivitesi sonuçları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (p>0.05). Fakat meyve türü, brix ve kül değeri üzerinde önemli derecede etkili olurken (p<0.05), glikoz, toplam şeker ve malik asit değerleri üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu (p<0.01) sonucu ortaya çıkmıştır.

4.3. Mineral Madde Analizi Sonuçları

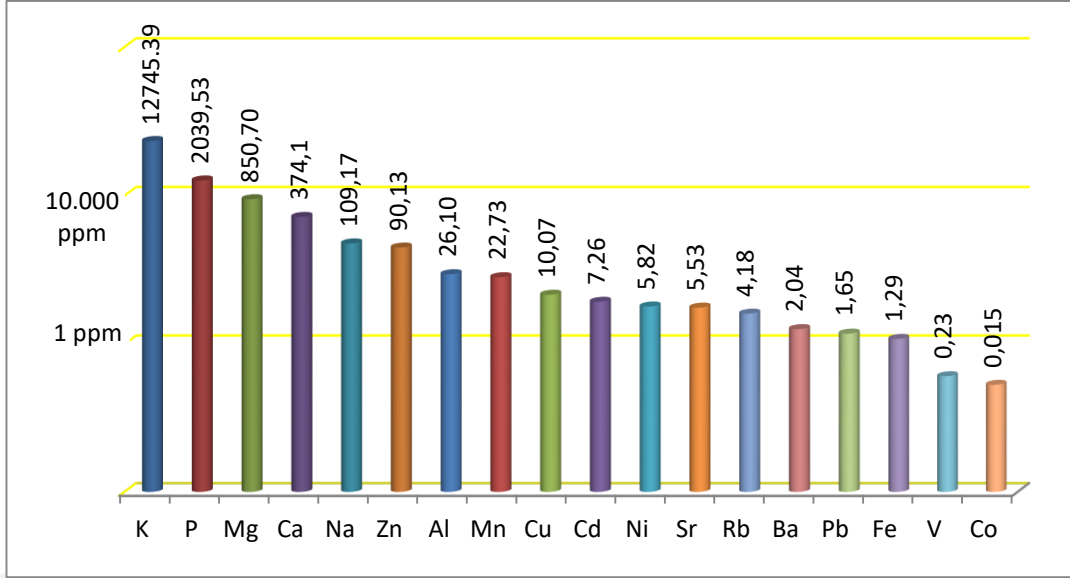
Çalışmada kullanılan kızamık meyvesine ait mineral madde içeriği ile ilgili bilgileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. *Berberis vulgaris* L. meyvesi için bu tabloda sunulanların

haricinde, Si, Cs, Li, Be, B, Cr, Ga, As, Se, Pb, Ag, In, Sn, Sb, Pt, Au, Ru, Hg, Tl, Bi elementleri için de analiz yapılmıştır. Fakat bu elementler meyvede bulunmadığı için ya da cihazlarımızın belirleyemeyeceği kadar az bulunduğu için herhangi bir sonuca ulaşamamıştır.

Çizelge 4.3. Kızamık meyvesinin (*Berberis vulgaris* L.) mineral madde içerikleri

Kızamık Meyvesi (<i>Berberis vulgaris</i> L.) Mineral Madde İçerikleri (ppm)						
K	12745,39		Al	26,10086	Rb	4,17981
P	2039,526		Mn	22,72827	Ba	2,03866
Mg	850,6975		Cu	10,06825	Pb	1,65341
Ca	374,0714		Cd	7,26028	Fe	1,2921
Na	109,1704		Ni	5,82494	V	0,22565
Zn	90,12904		Sr	5,53304	Co	0,151

Daha önceki yapılan çalışmalara paralel olarak Bayburt ilinde yetişen kızamık meyvesinde de en çok bulunan mineral maddenin K olduğu belirlenmiştir. En az bulunan mineralin ise 0,151 ppm değeri ile Co olduğu görülmüştür. Gülerüz vd, 1998 tarafından yapılan bir çalışmada yabani meyvelerde en yüksek bulunan mineral elementin genellikle K (potasyum) olduğu bildirilmektedir. Bu durumun kızamık için de değişmediği anlaşılmaktadır. Bahsi geçen bu çalışmada, K miktarı 100 g kızamık meyvesi için 199 mg olarak tespit edilmiş olup, bu tez çalışmasında sunulan analiz sonucuyla çok uzak olmadığı anlaşılmaktadır. Kızamık meyvesinin içerdiği mineral madde miktarları Şekil 4.1 yardımıyla görsel olarak sunulmaktadır.

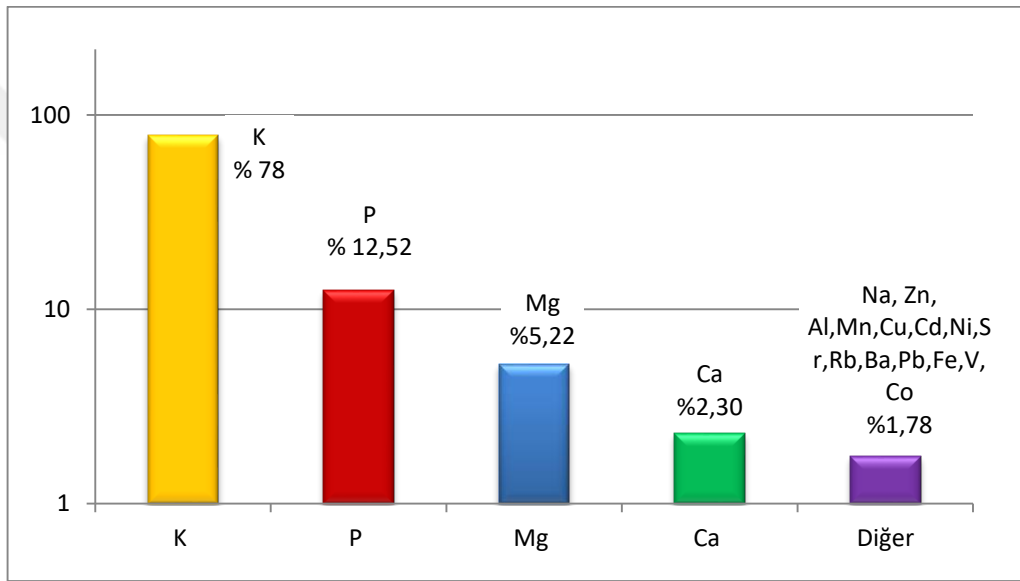


Şekil 4.1. Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) meyvesinin mineral madde içeriği

Şekil 4.1'den anlaşılacağı üzere potasyumdan sonra en yoğun bulunan element yaklaşık 850,7 ppm değeri ile fosfor (P) olup, bunu Mg, Ca, Na ve Al takip etmektedir. Bu sonuçlara göre kızamık meyvesinin içinde bulunan toplam mineral madde miktarının 16296,039 ppm olduğu anlaşılmaktadır.

Daha önce yapılan bir çalışmada kızamık meyvesinin en yoğun ihtiva ettiği mineralin 352 mg/100g değeri ile K olduğu bildirilmektedir. Bunu sırası ile Ca (222,80 mg/100g), Mg (41,77mg/100g), P (35 mg/100g), Na (21,77mg/100g), Fe 18,33mg/100g) minerallerinin takip ettiği bildirilmiştir. Bunların sonrasında ise daha az yoğunlukta da olsa da sırasıyla 1,76 mg/100g ölçüm değeri ile Mn, 0,66 mg/100g ile Zn ve son olarak 38mg/100g ile Cu mineralleri gelmektedir (Demir, 2002; Demir, 2006). Her ne kadar bu tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar ile burada bahsi geçen çalışmanın sonuçlarını uyumlu olmasa da bu olağandışı bir durum olarak değerlendirilmemektedir. Çünkü bu gibi farklılığın iklim şartları, toprak yapısı ve rakım gibi nedenlerden meydana gelebileceği bilinmektedir. Dolayısıyla her farklı yöre ya da ortamda yetişen meyvenin mineral madde içerikleri farklı olabilmektedir. Bunların yanı sıra kızamık meyvesi ile yapılan çalışmaların genelinde, bu türde en yoğun bulunan mineral maddelerin genellikle K, P, Ca ve Mg olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan bakıldığında burada ifade edilen sonuçların kızamık meyvesinin genel özelliklerini yansıttığı anlaşılmaktadır.

Kızamığın ihtiva ettiği minerallerin kendi içindeki dağılımı yüzde oranı olarak Şekil 4.2'de resmedilmektedir. Şekil 4.2 detaylı ele alındığında Bayburt'ta yetişen *Berberis vulgaris* L. türünün ihtiva ettiği toplam mineral madde içeriğinin % 78 gibi çok büyük bir oranını (K) potasyum elementinin oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bunu %12 ile fosfor (P), %5,22 ile magnezyum (Mg) ve % 2.3 ile Ca takip etmektedir. Bu meyvenin çok az miktarda da olsa sahip olduğu diğer minerallerin (Na, Zn, Al, Mn, Cu, Cd, Ni, Sr, Rb, Ba, Pb, Fe, V, Co) toplam mineral içeriğindeki oranı ise %1,78 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) meyvesinin içerdiği toplam mineral madde miktarının kendi içinde dağılımı

Çizelge 4.4 bu çalışma kapsamında incelenen diğer tür olan karamuk (*Berberis crataegina* DC) meyvesinin mineral madde içeriklerini göstermektedir. Literatürde bulunan ve burada daha önce bahsi geçen çalışmalarda olduğu gibi, bu türün en yoğun olarak içerdiği ilk dört mineralin K, Mg ve Ca olduğu anlaşılmaktadır. Karamuk meyvesinde en çok bulunan mineral 10981,15 ppm değeri ile potasyum olurken bunu 2138,54 ppm değeri ile fosfor, 979,50 ppm değeri ile magnezyum ve 547,54 ppm değeri ile kalsiyum takip etmektedir.

