

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

*BERBERIS CRATAEGINA* DC. BİTKİSİNİN BİYOAKTİF  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sena PEKÖZ

İstanbul  
Temmuz -2024

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

*BERBERIS CRATAEGINA* DC. BİTKİSİNİN BİYOAKTİF  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sena PEKÖZ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRCİ

İstanbul

Temmuz, 2024

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRCİ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat AY

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erhan İÇENER

Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “*Berberis Crataegina* DC. Bitkisinin Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Sena PEKÖZ

## ÖN SÖZ

Emeği geçen Tez Danışman'ım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Demirci'ye teşekkürü borç bilirim. Tez yazım süresince destek veren Uzm. Dyt. Vuslat ankaya ve minik Hans'a teşekkür ederim; iyi ki varsınız. Son olarak, eğitim ve öğretim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen ebeveynlerim Sezer ve Selçuk Peköz'e şükranlarımı sunarım.

**Sena Peköz**  
**İstanbul-2024**



## ÖZET

### ***BERBERIS CRATAEGINA* DC. BİTKİSİNİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Sena PEKÖZ**

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRCİ

Temmuz, 2024- 72 Sayfa

Karamuk bitkisi (*Berberis crataegina* DC.), *Berberidaceae* familyasının *Berberis* cinsine ait önemli bir tür olup, daha çok Türkiye ve İran bölgesinde geniş yayılım göstermektedir. Karamuk bitkisi, antibakteriyel, antifungal, antiinflamatuvar, antikanserojen, antidiyabetik, antipruritik ve diüretik özellikleri nedeniyle çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. *Berberis crataegina* DC. organik asitler, C vitamini, tanen ve antosiyanince zengindir. Bu çalışmada, *Berberis crataegina* DC. bitkisinin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, toplanan *Berberis crataegina* DC. örneklerinde HPLC tekniği ile toplam antosiyanin miktarı, toplam antioksidan aktivite, *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliği ve glisemik indeks düşürücü özellikleri incelenmiştir. Bulgular, ana antosiyanin bileşiğinin siyanidin-3-O glikozit olduğunu ve toplam antosiyanin miktarının 409,4 mg/100 g/yaş meyve olduğunu göstermiştir. *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliği en yüksek siyanidin-3-O-rutinosid klorür için %97,6 olarak tespit edilmiştir. Glisemik indeks düşürücü etkinliği %74 olarak belirlenmiştir. Özetle, karamuk bitkisinin yüksek biyoaktif özelliklere sahip olduğu ve gıda ve beslenme sektöründe farklı nütrisyonel değerlendirme potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Karamuk bitkisi, *Berberis crataegina* DC., biyoaktif özellikler

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF BIOACTIVE PROPERTIES OF *BERBERIS CRATAEGINA DC.* PLANT.

Sena PEKÖZ

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Mehmet DEMİRÇİ

July, 2024 - 72 Pages

The barberry plant (*Berberis crataegina* DC.) is an essential species belonging to the *Berberis* genus of the *Berberidaceae* family and is widely distributed in Türkiye and Iran. Barberry plant treats various diseases with antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, anticarcinogen, antidiabetic, antipruritic and diuretic properties. It contains organic acids, vitamin C, tannins, and anthocyanins. This study aimed to investigate the bioactive properties of the *Berberis crataegina* DC. plant. To do this, the collected *Berberis crataegina* DC. plant samples were exposed to total anthocyanin content by HPLC technique, total antioxidant activity, *in vitro* anthocyanin bioaccessibility, and glycemic index lowering effectiveness tests. The findings showed that the significant anthocyanin compound was cyanidin-3-O glycoside, and the total anthocyanin concentration was 409.4 mg/100 g fresh fruit. The highest *in vitro* anthocyanin bioaccessibility was 97.6% for anthocyanin cyanidin-3-O-rutinoside chloride. The glycemic index lowering effectiveness was calculated as 74%. Our study showed that the barberry plant has high bioactive properties and a nutritional-based potential to be used in the food and nutrition industry.