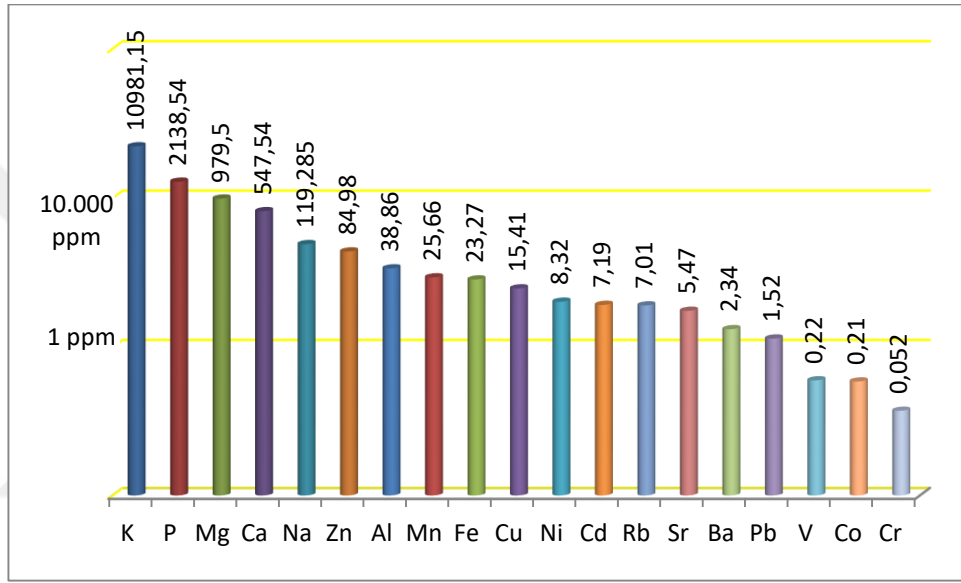
Çizelge 4.4. Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesinin mineral madde içerikleri

Karamuk Meyvesi (<i>Berberis crataegina</i> DC.) Mineral Madde İçerikleri (ppm)							
K	10981,14941		Mn	25,65597		Ba	2,33907
P	2138,54285		Fe	23,26839		Pb	1,51456
Mg	979,50355		Cu	15,40609		V	0,21657
Ca	547,5389		Ni	8,31635		Co	0,20514
Na	119,28465		Cd	7,19416		Cr	0,05224
Zn	84,97637		Rb	7,00841			
Al	38,86034		Sr	5,46809			

Şekil 4.3 *Berberis crataegina* DC türünün madde içeriklerini resmetmektedir. Logaritmik bir aralıkta sunulan grafiğe göre bu meyvenin içeriğinde 19 farklı mineral bulunmaktadır. *Berberis crataegina* DC meyvesi için bu tabloda sunulanların haricinde, Si, Cs, Li, Be, B, Ga, As, Se, Pb, Ag, In, Sn, Sb, Pt, Au, Ru, Hg, Tl, Bi elementleri için de analiz yapılmıştır. Fakat bu elementler meyvede bulunmadığı için ya da cihazlarımızın belirleyemeyeceği kadar az bulunduğu için herhangi bir sonuca ulaşamamıştır.

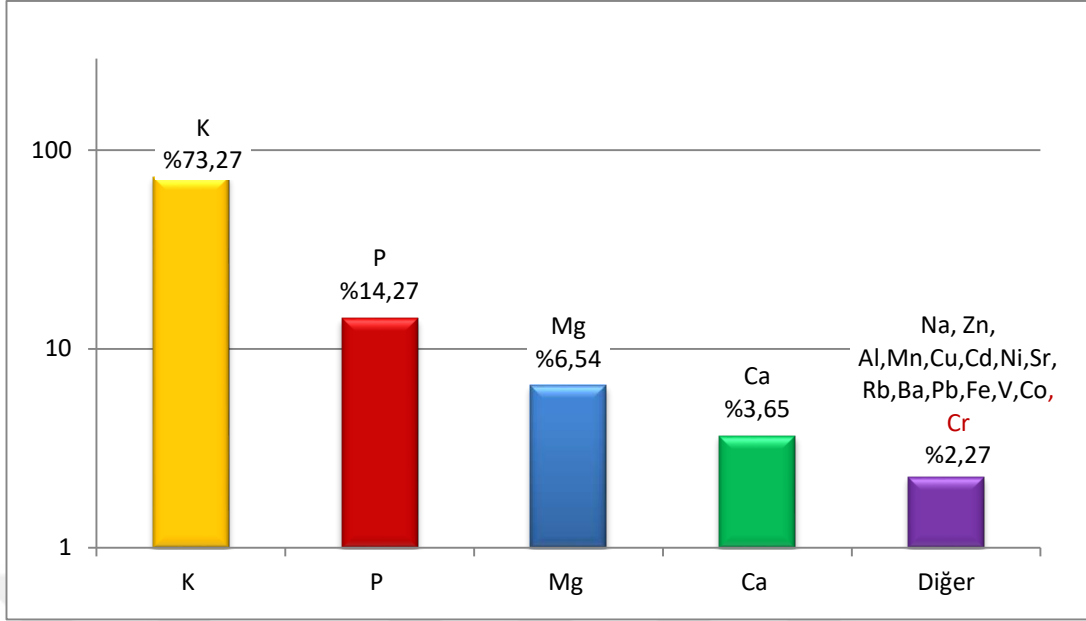
Yapılan araştırmalar neticesinde Karamuk meyvesi ve bu meyvenin mineral madde içerikleri üzerine yapılan çalışmaların oldukça az olduğu anlaşılmıştır. Karamuk üzerine yapılan bir çalışmada meyvede en yoğun bulunan elementin 11210 µg/g değeri ile potasyum (K) olduğu bildirilmektedir. Bunu sıra ile Ca (2389 µg/g), Mg (711 µg/g), Na (86 µg/g), Fe (44 µg/g), Zn (25 µg/g), Mn (14 µg/g), B (11 µg/g), P (10 µg/g) takip etmektedir. Bunlardan sonra ise 3 µg/g değeri ile eşit miktarda Cu, Cd ve Ba elementleri gelmektedir. Bu çalışmaya göre karamukta en az bulunan element ise 2 µg/g değeri ile As olmaktadır. Bu çalışmanın Orta Anadolu iklimi ile Akdeniz ikliminin buluşma ya da karışma noktası olarak görülebilecek olan Eğirdir Gölü Havzası'nda yapılmıştır (Gülsoy vd. 2011). Şekil 4.3 bu minvalde incelendiğinde, Isparta'da yapılmış olan çalışma da ulaşılan sonuçlar ile bun tez çalışması kapsamında elde edilenler farklılıklar arz etmektedir. Farklı oranlarda da

olsa iki çalışmada da en yoğun bulunan ilk dört elementin üçü (K, Mg, Ca) aynıdır. Fakat Bayburt'ta doğal yetişen karamuk meyvesinde en yoğun ikinci element olarak P bulunmakta iken, Eğirdir'de yetişen meyvede P dokuzuncu sırada yer almaktadır. Çalışmaların yapıldığı iki farklı lokasyonun, toprak yapısı, iklimsel koşulları, güneşlenme süreleri, nem oranı gibi özelliklerindeki farklılıklardan dolayı, mineral madde içeriklerinde meydana gelen bu gibi farklılıkların olması normal karşılanmaktadır.



Şekil 4.3. Karamuk meyvesinin (*Berberis crataegina* DC.) mineral madde içeriği

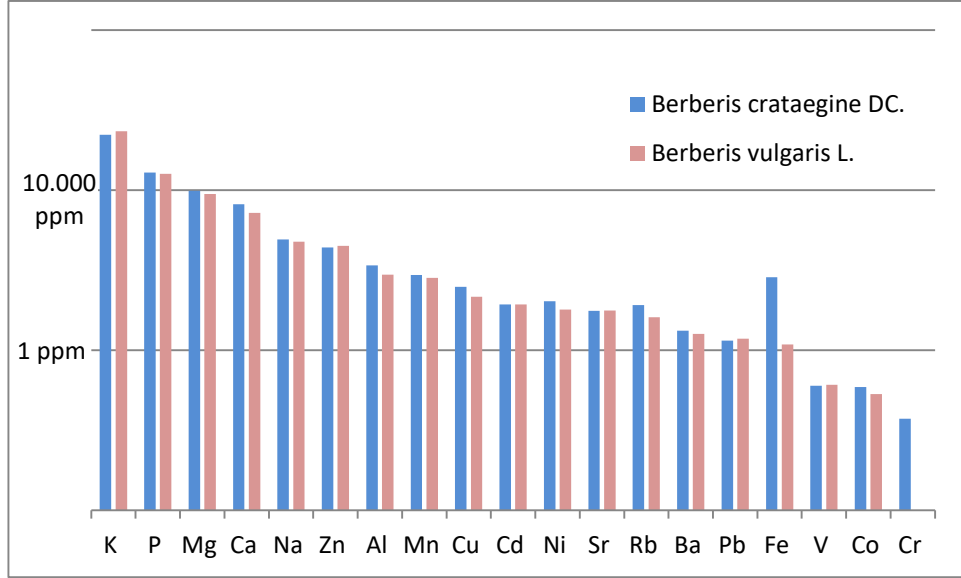
Karamuk meyvesinin (*Berberis crataegina* DC.) içermekte olduğu minerallerin kendi içindeki dağılımı yüzde oranı olarak Şekil 4.4'de sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre karamuk meyvesinin içinde bulunan toplam mineral madde miktarının 14986,50 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.4 ayrıntılı olarak ele alındığında Bayburt'ta yetişen ***Berberis crataegina* DC.** türünün sahip olduğu toplam mineral madde içeriğinin % 73,27 gibi büyük bir oranını (K) potasyum elementinin oluşturduğu görülmektedir. Bunu %14,27 ile fosfor (P), %6,54 ile magnezyum (Mg) ve % 3,65 ile Ca takip etmektedir. Bu meyvenin çok az miktarda da olsa sahip olduğu diğer minerallerin (Na, Zn, Al, Mn, Cu, Cd, Ni, Sr, Rb, Ba, Pb, Fe, V, Co, Cr) toplam mineral içeriğindeki oranı ise %2,27 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Karamuk meyvesinin (*Berberis crataegina* DC.) içerdiği toplam mineral madde miktarının kendi içinde dağılımı

Kızamık ile karamuk türlerinin mineral madde içerikleri açısından sahip oldukları benzerliklerin ve farklılıkların daha net görülebilmesi amacıyla Şekil 4.5 oluşturulmuştur. Bu şekle göre iki tür arasındaki en belirgin farklılık Cr elementi içeriğinde görülmektedir. *Berberis crataegina* DC türü Cr içermekte iken *Berberis vulgaris* L. türünde bu element bulunmamaktadır. Diğer belirgin bir fark ise kızamık meyvesinde bulunan Fe elementinin yoğunluğunun, karamuk meyvesine göre daha fazla olmasıdır. Mineral madde yoğunluk sıralaması açısından değerlendirildiğinde ise en yoğun ilk sekiz elementin sıralamasının iki tür için de aynı olduğu bundan sonraki kısımda bazı farklılaşmaların olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4.5'e göre her iki tür için ihtiva edilen P, Na, Zn, Cd, Sr, Pb ve V oranlarının birbirine oldukça yakın değerler olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 4.4 ile Şekil 4.2 birlikte ele alındığında iki meyvenin içerdiği toplam mineral madde miktarlarının dağılımında da küçük farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. Her ikisinde de en baskın element K olmakla birlikte toplam mineral madde içeriğindeki K payının kızamıkta %78 karamukta ise %73,27 olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde P, Mg ve Ca paylarında da farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca her iki türün de Si, Cs, Li, Be, B, Ga, As, Se, Pb, Ag, In, Sn, Sb, Pt, Au, Ru, Hg, Tl, Bi elementlerini ihtiva etmediği belirlenmiştir (Şekil 4.5).

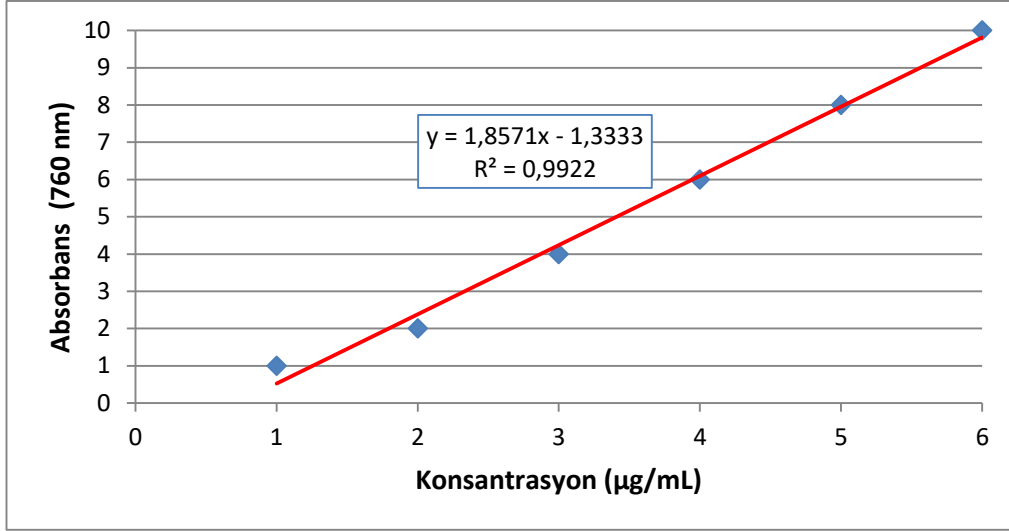


Şekil 4.5. Kızamık ve Karamuk meyvelerinin mineral madde içeriği açısından karşılaştırılması

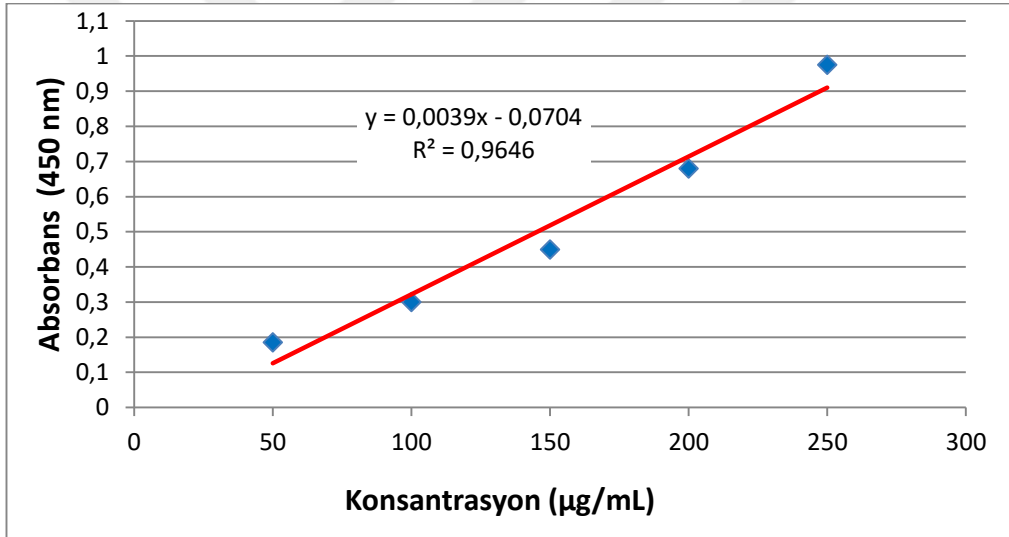
4.4. Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde Sonuçları

Fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından yararları, tat, koku ve renk oluşumundaki etkileri, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları gibi birçok açıdan önemlidirler. Berberis türlerine ait biyoaktif özellikler Çizelge 4.5 yardımıyla sunulmaktadır.

Gallik asit, biyolojik ve kimyasal özelliklerinden dolayı kuvvetli ve aynı zamanda doğal bir antioksidandır. Berberis türlerinde gallik asit olduğu bilinmektedir. Araştırma sonucunda gallik asitin tespit edildiği açık bir şekilde görülmektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen gallik asit konsantrasyonunun diğer çalışmalarda Berberis türlerinde bulunan gallik asit miktarlarına göre daha az olduğu görülmektedir. Toplam fenolik madde tayini yapılırken, örneklerin toplam fenolik madde miktarları Gallik asit eşdeğeri olarak saptanmıştır. Bu nedenle öncelikle, Gallik asit kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 4.6). Sonrasında ise Şekil 4.7 ile troluks eşdeğer grafiği sunulmuştur.



Şekil 4.6. Gallik asit standart grafiği



Şekil 4.7. Troloks standart grafiği

Çizelge 4.5. Berberis türlerine ait biyoaktif özellikler

	Toplam fenolik madde (µg GAE/mg KM)	β Karoten (%)	DPPH (IC ₅₀ mg/ml)	CUPRAC (mmolTR/g-örnek)
Kızamık	71.70±0.71a	87.35±1.20a	15.65±0.35b	0.91±0.02a
Karamuk	73.55±0.07a	90.50±0.42a	6.30±0.28a	1.07±0.04b
BHA	---	96.22±0.02	---	---
Önem Derecesi	---	---	**	*

a-b, yatay verileri arasındaki farkı ifade etmektedir (p<0.05), * p<0.05, **p<0.01

β karoten ağartma metodu kullanılarak yapılan analiz sonucunda standart olarak kullanılan BHA (Bütil hidroksi anisol) %96.22 ile en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir. Kızamık meyvesi de % 87.29 ile BHA'ya yakın bir değer göstermiştir. Karamuk meyvesi de % 90.26 ile BHA'ya daha yakın bir değer olarak belirlenmiştir. β - karotenin ağarmasını kızamık meyvesi en düşük (%87,35) oranda, karamuk ise en yüksek (%90,50) oranda inhibe etmişlerdir (Çizelge 4.5).

Yıldız vd, (2014) Çoruh havzasından topladıkları on dokuz farklı kızamık örneğinde %75-90 arasında antioksidan aktivite saptamışlardır. Kızamık meyvesinde yapılan bir başka çalışmada ise antioksidan aktivite %73-82 arasında bulunmuştur (Motalleb vd, 2005). Çalışmamızda elde edilen sonuç literatürdeki değerler ile uyum içerisindedir.

Antioksidanların radikal giderici özelliklerinin belirlemek için kullanılan DPPH yöntemi, β - karoten ağartma metodundan daha hızlı ve daha hassas bir metot olup çok kullanılmaktadır (Kulisic vd, 2004). IC_{50} değeri ortamdaki DPPH radikalinin %50'sini inhibe eden antioksidan maddenin konsantrasyonunu göstermektedir. Bu değer ne kadar düşükse çalışmada kullanılan örneğin antioksidan kapasitesi o kadar yüksek anlamına gelmektedir (Cemeroğlu, 2009). Yani düşük IC_{50} değeri yüksek antioksidan kapasitesini gösterir. Antioksidan aktivite; bitkinin/meyvenin yetiştiği iklim, toprak stres koşulları gibi faktörlerden ve uzun süre saklanan gıdalarda saklama koşullarından etkilenebilir. Aynı meyvenin çeşitleri arasında bile antioksidan aktivite farklılıkları görülebilir (Kan, 2009).

Yapılan çalışmada DPPH radikal giderme aktivitesi IC_{50} değeri kızamık için 15,4 mg/ml, karamuk için 6,26 mg/ml olarak tespit edilmiş ve literatürde benzer yapılmış çalışmalarda ise; kızamık meyvesinin IC_{50} değerinin 0,64 mg ml⁻¹ olarak bulunduğu bildirilmiştir (Motalleb vd, 2005). Bu farklılığın nedeni, meyvenin yetiştiği iklim ve toprak şartlarından kaynaklanmış olabilir. Karamukla meyvesiyle ilgili benzer bir çalışma tespit edilememiştir. Gündoğdu vd, (2013) tarafından yapılan bir çalışmada *Berberis vulgaris* L. meyvesinin antioksidan madde içeriği bakımından zengin olduğu ve insan sağlığı açısından önemli fenolik madde içeriğine sahip olduğunu

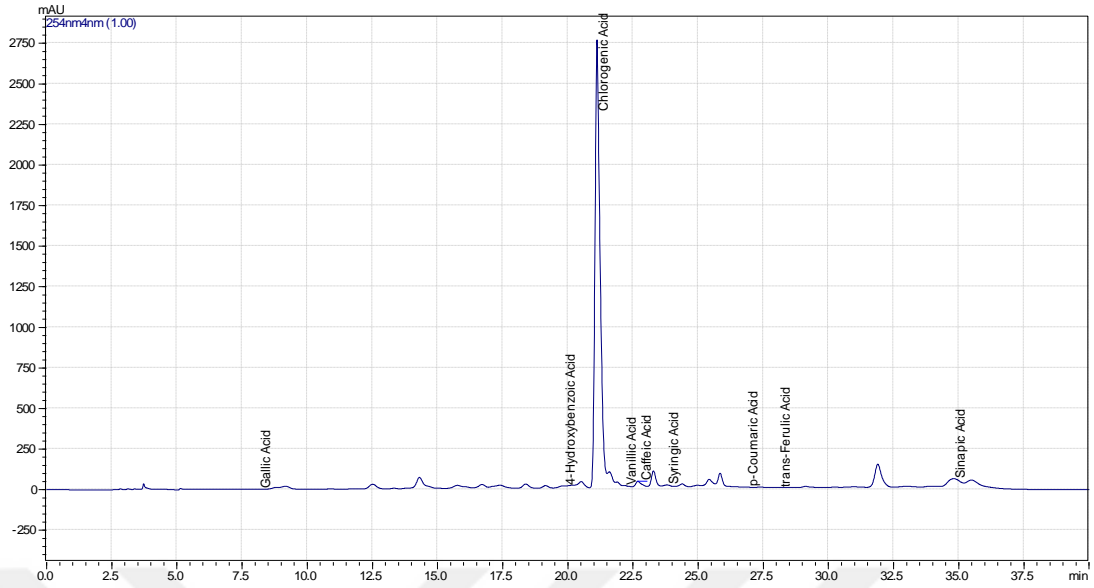
tespit etmişlerdir. Zovko Koncic vd, (2010) tarafından kızamık bitkisinde yapılan bir çalışmada, DPPH ve Beta karoten ağartma metoduyla denen, farklı bitki organlarında (yaprak, kök ve dal) antioksidan madde ve fenolik bileşikler açısından farklılık olduğu saptanmıştır.