**Keywords:** Barberry plant, *Berberis crataegina* DC., bioactive properties

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
<b>BİRİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>1</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>İKİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>4</b>
<b>LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Berberidaceae</i> Familyası .....	4
2.1.1 Cinsleri .....	5
2.2 <i>Berberis crataegina</i> DC. ....	10
2.2.1 Kimyasal Özellikleri .....	12
2.3 Bitkilerde Bulunan Biyoaktif Bileşikler.....	14
2.3.1 Antioksidanlar .....	15
2.3.2 Fenolik Bileşikler .....	16
2.3.3 Antosiyaninler .....	18
2.3.3.1 Antosiyanin Türleri .....	20
2.3.3.2 Antosiyaninler ve Sağlık .....	22
2.4 Berberin.....	22
2.5 Biyoerişilebilirlik ve Biyoyararlılık .....	23
2.6 <i>Berberis</i> Türlerinin Biyoaktif Özellikleri.....	24

<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b> .....	<b>27</b>
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	<b>27</b>
3.1 Gereç .....	27
3.2 Yöntemler.....	27
3.2.1 Ekstraksiyon.....	27
3.2.2 Toplam Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi .....	27
3.2.3 Toplam Antioksidan Aktivite (DPPH).....	28
3.2.4 HPLC ile Antosiyanin Profilinin Belirlenmesi .....	28
3.2.5 <i>in vitro</i> Antosiyanin Biyoerişilebilirliği .....	29
3.2.6 Glisemik İndeks Düşürücü Etkinliği.....	30
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM</b> .....	<b>32</b>
<b>BULGULAR</b> .....	<b>32</b>
4.1 Toplam Antosiyanin Miktarı.....	32
4.2 HPLC ile Antosiyanin Profili.....	32
4.3 Toplam Antioksidan Aktivite.....	33
4.4 <i>in vitro</i> Antosiyanin Biyoerişilebilirliği .....	33
4.5 Glisemik İndeks Düşürücü Etkinlik .....	34
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>35</b>
<b>DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA</b> .....	<b>35</b>
5.1 Tartışma.....	35
<b>SONUÇ</b> .....	<b>41</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>42</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>60</b>

## TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Ülkemizin farklı yörelerinde Karamuk bitkisinin kullanımları .....	12
Tablo 4.1: <i>B. crataegina</i> DC. Meyvesi Antosiyanin Profili Bulguları .....	32
Tablo 4.2: Antosiyanin Biyoerişilebilirliği (%) Bulguları .....	33
Tablo 4.3: Glisemik İndeks Bulguları .....	34
Tablo 4.4: <i>Berberis crataegina</i> DC. Meyvesi Konsolide Biyoaktif Özellikler Bulguları .....	34



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: <i>Berberis</i> 'in Geniş Yelpazede Etkileri .....	4
Şekil 2.2: <i>Berberis vulgaris</i> ' in Türkiye Geneline Dağılımı.....	6
Şekil 2.3: <i>B. vulgaris</i> 'in Çiçek Formu .....	7
Şekil 2.4: <i>B. vulgaris</i> 'in Bitki Formu .....	7
Şekil 2.5: <i>B. vulgaris</i> 'in Meyve Formu .....	8
Şekil 2.6: <i>B. crataegina</i> DC.'nın Türkiye Geneline Dağılımı .....	8
Şekil 2.7: <i>B. crataegina</i> DC. Meyvesi .....	9
Şekil 2.8: <i>B. cretica</i> 'nın Türkiye Geneline Dağılımı.....	10
Şekil 2.9: Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması .....	18
Şekil 2.10: Malvidin (A) Ve Seçilmiş Glikozitlerinin Yapısı: Malvidin-3- Glukozit (B) Ve Malvidin-3-Galaktosid (C). .....	21
Şekil 2.11: Berberinin Yapısı ve Şifalı Bitkilerdeki Görünümü.....	23
Şekil 4.1: İZÜ Sabri Ülker Ar-Ge Merkezi HPLC Cihazı .....	29

## KISALTMALAR LİSTESİ

ACN	: Antosiyanin
DN	: Dirençli Nişasta
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
GI	: Glisemik indeks
HI	: Hidroliz indeksi
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IBH	: İrritabl Bağırsak Hastalığı
KVH	: Kardiyovasküler Hastalık
LPO	: Lipid peroksidasyonu
MW	: Moleküler Ağırlık
pGI	: Predicted Glisemik indeks
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
RPM	: Dakikadaki Dönüş Hızı
T2DM	: Tip-2 Diabetes Mellitus
TN	: Toplam Nişasta