Kızamık meyvesinde toplam fenolik madde miktarı 71.54 µg GAE/mg KM olarak saptanırken, karamuk için ise 73.48 µg GAE/mg KM olarak tespit edilmiştir. Yıldız vd, (2014) Çoruh havzasından topladıkları meyvelerde ise toplam fenolik madde miktarları 2532-3719 mg GAE/L aralığında değişmektedir. Çalışmamızda elde edilen değer literatürdeki değerden düşük bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda da fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Şener, 2012).

Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, kızamık meyvesiyle ilgili sadece birkaç benzer çalışmaya rastlanmaktadır. Miktar olarak değişse de *Berberis* türleri içerisinde en yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesinin *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC meyvesinde olduğu görülmektedir.

4.5. Örneklerin Fenolik Madde Profilleri

Fenolik madde miktarları, DPPH radikalini bağlama kapasitesi ve Beta karoten ağartma metoduna dayalı antioksidan aktivite miktarları saptanmış olan örneklerin bu özelliklerini ortaya çıkaran fenolik madde profillerinin belirlenmesi amacıyla, HPLC yöntemi kullanılarak kromatografik ayrımları tespit edilmiştir. Bu kapsamda incelenmekte olan yabani kızamık ve karamuk meyvelerinin fenolik profillerinin ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilen HPLC sonuçlarına göre *Berberis vulgaris* L. meyvesinde gallik asit, klorojenik asit, kafeik asit ve vanilik fenoliklerinin varlığı saptanmıştır. Bu meyveye ait temel fenolik bileşenlerin öncelikle klorojenik asit (1309.220 mg/kg) ve ikinci olarak da vanilik asit (16.764 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir. Bayburt'tan temin edilen *Berberis vulgaris* L.'ye ait HPLC kromatogramı Şekil 4.8'de ve sayısal sonuçlar ise Çizelge 4.6'da sunulmaktadır.



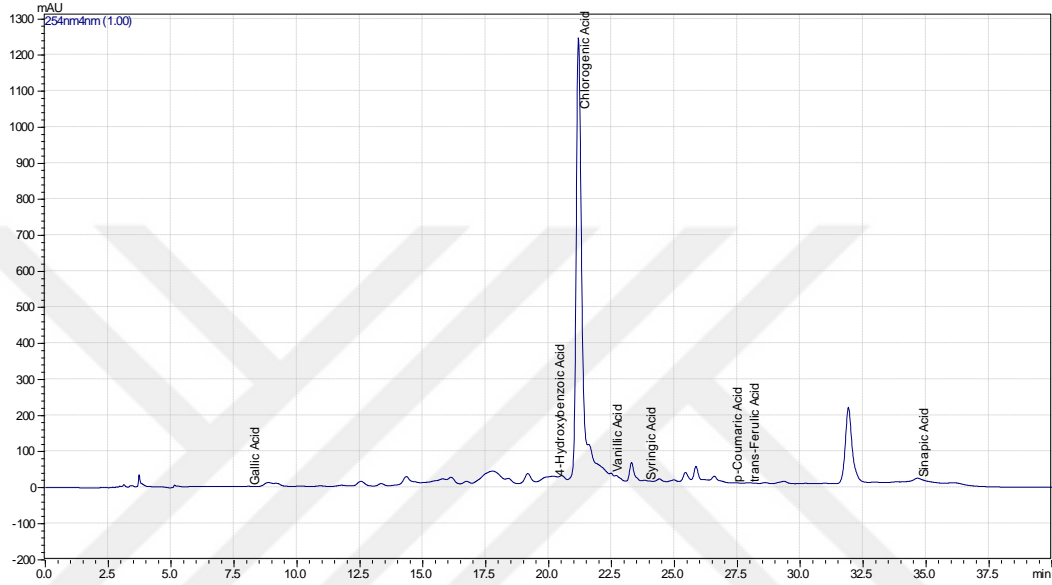
Şekil 4.8. *Berberis vulgaris* L. HPLC kromatogramı (254 nm)

Çizelge 4.6. *Berberis vulgaris* L HPLC kromatogramı sonuç tablosu

İsim	Tutma süresi	Alan	Yükseklik	Sonuç (ppm)
Gallik asit	8.049	32364	2024	9.617
4-Hidroksibenzoik asit	19.839	224817	14134	0
Klorojenik asit	21.216	72638378	3860303	1309.220
Vanilik asit	22.683	629742	44604	16.764
Kafeik asit	22.678	918759	79261	14.754
Sringik asit	23.801	43618	3559	0
p-Komarik asit	26.832	5075	389	0
Trans-Ferulik asit	28.074	12266	875	0
Sinapik asit	35.493	57242	3058	0

Gündoğdu (2013) tarafından yapılan *Berberis vulgaris* L.'ye ait fenolik kompozisyonun araştırılması konusunda yapılan çalışmada, en yüksek bileşenin 0,752 g/kg değeri ile klorojenik asit olduğu bildirilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, 1.309 g/kg gibi farklı bir oran da olsa en dominant bileşenin her iki çalışmada da aynı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Genel olarak karşılaştırıldığında iki farklı yerde yetişen *Berberis vulgaris* L. türlerinin fenolik profillerinin farklılıklar arz ettiği görülmektedir.

Çalışma kapsamında Bayburt'tan temin edilen ve incelenen *Berberis crataegina* DC.'ye ait HPLC kromatogramı Şekil 4.9 ve Çizelge 4.7'de yardımıyla sunulmaktadır. *Berberis crataegina* DC.'ye ait HPLC kromatogramı incelendiğinde; gallik asit, klorojenik, vanilic ve kafeik asit fenoliklerinin varlığı saptanmıştır.



Şekil 4.9. *Berberis crataegina* DC. HPLC kromatogramı (254 nm)

Çizelge 4.7. *Berberis crataegina* DC. HPLC kromatogramı sonuç tablosu

İsim	Tutma süresi	Alan	Yükseklik	Sonuç (ppm)
Gallik asit	0	0	0	0
4-Hidroksibenzoik asit	20.229	560644	17941	0
Klorojenik asit	21.184	41134593	3406321	763.821
Vanilic asit	22.469	18877	3277	4.193
Kafeik asit	22.684	394454	33397	7.722
Sringik asit	23.819	7611	840	0
p-Komarik asit	27.436	44535	2457	0
Trans-Ferulik asit	28.024	4126	280	0
Sinapik asit	35.171	1695	1804	0

5. SONUÇLAR

Türkiye, her tarımsal bölgeye özgü iklim ve toprak özellikleri nedeniyle zengin tarımsal çeşitliliğe sahip olup; ılıman iklim meyve türleri arasında yer alan vişne, badem, armut, ayva, elma, kiraz, antepfıstığı, fındık, erik vb. ekonomik değeri yüksek birçok meyve türünün orijin ve genetik çeşitlilik merkezi haline gelmiştir (Gül ve Akpınar 2006; Ercişli, 2004).

Sağlık açısından yararlı etkilere sahip olan yabani bitkilerin/meyvelerin tüketiminin yeni nesillere aktarılması sağlanmalıdır. Bu meyvelerin yüksek derecede besleyici olması ve geniş bir kullanım alanına sahip olmalarına rağmen yeterince ilgi görmediği ve yurdumuzun birçok yöresinde hek ettiği şekilde tanınıp değerlendirilmediği ifade edilebilir. Bunlar gibi yabani ve doğal meyveler çay, olarak ya da meyve ekstraktı ve marmelat benzeri ürünlere dönüştürülerek değerlendirilebilir. Bunların yanı sıra mevcut meyve ya da sebzelerden elde edilen ürünler (meyve suyu, ekstrakt) ile karışım yapılarak çeşitlendirme ve zenginleştirme amaçlı da kullanılabilir. Ayrıca şekerleme ve pasta üretiminde doğal renklendirici, süsleme malzemesi ya da dolgu hammaddesi şeklinde kullanılabilir.

Berberis vulgaris L. meyvesinin önemli düzeyde antioksidan aktivite içerdiği ve sağlık açısından yararları olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Gündoğdu, 2013., Özgen ve ark, 2012). Buradan hareketle yüksek oranda fenolik ve antosiyanin içeriğinden dolayı kızamik meyvesinin iyi bir biyoaktif fitokimyasal kaynağı olduğu belirlenmiştir (Gündoğdu, 2013; Yıldız ve ark, 2014; Imanshahidi ve Hosseinzadeh 2008). Doğal antioksidanlar açısından zengin içeriğe sahip meyvelerden bu gibi maddeler hem besin olarak hem de ekstrakt şeklinde gıda koruyucu ve katkı maddesi koruyucu olarak kullanılabilir. Bu nedenle bu tür meyve ve bileşenler eldesi ve değerlendirilmesi her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir.

Bu tez çalışmasında fenolik maddeler açısından zengin olan *Berbericidea* familyasına ait *Berberis* türlerinden 2 farklı çeşidin sahip olduğu toplam fenolik madde profilleri ve fenolik ihtivasi araştırılmış ve antioksidan aktiviteleri bazı

metotlar kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Analizi yapılan meyvelerin tamamı ele alındığında fenolik madde miktarının oranı ile antioksidan aktivitenin birbirine bağımlı olduğu anlaşılmaktadır. Fenolik içeriğin yüksek olması, antioksidan aktivitenin de iyi olması anlamına gelmektedir. Yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan numunelerde, toplam fenolik madde içeriğinin de fazla olduğu anlaşılmıştır. Ancak sonuçlar detaylı olarak irdelendiğinde yüksek fenolik madde miktarına sahip olmanın, bütün antioksidan aktivite yöntemlerinde aynı sonuca ulaştırmayacağı anlaşılmıştır. Örneğin *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. neredeyse benzer oranlarda fenolik madde ihtiva etmelerine rağmen, kullanılan antioksidan aktivite yöntemlerinde *B. crataegina*. DC. türünün daha yüksek antioksidan aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. HPLC sonuçları ele alındığında ise; örneklerin sahip oldukları fenolik madde türleri ve içerikleri arasındaki farklılıklardan ötürü bu sonucun meydana geldiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; antioksidan aktivite sonuçlarının yüksek antioksidan aktivitesi sıralamasında da uygulanan yöntemlere göre bazı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sebeple tek bir analiz yöntemiyle bir örneğin antioksidan aktivitesinin net bir şekilde belirlenmesi ve bu konuda kesin bir kanıya varmanın doğru bir uygulama olmayacağı değerlendirilmektedir. Bunun nedeni; her bir antioksidan maddenin farklı radikaller karşısında farklı tepkime mekanizmalarına sahip olabileceği gerçeğidir. Bu tez çalışmasında da bu durum görülmüştür. Mesela DPPH serbest radikali karşısında oldukça aktif olan kızamik meyvesi örneğinin, CUPRAC yönteminde daha az reaktivite gösterdiği anlaşılmıştır. Antioksidan aktivite tayin yöntemi belirlenirken örneklerin her birinin sahip olduğu antioksidan ve oksidan arasındaki etkileşim net bir biçimde bilinemediğinden ya da tahmin edilemediğinden, antioksidan aktivitesi ölçmenin farklı yöntemler ile yapılmasının daha doğru bir uygulama olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda antioksidan aktivite yönteminin fizyolojik şartları yansıtabilmesi de önemlidir.

Çalışmamız oluşturan kızamik ve karamuk meyvelerinin mineral madde içerikleri açısından incelendiğinde en çok bulunan element K elementi, mineral madde içeriği yönünden en az miktarı ihtiva eden oranlar ise kızamik meyvesinde 0.151 ppm oranla Co elementi iken karamuk meyvesinde 2 µg/g oranla As elementi olarak tespit

edilmiştir. Bilindiği üzere potasyum, vucüt sıvılarının osmatik basncı ayarlayan ve asit-baz dengesi için gerekli bir elektrolittir. Potasyum içeren gıdaların tüketilmemesine bağlı olarak, hipertansiyon, kalp krizi, felç gibi yaşamı tehlikeye sokan sorunlar oluşturmaktadır. Çalışmamızda zengin potasyum içeriğine sahip kızılamık ve karamuk meyveleri önemli bir potasyum deposu ihtiva etmesi nedeniyle potasyum kaynağı yönünden tıbbi değeri yüksek gıda olarak da nitelendirilebilir.

Sonuç olarak; bir örnekte antioksidan aktivite miktarı belirlenirken, farklı yöntemler kullanarak, fizyolojik koşulları daha fazla yansıtacak ve bununla birlikte tekrarlanabilirliği yüksek metotların uygulanması daha doğru olacaktır. Uygulanan antioksidan aktivitesi metotları incelendiğinde kızılamık ve karamuk meyvelerinin bütün analiz yöntemlerinde çok iyi derecede yüksek aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

HPLC ile yapılan fenolik profil analizleri ile spektrometrik ölçümler arasında uyum olduğu görülmektedir. HPLC analizi incelendiğinde ise *Berberis vulgaris* L. için kromatogram verilerinin daha net ve düzgün olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü bu ürünlerin antosiyaninler dışında kalan fenolik madde içerikleri daha azdır. Sonuç olarak, *Berberis* türlerinin çok iyi bir antioksidan olduğu ve sağlık üzerine olan yararları günümüzde hala çalışılmaktadır. Bu çalışma ile yabani ve yenilebilir *Berberis vulgaris* L. ve *Berberis crataegina* DC. çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması sağlanmıştır. Fenolik maddeler ve antioksidan aktiviteleri ile ilgili yapılmış olan mevcut çalışmalara bakıldığında, kızılamık meyvesinin antioksidan aktivitesi üzerine yapılmış bilimsel araştırmaların var olduğu anlaşılmıştır. Ancak karamuk hakkında çok daha az araştıma yapılmış olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçlarının, literatürde bu konuda olan alanı doldurmak ve mevcut çalışmalara da katkıda bulunmak için oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir.

Toplam antioksidan değerleri incelendiğinde en yüksek antioksidan aktivite oranı *Berberis crataegina* DC. yani karamuk meyvesine ait olduğu tespit edilmiştir. Fenolik profiller açısından bakıldığında, fenolik asit içeriğinde klorojenik asitin yüksek oranda bulunduğu, gallik asit ve vanilik asitin az miktarda bulunduğu tespit

edilmiştir. Klorojenik asit, antioksidan fonksiyonun yanı sıra hipertansiyonu önleyici, bitkilerin çiçeklenmesini tetikleyici ve tripsin, amilaz gibi bazı enzimlerin aktivitelerini etkileyici özelliği bulunmaktadır (Wang vd, 2011). Son olarak, kızamik ve karamuk meyvelerinin iyi bir antioksidan olduğu ve fenolik madde bakımından da zengin olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, ülkemizde yetiştiriciliğine fazla önem verilmeyen bu yabancı meyvenin kültüre alınması ile hem üretimde çeşitlilik artacak, hem de nispeten kullanılmayan ya da verimsiz alanların meyveciliğe kazandırılması sağlanacaktır.



KAYNAKLAR

- Abd El-Wahab, A. E., Ghareeb, D. A., Sarhan, E. E., Abu-Serie, M. M., El Demellawy, M. A. (2013). *In vitro biological assessment of Berberis vulgaris and its active constituent, berberine: antioxidants, anti-acetylcholinesterase, anti-diabetic and anticancer effects*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, 13, 218. <http://doi.org/10.1186/1472-6882-13-218>
- Abushouk. AI., Salem, AMA., Abdel-Daim, MM. (2017). *Berberis vulgaris for cardiovascular disorders: a scoping literature review*. **Iran J Basic Med Sci**. 2017 May;20(5):503-510.
- Ahmad, S., Siddique, S., Saeed, M., Hussain, A., Usman, M., Khan, S. M., Hussain, S., Ahmad, K., Mulk, S.ul. (2016). *Assessing ethnomedicinal values and conservation status of Korai, Berberis vulgaris L (Berberidaceae) – A potential biopesticide in Usheri valley, Dir. Upper, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**. 4(1): 274-278
- Ak, T. (2006). *Curcumin'in Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Erzurum, 1-16.
- Akbulut, M., Çalışır, S. Marakoğlu, T., Çoklar, H. (2009). *Some Physicomechanical and Nutritional Properties of Barberry (Berberis vulgaris L.) Fruits*. **Journal of Food Process Engineering**, 32: 497-511.
- Akkuş, İ. (1995). *Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri*. **Mimoza Yayınları**, Konya, 157s.
- Albayrak, S., Sağdıç, O. ve Aksoy, A. (2010). *Bitkisel Ürünlerin Ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler*. **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 26(4):401-409.
- Andarwulan, N. Fardiaz, S. Apriyantono, A. Hariyadi, P. Shetty, K. (1999). *Mobilization of primary metabolites and phenolics during natural fermentation in seeds of Pangium edule*. **Process Biochemistry**, 35(1-2): 197-204.
- Anderson, K. A. (1996). *Micro-digestion and ICP-AES Analysis for the Determination of Macro and Micro Elements in Plant Tissues*. **Atomic Spectroscopy** 17.1 (1996): 30-33.
- Anonim 2018b. www.turkelhalilari.gov.tr.
- Anonim 2018a. www.agaclar.net/forum/tibbi-itri-boyar-aromatik-bitkiler/1257
- Anonim, 2007. *Gef-2 Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi Proje Final Raporu*. Ankara.
- Anşin, R., Okatan, A., Özkan, Z. (1994). *Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli yan ürün veren odunsu ve otsu bitkileri*. **TÜBİTAK TOAG-903**.
- Antmen, E. (2005). *Beta Talasemide Oksidatif Stres*. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Adana.

- Apak R., Güçlü K., Demirata B., Özyürek M., Çelik S.E., Bektaşoğlu B., Berker K.I., Özyurt, D. (2007). *Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. Molecules*, 12: 1496-1547.
- Apak, R. (2005). *Gıda maddelerinde toplam antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasında Cu(II) indirgeyici antioksidan kapasite. XIX. Ulusal Kimya Kongresi*, Kuşadası, 30 Eylül-4 Ekim.
- Arayne, MS., Sultana, N., Bahadur, SS. (2007). *The berberis story: Berberis vulgaris in therapeutics. Pak J Pharm Sci.* Jan;20(1):83-92.
- Arslaner, A., Çakır, Ö., Çakıroğlu, K. (2016). *Karamuklu Dondurma. Uluslararası Erzincan Sempozyumu.* 28 Eylül-1 Ekim 2016) Cilt 2.
- Bağdatlıoğlu, N., Demirbükür, B. (1999). *Gıda İşlemede Karotenoidlerde Meydana Gelen Gelişmeler. Gıda*, 9:48-51.
- Balasundram, N. Sundram, K. Saman, S. (2006). *Phenolic Compounds In Plants Anda Agri Industrial By- Products: Antioxidant Activity, Occurrence, And Potential Uses. Food Chemistry*, 99: 191-203.
- Balkaya, A. ve Yanmaz, R. (2001). *Bitki Genetik Kaynaklarının Genetik Muhafaza İmkanları ve Tohum Gen Bankalarının Çalışma Sistemleri. Çev-Kor Dergisi.* 10(39):25-30.
- Başgel, S. (2005). *Çeşitli Bitkilerde Eser Element ve Bazı Önemli Polifenollerin Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya Anabilim Dalı.Malatya.*
- Baysal, A. (1996), *Beslenme*, 110-130,258-260
- Baytop, T. (1963). *Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. İstanbul Üniversitesi Tıp Fak.Yay..No:59. İstanbul.Türkiye.*
- Benzie, I. and Strain, J. (1996). *The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power: The FRAP Assay". Analytical Biochemistry.* 239, 70-76. <http://dx.doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Betteridge, D.J., (2000). *What is oxidative stress? Metabolism*,49: 3–8.
- Bocco, A., Cuvelier, M.E., Richard, H., Berset, C. (1998). Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 46, n. 6, p. 2123-2129, 1998. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9709562>
- Bolanos, J.P., Moro, M.A., Lizasoain, I., Almeida, A. (2009). *Mitochondria and reactive oxygen and nitrogen species in neurological disorders and stroke: Therapeutic implications. Avdan. Drug Deliv. Revi.* 61:1299-1315.
- Brunori, M. and Rotilio, G. (1984). *Biochemistry Of Oxygen Radical Species. Method Enzymol*, 105, 22-35.
- Büyüktuncel, E. (2013). *Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. Marmara Pharmaceutical Journal.* 17: 93-103, 2013.

- Büyükuslu, N., Yiğitbaşı T. (2013). *Reaktif Oksijen Türleri ve Obezitede Oksidatif Stres*. **MÜSBED** 2015;5(3):197-203. DOI: 10.5455/musbed.20150604061607
- Cao, G. and Prior, R.L. (1999). *In vivo antioxidant capacity: comparison of different analytical methods*. **Free Radical Biology and Medicine**, 27: 1173-1181.
- Cemeroğlu, B. (1992). *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. **Biltav Yayınları**, Ankara.
- Cemeroğlu, B. (2009). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. **Gıda Teknolojisi Yayınları**. No:38. Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. (2001). *Meyve suyu üretim teknolojisi*. **Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları**, Ankara, No:25, 384s.
- Certel, M., Ertugay, M.F. (1996). *Gıdalarda Su Aktivitesinin Kontrol ve Belirleme Yöntemleri-I*. **GIDA** (1996) 21 (1) 31-34.
- Charehsaz M., Sipahi, H., Celep, Engin., Üstündağ, A., Cemiloğlu Ülker, Ö., Duydu, Y., Aydın, Ahmet., Yesilada, Erdem, (2015). *The fruit extract of Berberis crataegina DC: exerts potent antioxidant activity and protects DNA integrity*. **Journal of Pharmaceutical Sciences** (2015) 23:24 DOI 10.1186/s40199-015-0108-7
- Chaudiere, J., Ferrari-Iliou, R. (1999). *Intracellular Antioxidants: From chemical to biochemical mechanisms*. **Food and Chemical Toxicology**, 37: 949-962.
- Cheeseman, K.H., Slater, T.F. (1993). *An introduction to free radical biochemistry*. **Br. Med. Bull.**, 49(3):481-93.
- Choe, E., Min, D.B. (2006). *Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods*. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, 46:1-22.
- Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. (2009). *Meyve ve Sebzelerin Flavonoid İçeriği Üzerine İşlemenin Etkisi*. **İstanbul Teknik Üniversitesi, Akademik Gıda** 7(6) 41-46.
- Daniel, I.H., Hădărugă, N.G., Bandur, G., Ardelean, A., Geza, B. (2010). *Berberis Vulgaris Extract/ β β β β β Cyclodextrin Nanoparticles Synthesis and Characterization*. **Revista de Chimie -Bucharest- Original Edition-** 61(7).
- Deaton C.M. and Marlin D.J. (2003). *Exercise-Associated Oxidative Stress*, **Clin. Tech. Equine Pract**, Vol 2, No 3, 278-291.
- Deming, DM, Erdman, JW. (1999). *Mammalian carotenoid absorption and metabolism*. **Pure and Applied Chemistry**, 71, 2213-2223.
- Demir, H. (2002). *Bazı Yabani Meyve Türlerinin Besin Değerlerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma*. **Bahçe**, 31(1).
- Demir, H. (2006). *Erzurum'da Yetişen Madımak, Yemlik ve Kızamık Bitkilerinin Bazı Kimyasal Bileşimi*. **Bahçe**, 35(1-2): 55-60.
- Demirci, M. (2014). *Beslenme*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No:44. 7. Baskı.
- Dixon, R., Xie, D. and Sharma, S. (2005). *Proanthocyanidins—A Final Frontier In Flavonoid Research*. **New Phytologist**, 165: 9-28.

- Duthie, G., Crozier, A. (2000). *Plant-derived phenolic antioxidants*. **Curr. Opin. Lipidol.**, 11:43-47.
- Eken, S. (2007). *Bazı Materyallerde Antioksidan Tayinleri*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Eksi, A., Artık, N. (1998). *Bazı Yabani Meyvelerin (Kuşburnu, Yemişen, Alıç, Yaban Mersini, Kızamık) Kimyasal Bilesimi Üzerine Araştırma*. **Gıda Sanayi**, 9: 33-34.
- El khalki, L., Tilaoui, M., Jaafari A., Ait Mouse H., Ziad, Abdelmajid. (2018). *Studies on the Dual Cytotoxicity and Antioxidant Properties of Berberis vulgaris Extracts and Its Main Constituent Berberine*. **Advances in Pharmacological Sciences**. vol. 2018, Article ID 3018498, 11 pages, <https://doi.org/10.1155/2018/3018498>.
- El-Merahbi, R, Liu, YN, Eid, A, Daoud, G, Hosry, L, Monzer, A, Mouhieddin, TH, Hamade, A, Najjar, F Abou-Kheir, W. (2014). *Berberis libanotica Ehrenb extract shows anti-neoplastic effects on prostate cancer stem/progenitor cells*. **PLoS ONE**. 9(11): e112453. doi: 10.1371/journal.pone.0112453.
- Ercisli, S. (2007). *Chemical composition of fruits in some rose (Rosa spp.) species*. **Food Chemistry**. 104. 1379-1384. 10.1016/j.foodchem.2007.01.053
- Ercisli, S., Orhan, E., (2008). *Some Physico-chemical Characteristics of Black Mulberry (Morus nigra L.) Genotypes from Northeast Anatolia Region of Turkey*. **Science Horticulture**, 116(1):41-46.
- Ercişli, S. (2004). *A Short Review of the Fruit Germplasm Resources of Turkey*. **Genetic Resources Crops Evol**. 51, 419-435.
- Erdoğan, Ü., Erdoğan, Y., Çakmakçı, R., Çakmakçı, S. (2014). *Çoruh Vadisinin Yabani Meyveleri*. **Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi**. 7 (1): 49-52.
- Erlund, I. (2004). *Review Of The Flavonoids Quercetin, Hesperetin, And Naringenin, Dietary Sources, Bioactivities, Bioavailability And Epidemiology*. **Nutrition Research**. 24: 851-874.
- Ersoy, N., Kupe, M., Halil, I. S., Ercisli, S. (2018). *Physicochemical diversity among barberry (Berberis vulgaris L.) fruits from eastern anatolia*. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 46(2)
- Fantel, A.G. (1996). *Reactive Oxygen Species In Developmental Toxicity: Review and Hypothesis*. **Teratology**, 53, 96-217.
- Farhadi A, Gavadifar K. (2008). *Effects of berberise vulgaris fruit extract on blood cholesterol and triglyceride in hyperlipidemic patients* . **J Semnan Univ Med Sci**, 9(3):211-6.
- Farhady, C.M., Varidy, MJ. (2012). *Varidy M. Evaluation of some physicochemical properties of Berberis crtagina*. Bojnord-Iran: **Book of the National Conference of natural products and herbs**.
- Goodarzia, S., Khadivvia, A., Abbasifara, A., Akramian, M. (2018). *Phenotypic, pomological and chemical variations of the seedless barberry (Berberis vulgaris L. var. asperma)*. **Scientia Horticulturae**. 238 (2018) 38-50

- Görünmezoğlu, Ö. (2008). *Kayısı ve İncir Meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Aydın.
- Graf, E., Mahoney, J.R., Bryant, R.G., Eaton, J.W. (1984). *Iron-catalyzed hydroxyl radical formation*. **The Journal of Biological Chemistry**, 259: 3620-3624.
- Gruenwald J., Brendler T., Jaenicke C. (2007). *PDR for herbal medicines fourth edition*. **Thomson**.
- Gupta, R. K., Patel, A.K., Shah, N., Choudhary, A.K., Jha, U.K., Yadav, U., Gupta, P.K., Pakuwal, U. (2014). *Oxidative Stress and Antioxidants in Disease and Cancer: A Review*. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, Vol 15.
- Güçlü, K., Apak, R., Özyürek, M. (2009). *Hidroksil ve Süperoksit Radikallerinin Süpürülmesine Dayalı Yeni Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemlerinin Geliştirilmesi*. **Tübitak Proje**, pp. 1-114.
- Gül, M., Akpınar, M.G., (2006). *Dünya ve Türkiye Meyve Üretimindeki Gelişmelerin İncelenmesi*. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 19(1): 15-27.
- Gülçin, İ., Oktay, M., Küfrevioğlu, İ., and Aslan, A. (2002). *Determination of antioxidant activity of lichen Cetraria islandica (L) Ach.* **Journal of Ethnopharmacology**. 79(3), 325-329.
- Gülçin, İ., (2005). The Antioxidant and radical scavenging activities of black pepper (Piper Nigrum) seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 56: 491-499.
- Güldemir, K. (2016).. *Bayburt İlinde Doğal Olarak Bulunan Yabani-ekşi Elma (Malus Sylvestris MİLLER)'nin Farklı Yöntemlerle Kurutularak Antioksidan ve Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi*. **Yüksek Lisans Tezi**. Bayburt Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 114s.
- Güleryüz, M., Pırlak, L. ve Aslantaş, R. (1998). *Çoruh Vadisinde Yetişen Bazı Yabani Meyve Türlerinin Bileşim Öğelerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma*, **Gıda**, 23(4), 305-309.
- Güleryüz, M., Pırlak, L., ve Aslantas, R. (1995). *Bazı Yabani Meyve Türlerinin Besin İçeriği*. **Besin Kongresi**, Cilt 1 (Meyve), s:287-291.
- Gülsoy, S., Ozkan, G., Özkan, K., (2011). *Mineral Elements, Phenolics and Organic Acids of Leaves and Fruits from Berberis crataegina DC.*. **Asian Journal of Chemistry**. 23. 3071-3074.
- Gündoğdu, M. (2013). *Determination of Antioxidant Capacities and Biochemical Compounds of Berberis vulgaris L. Fruits*. **Advances in Environmental Biology**, 7(2): 344-348.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. (1989). *Free radicals inbiology and medicine*. **Oxford: Clarendon Press**, pp 188-196.
- Halliwell. B. (1999). *Antioxidant Defence Mechanisms: From The Beginning To The End (Of The Beginning)*. **Free Radic. Res.**, 31, 261-272.
- Hanachi, P., and Golkho, S.H. (2009). *Using HPLC to Determination the Composition and Antioxidant Activity of Berberis vulgaris*. **European Journal of Scientific Research**, 29(1), 47-54.

- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods In Food Microbiology*, Academic Press, San Diego, US, 1998:519 s.
- Helle R.A., Jesper B.N., Fleming N. (1997). *Antioxidative Enzyme Activities In Human Erythrocytes*. **Clin Chem**, 43 (4): 562-68.
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H. And Van De Putte, B. (1993). *Content Of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids Of Tea Infusions, Wines, And Fruit Juices*, **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, 41, 1242-1246.
- Hoshiyar, R., Mahboob, Z. & Zarban, A. (2016). *The antioxidant and chemical properties of Berberis vulgaris and its cytotoxic effect on human breast carcinoma cells*. **Cytotechnology**. 68: 1207. pp 1207–1213 <https://doi.org/10.1007/s10616-015-9880-y>
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. (2005). *The chemistry behind antioxidant capacity assays*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53, 1841-1856.
- Hubert, A.M. G., Vaessen and Cor G. Van de Kamp. (1990). *Reference – material-based collaborative test of flame absorption spectroscopic determination of calcium and magnesium in foods biological materials*, **Z. Lebensm Unters Forsch**, 19:199-204.
- Hvattum, E., Halvorsen, B., Holte, K., Myhrstad, M., Barikmo, I., Remberg, S., Wold, A., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L., Moskaug, J., Jacobs, D. and Blomhoff, R. (2002). *A Systematic Screening Of Total Antioxidants In Dietary Plants*. **Journal Of Nutrition**, 132: 461-471.
- Imanshahidi M., Hosseinzadeh H. (2008). *Pharmacological and therapeutic effects of Berberis vulgaris and its active constituent, berberine*. **Phytother Res**. 22(8):999-1012.
- Işıklı, N.D ve Yılmaz, İ. (2014) *Some physical properties of sun-dried Berberis fruit (Berberis crataegina)*. **Journal of Food Science and Technology**. Volume:51, Issue 1, pp: 104–110
- Işıksıoğlu, M. (1987). **Beslenme**, 111-112, İstanbul.
- Kan, T. (2009). *Kayısıda (Prunus armeniaca L.) Kükürtleme Uygulamasının Bazı Antioksidant Madde İçerikleri Üzerine Etkileri*. **Doktora Tezi**, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim dalı, Van.
- Karabulut, H., Gülay, M.Ş. (2016). *Antioksidanlar*. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**. Cilt 1, Sayı 1, Sayfa: 65-76
- Karadeniz, F. ve Eksi, A. (2001). *Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Arastırma*. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 7(3): 135-141.
- Kasun, Ş. (2017). *Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (Rosa Canina) Ve Aliç (Crataegus Orientalis) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi İle Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi*. **Yüksek Lisans Tezi**. Tunceli Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli
- Kaur, C. and Kapoor, H.C. (2002). *Anti-oxidant Activity and Total Phenolic Content of Some Asian Vegetables*. **International Journal of Food Science and Technology**. 37(2), 153-161.

- Kaur, C. and Kapoor, H.C. (2001). *Antioxidants in fruits and vegetables, The millennium's health*. **Int. J. Food Sci. Technol.** 36(7):703-725.
- Kaya, M., Ravikumar, P., Ilk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L., Labidi, J., Salaberria, A.M., Cakmak, Y.S., Erkul, S.K. (2018). *Production and characterization of chitosan based edible films from Berberis crataegina's fruit extract and seed oil*. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. Volume 45, February 2018, Pages 287-297
- King, A. and Young, G. (1999). *Characteristics And Occurrence Of Phenolic Phytochemicals*. **Journal Of The American Dietetic Association**, 99:213-218
- Končić, M. Z., Kremer, D., Karlović, K., & Kosalec, I. (2010). *Evaluation of Antioxidant Activities and Phenolic Content of Berberis vulgaris L. and Berberis croatica Horvat*. **Food and chemical toxicology**, 48(8), 2176-2180.
- Kökosmanlı, M., Keleş, F. (2000). *Erzurum'da yetiştirilen kıvılcık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi*. **Gıda** 25(4): 289-298.
- Kremer, D., Grubescic, R., Popovic, Z., Karlovic, K. (2012). *Fruit and Seed Traits of Berberis croatica Horvat and Berberis vulgaris L.* **Acta Botanica Croatica**. Volume 71, Issue 1.
- Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., Milos, M., (2004). *Use of Different Methods for Testing Antioxidative Activity of Oregano Essential Oil*. **Food Chemistry**, 85, 633-640.
- Laamech, J., Laamech, J., El-Hilaly, J., Fetoui, H., Chtourou, Y., Gouitaa, H., Tahraoui A., Lyoussi B. (2015). "Berberis vulgaris L. effects on oxidative stress and liver injury in lead-intoxicated mice." **J Complement Integr Med**, 14 DOI:10.1515/jcim-0079.
- Lakenbrink, C., Lapczynski, S., Maiwald, B. and Engelhardt, U. (2000). *Flavonoids And Other Polyphenols In Consumer Brews Of Tea And Other Caffeinated Beverages*. **J. Agric. Food Chem.**, 48: 2848-2852.
- Lavelli, V., Peri, Claudio., Rizzolo, A. (2000). *Antioxidant Activity of Tomato Products As Studied by Model Reactions Using Xanthine Oxidase, Myeloperoxidase, and Copper-Induced Lipid Peroxidation*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 48 (5), 1442-1448
- Liggins, J., Bluck, Jc., Runswick, S., Atkinson, C., Coward, W. and Bingham, S. (2000). *Daidzein And Genistein Contents Of Vegetables*. **British Journal Of Nutrition**, 84: 717-725.
- Lu, Y., Foo, L.Y. (2001). *Antioxidant activities of polyphenols from sage (Salvia officinalis)*. **Food Chem.** 75, 197-202.
- Lushchak, V. (2015). *Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stresses and their classifications*. **The Ukrainian Biochemical Journal**. 87. 11-18. 10.15407/ubj87.06.011.
- Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. and Salunkhe, D.K. (1995). *Food antioxidants: Technological, toxicological and health perspectives*, **CRC Press. Taylor Francis Group**. Newyork.

- Magalhaes, L.M., Segundo, M.A., Reis, S., Lima, J.L.F.C. (2008). *Methodological Aspects About In Vitro Evaluation Of Antioxidant Properties*. **Anal. Chim. Acta**, 613;1-19.
- Magalhaes, L.M., Segundo, M.A., Reis, S., Lima, J.L.F.C. (2008). *Methodological Aspects About In Vitro Evaluation Of Antioxidant Properties*. **Anal. Chim. Acta.**, 613;1-19.
- Maillard, MN. Berset, C. (1995). *Evolution of Antioxidant Activity during Kilning: Role of Insoluble Bound Phenolic Acids of Barley and Malt*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 43(7). DOI: 10.1021/jf00055a008.
- Manach, C. and Donovan, J. (2004). *Pharmacokinetics And Metabolism Of Dietary Flavonoids In Humans*. **Free Radic. Res.**, 38: 771–785.
- Mattila, P., Kumpulainen, J. (2002). *Determination of Free and Total Phenolic Acids in Plant-Derived Foods by HPLC with Diode-Array Detection*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 50(13):3660-7. DOI: 10.1021/jf020028p
- Mazur, W., Duke, J., Wahala, K., Rasku, S. and Adlercreutz, H. (1998). *Isoflavonoids And Lignans in Legumes: Nutritional And Health Aspects In Humans*. **Nutritional Biochemistry**, 9:193–200.
- Mccord, J. M. (1993). *Human Disease, Free Radicals And The Oxidant/Antioxidant Balance*, **Clin. Biochem.**, 26, 351- 357.
- Meliani N., Dib A.E.M., Allali H., Boufeldja T. (2011). *Hypoglycaemic effect of Berberis vulgaris L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats*, **Asian Pacific Jor. of Tropical Biomedicine**.468-471.
- Meng, J., Fang, Y., Zhang, A., Chen, S., Xu, T., Ren, Z., Han, G. (2011). *Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Chinese Raisins Produced in Xinjiang Province*. **Food Research International**. 44 (2011) 2830–2836.
- Halkman A.K. (2005). *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*.(Kitap), 368 s., Ankara.
- Mezouar, D., Lahfa, F.B., Djaziri, R., Boucherit-Otmani, Z. (2014). *Evaluation of the antioxidant activity of Berberis vulgaris L*. **Phytothérapie**. Volume 12, Issue 5, pp 297–301
- Moghaddam, P.R., Fallahi, J., Shajari, M.A., Mahallati, M.N. (2013). *Effects of harvest date, harvest time, and post-harvest management on quantitative and qualitative traits in seedless barberry (Berberis vulgaris L.)*. **Industrial Crops and Products**. Volume 42, Issue 1, March 2013, Pages 30-36
- Mokhber-Dezfuli, N. Saeidnia, S. Gohari, A.R. Mahmoodabadi, MM.(2014). *Phytochemistry and Pharmacology of Berberis Species*. **Pharmacogn Rev**. 2014 Jan-Jun; 8(15): 8–15. doi: 10.4103/0973-7847.125517.
- Montazera, A., Khadivi, A., Khaleghi, A. (2018). *The first report: Chilling and heat requirements of seedless barberry (Berberis vulgaris L. var. asperma)*. **Scientia Horticulturae**. 231 (2018) 188–193
- Motalleb, G., Hanachi, P., Kua, S.H., Fauziah, O., Asmah, R., (2005). *Evaluation of Phenolic Content and Total Antioxidant Activity in Berberis vulgaris L. Fruit Extract*. **Journal of Biological Sciences** 5(5): 648-653.

- Naczka, M. and Shahidi, F. (2004). *Extraction And Analysis Of Phenolics*. **Food. J. Chromatography A**. 1054, 95-111.
- Nizamlioglu, M.N., Nas, S., (2010). *Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri*. **Electronic Journal of Food Technologies**. Vol: 5, No: 1, 2010 (20-35).
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. (2013). *Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler*. **Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi**, 2013, 13 (1): 48-59.
- Oliver, J., Palou, A. (2000). *Chromatographic determination of carotenoids in foods*. **Journal of Chromatography A**, 881:543-555.
- Onianwa, P.C., Adeyemo, O., Idowu, E., Ogabiela, E. (2001), *Copper and Zinc contents of the Nigerian foods and estimate of adult dietary intakes*. **Food Chemistry**. 72, 89-95.
- Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., Yönden, Z. (2015). *Oksidatif stres ve hücre içi lipid, protein ve DNA yapıları üzerine etkileri*. **Journal of Clinical and Experimental Investigations**. 6 (3): 331-336
- Özgen, M., Saraçoğlu, O., Geçer, E.N. (2012). *Antioxidant capacity and chemical properties of selected barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits*. **Horticulture Environment and Biotechnology**. Volume 53, Issue 6, 2012, Pages 447-4
- Özkan, A., Gündüz, G., Çıplak, B., Fışkın, K. (2000). *Kimyasal mücadele uygulanmış *Dociostaurus Maroccanus* epidemik popülasyonundan alınan örneklerde antioksidan enzim aktiviteleri*. **Turkish Journal of Biology**, 24: 141-149
- Öztaş, T. (2006). *Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profiline Belirlenmesi*. **Yüksek Lisans Tezi**. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Pektaş, İ. (2009). *Bitki Gelişim Düzenleyicilerinin Antioksidan Enzimler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması*. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Balıkesir.
- Pereira, A.P., Pereira J.A., Bento, A., Estevinho, M.L. (2008). *Microbiological Characterization of Table Olives Commercialized in Portugal in Respect to Safety Aspects*. **Food and Chemical Toxicology**, 46, 2895–2902.
- Perveen, A. ve Qaiser, M. (1997). *A Palynological Survey of Flora of Pakistan. Proceed. of Int. Symp. on Plant Life of S. West Asia and Central Asia*, pp. 795-835.
- Peterson, J. and Dwyer, J. (1998). *Flavonoids: Dietary Occurrence And Biochemical Activity*. **Nutrition Research**, 18: 1995-2018.
- Pichhardt, K. (2004). *Gıda Mikrobiyolojisi ve Gıda Endüstrisi İçin Temel Esaslar ve Uygulamalar*. **Literatür Yayınları**. Manisa, 176-178s.

- Polat, B. (2012). *Kayseri ve çevresinde yetişen bazı Yabani meyvelerin biyoaktif Özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.* Erciyes üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda mühendisliği Anabilim Dalı
- Polex, G. (1836). *Chemische Untersuchung der Wurzelrinde der Gemeinen Berberitzenstaude (Berberis vulgaris L.).Archiv der Pharmazie* 56 (3) , P: 265-281
- Prior, R.L., Wu, X., Scaich, K. (2005). *Standardized methods for the determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dieatry supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 3110-3113.
- Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z. (2017). *Berberis vulgaris: specifications and traditional uses. Iran J Basic Med Sci.* May; 20(5): 569–587.
- Ratnam, D.V., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K., Kumar, M.N.V.R. (2006). *Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: a pharmaceutical perspective. Journal of Controlled Release*, 113:189-207.
- Reiter, R, J. (1998). *Oxidative Damage Ğn The Central Nervous System: Protection By Melatonin. Progress In Neurobiology*, 56, 359-384.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J.and Paganga, G. (1997). *Antioxidant Properties Of Phenolic Compounds. Trends In Plant Science*, 2, 152-159.
- Roginsky, V. And Lissi, E.A. (2005). *Rewives of methods to determine chainbreaking antioxidant activity in food. Food Chemistry*. 92, 235-254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.004>
- Rounsaville, T.J., Ranney, T.G. (2010). *Ploidy levels and genome sizes of BerberisL. and Mahonia Nutt. species, hybrids, and cultivars. HortScience*, 45:1029–1033.
- Saied, S., Begum, S. (2004). *Phytochemical Studies of Berberis vulgaris. Chemistry of Natural Compounds*. Volume 40, Issue 2, pp 137–140|
- Saldamlı, İ. B., (1998), *Gıda Kimyası. Kitap* s. 337-392
- Sarhadynejad, Z., Pardakhty, A., Mandgary, A., Afsharypuor, S., Sharififar, F. (2017). *Physicochemical Characterization, Standardization and In vitro Determination of Radical Scavenging Activity of Zereshk-e- Saghir, A Traditional Preparation, and Its Ingredients. Journal of Young Pharmacists*. 9. 224-229. 10.5530/jyp.2017.9.44.
- Sarı, F. (2016). *The Copigmentation Effect of Different Phenolic Acids on Berberis crataegina Anthocyanins. Journal of Food Processing and Preservation* Volume 40, issue 3
- Scheerens, J.C. (2001). *Phytochemicals and the consumers: factors affecting fruit and vegetable consumption and the potential for increasing small fruit in the diet. Horttech*, 11:547-556.
- Schieber, A., Keller, P., Carle, R. (2001). *Determination Of Phenolic Acids and Flavonoids of Apple and Pear by High-Performance Liquid Chromatography. Journal of Chromatography*, 910: 265–273.
- Schulz, E. R. (19269). *Berberine in the common barberry (Berberis vulgaris l.). Journal of pharmaceutical sciences*, cilt 15, sayı 1. P:33-39

- Seeram, NP., Lee, R, Hardy, ML., Heber, D. (2005). *Rapid large-scale purification of ellag vitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry.* **Sep Purif Technol.**41:49–55.
- Sevindik, H. (2007). *Pembe greyfurt suyu ve domates pulpunda likopen ve β -karotenin ısı stabiliteleleri (Thermal stabilities of lycopene and β -carotene in pink grapefruit juice and tomato pulp).* **Yüksek lisans tezi** (basılmamış), Ankara Üniversitesi, 52 s. Ankara.
- Sies, H. (1991). *Oxidative stress: from basic research clinical application.* **Am J Med**, 91: 31-38.
- Sezgin, N. (2006). *Adaçayı (Salvia spp.) Bitkisinde Antioksidan Maddelerin Araştırılması.* İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul.
- Shahidi, F. (1996). *Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications.* AOCS Press, Champaign- Illinois 1-11. **AOCS Press**, Champaign Illinois, pp. 209, USA.
- Shamsa, F. Ahmadiani, A. Khosrokhavar, R. (1999). *Antihistaminic and anticholinergic activity of barberry fruit (Berberis vulgaris) in the guinea-pig ileum.* **J. Ethnopharmacol**, 64: 161-166.
- Sharifi, F., Poorakbar L. 2015. The survey of antioxidant properties of phenolic compounds in fresh and dry hybrid Barberry fruits (Berberis integerrima \times vulgaris). Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD), Cilt:36, No: 3
- Sies, H. (1991). *Oxidative stress: from basic research clinical application.* **Am J Med**. 91: 31-38.
- Simonian, N, A. and Coyle, J. T. (1996). *Oxidative Stress In Neuro Dejenervative Diseases.* **Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.** 36, 83-106.
- Singh J, Kakkar, P.(2009). *Antihyperglycemic and antioxidant effect of Berberis aristata root extract and its role in regulating carbohydrate metabolism in diabetic rats.* **J Ethnopharmacol**. May4;123(1):22
- Smirnoff, N., Pallanca, J.E. (1995). *Ascorbate metabolism in relation to oxidativestress.* **Biochem. Soc. Trans.** 24,16.
- Sonmezdag, A.S., Kelebek, H., Selli S. (2017). *Volatile and key odourant compounds of Turkish Berberis crataegina fruit using GC-MSOlfactometry.* **Natural Product Research**, 32:7, 777-781, DOI: 10.1080/14786419.2017.1360882
- Süleyman, H., Gül, V., Erhan, E. (2018). *Oksidatif Stres ve Doku Hasarı.* **Erzincan Tıp Dergisi**, Cilt:1 Sayı:1, (Erzincan Medical Journal, Volume:1, Number:1)
- Şener, D. (2012). *Isparta Güllü (Rosa damascene MILLER) ve Bazı Ürünlerinin Antioksidan Kapasiteleri ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.* **Yüksek Lisans Tezi**, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Tomás-Barberán, F. and Clifford, M. (2000). *Flavanones, Chalcones And Dihydrochalcones Nature, Occurrence And Dietary Burden.* **Sci Food Agric.**, 80:1073-1080.

- Tomosaka, H., Chin, Y.W., Salim, A.A., Keller, W.J., Chai, H., Kinghorn, A. D. (2008). *Antioxidant and cytoprotective compounds from Berberis vulgaris (barberry)*. **Phytotherapy Res.** Volume22, Issue7, Pages 979-981
- Tosun, M., Ercisli, S., Karlidag, H., Sengul, M., (2009). *Characterization of Red Raspberry (Rubus idaeus L.) Genotypes for Their Physicochemical Properties*. **J Food Sci** 74:575–579.
- TÜBİVES, (2017). *Turkish Plants Data Service*, <http://www.tubives.com>. Erişim Tarihi: 01.06.2017.
- Ulusoy, E. (2010). *Anzer balı polenin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile fenolik bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan özellikleri*. **Doktora Tezi**, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Valko M, Leibfritz D, Moncola J. (2007). *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*. **Int J Biochem Cell Biol.** 39, 44-84.
- Volland, W. (1999). *Electronic Spectra of Molecules: The Absorption of UV and Visible Light*, **Bellevue Community College Books**.
- Vural, M., (2003). *Türkiye'nin tehlike altındaki bitkileri*. **FAO/BM Tematik Grubu, Türkiye'de Biyolojik Çeşitlilik ve Organik Tarım Çalıştay Raporu**, 15-16 Nisan 2003. D168-183.
- Wanasundara, U.N., Shahidi, F. (1998). *Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils*, **Food Chemistry**, 63: 335-342
- Wang, Y., Zu, Y., Long, J., Fu, Y., Li, S., Zhang, D., Li, J., Wink, M., Efferth, T. (2011). *Enzymatic water extraction of taxifolin from wood sawdust of Larix gmelini (Rupr.) Rupr. and evaluation of its antioxidant activity*. **Food Chemistry**, 126: 1178–1185.
- Winterbourn, C.C. (1995). *Toxicity Of Iron And Hydrogen Peroxide: The Fenton Reaction*. **Toxicol. Lett.**, 82–83, 969–974.
- Xiaoyu, L., Jun, Y., and Pengfei, S. (2011). *Structure and application of a new comprehensive environmental pollution index*, **Energy Procedia**, 5 1049–1054
- Yeşilada, E., Küpeli, E. (2002). *Berberis crataegina DC. root exhibits potent anti-inflammatory, analgesic and febrifuge effects in mice and rats*. **Journal of Ethnopharmacology**. Volume 79, Issue 2, 2002, Pages 237-24
- Yıldız, H., Ercişli, S., Şengül, M., Topbaş, E.F., Beyhan, Ö., Çakır, Ö., Narmanlıoğlu, H.N., Orhan, E. (2014). *Some Physicochemical Characteristics, Bioactive Content and Antioxidant Characteristics of Non-Sprayed Barberry (Berberis vulgaris L.) Fruits from Turkey*. **Erwerbs-Obstbau**. 56(4) : 123-129. DOI 10.1007/s10341-014-0216-4
- Yıldız, L. (2007). *Bazı Bitki Örneklerinde Antioksidan Kapasitenin Spektrofotometrik ve Kromatografik Tayini*. **Yüksek Lisans Tezi**. İstanbul Üniversitesi.
- Yıldız, S., Yavaş, H., Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N. (2015). *Türkiye'de Yetişen Yaban Mersini Meyvesinin Fenolik Bileşiklerinin Karakterizasyonu*. **Gıda ve**

Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology 15: 9-18 (2015).

- Yoshikawa, T. ve Naïto, Y. (2002). *What Is Oxidative Stress?* **Journal of the Japan Medical Association** (Vol. 124, No. 11, 2000, pages 1549–1553). JMAJ 45(7): 271–276
- Yumuşakbaş, H. (2013). *Malatya'nın farklı yörelerinde yetiştirilen bazı kırmızı renkli meyvelerin mineral madde miktarlarının ıcp (indüksiyonla eşleşmiş plazma) ile tayini ve yöntemin validasyonu üzerine çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi.* İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya Anabilim Dalı.
- Zovko Koncic, M., Kremer, D., Karlovic, K., Kosalec, I. (2010). *Evaluation of Antioxidant Activities and Phenolic Content of Berberis vulgaris L. and Berberis croatica Horvat.* **Food and Chemical Toxicology**, 48: 2176-2180.



ÖZGEÇMİŞ

1997 yılında Amasya Gökhöyük Ziraat Meslek Lisesinden mezun olan Abdulkadir Karabulut, 2002 yılında On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesindeki eğitimini başarıyla tamamlamıştır. Bu aşamadan sonra Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı taşra teşkilatlarında çeşitli görevlerde bulunmuştur. 2012 yılında başladığı Bayburt İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü görevini halen sürdürmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