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Bitkiler, canlıların bir türüdür ve genellikle toprakta veya su altında yaşamaktadırlar. Fotosentez yaparak enerji üretirler ve genellikle yeşil pigmentler olan klorofil içermektedir. Beslemek için topraktan su ve mineraller ihtiyaçlarını karşılar, havadan karbondioksiti alıp oksijene dönüştürmektedir (Koçyiğit, 2005). Bitkiler, çeşitli boyutlarda ve şekillerde olabilirler ve çok çeşitli ortamlarda bulunabilirler, bazıları tropikal ormanlarda, bazıları çöllerde ve bazıları da okyanusların dibinde yaşamaktadır (Deveci vd., 2022). Bu canlı grubunun çeşitli tipleri arasında ağaçlar, çalılar, otlar, yosunlar ve algler bulunmaktadır. Dünya üzerindeki ekosistemlerin temel bileşenlerinden biri olan bitkiler, beraberinde oksijen üretimi, toprak stabilizasyonu ve besin zincirlerinin bir parçası olarak da önemli bir rol üstlenmektedir (Sönmezdağ vd., 2018; Diken, 2009).

Bitkiler ve insanlar arasındaki ilişki oldukça eski ve karmaşıktır. İnsanlar binlerce yıldır bitkilerle etkileşim içinde olmuşlardır. İnsanlar için beslenme açısından bitkiler hayati öneme sahiptir (Koçyiğit, 2005). Sebzeler, meyveler, tahıllar, baklagiller ve diğer bitkisel ürünler, insanların sağlıklı ve dengeli bir beslenme şekli elde etmelerine yardımcı olmaktadır. Protein, karbonhidrat, yağ, lif, vitaminler ve mineraller gibi birçok besin maddesini içermektedir. Tıbbi tedavilerde de kullanılmaktadır (Yıldırım, 2021; Sarker vd.,2007). Ülkemiz bulunduğu coğrafi konum sebebi ile birçok bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Dünya üzerinde bitki çeşitliliği açısından bu kadar zengin olan sınırlı sayıda ülke bulunmaktadır. Türkiye’de tür ve çeşitliliğin fazla olmasına ek olarak bitkiler hem biyolojik anlamda hem de genetik açısından ciddi bir potansiyel barındırmaktadır (Kendir vd., 2010).

Günümüzde hızla gelişen sanayi ve artan nüfus ile besin üretimi oldukça hızlanmıştır. Artan talebe karşılık, var olan teknoloji kullanıldığında besinlerden günlük alınması gereken ve vücudumuzun temel ihtiyacı olan bazı temel bileşenlerin miktarı karşılanamamaktadır. Değişen yemek kültürü, beslenme

alışkanlıkları, gıdaların yapısındaki bozukluklar insan sağlığını tehdit etmektedir. Buna ek olarak insan sağlığını tehdit eden başka unsurlar da bulunmaktadır. Artan hava ve çevre kirliliği, teknoloji çağının getirisi olan katkı maddesi içeren gıdalar, tüketimi çığ gibi büyüyen tıbbi ve zirai ilaçlar, düzensiz, sağlıksız, depresif ve kötü alışkanlıklar bulandıran yaşam stillerinin artışı buna örnek olarak gösterilebilir (Kasun, 2017).

İnsan sağlığının tehdit altında olması, artan hastalıklara karşılık kullanılan ilaçlar insan sağlığını kısır bir döngüye sokmaktadır (Başer, 1990). Bu durumla ilgili doğaya yönelik, doğal bitkilere yönelik, araştırmaların ve çalışmaların artmasına sebep olmuştur (Akay, 2006). Ulusal ve uluslararası basında bu konulara ve araştırmalara daha fazla yer verilmiştir (Ercisli, 2007; Exarchou vd., 2002).

Tıbbi bitkilerin kullanımının artması ile sağlık harcamalarına ayrılan bütçe dikkat çekmektedir (Sarker vd., 2007). Bilinçli tüketiciler artık kirlenmemiş ortamlarda yetiştirilen sağlıklı, lezzetli ve doğal fonksiyonel gıdalar talep ettikçe gıda ve sağlık arasındaki ilişki giderek derinleşmektedir. Sağlıklı ve dengeli bir beslenmeyi devam ettirmek için çok çeşitli besin kataloğuna sahip olma, öğrenme ve bu tür gıdalara daha fazla yatırım yapma isteği uyandırmaktadır (Nakamura vd., 2003). Yabani bitkiler kullanılarak, oluşturulan ilaçların artması insan sağlığı açısından ciddi önem arz etmektedir. Sentetik ilaçların yan etkisinin bulunması ve olumlu birden fazla biyolojik etkisi bulunan bitki özütlerinin yan etkisinin olmaması yabani bitkilerin tıbbi sektördeki yerini daha önemli hale getirmiştir (Roginsky vd., 2005).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun araştırmasına göre, farklı ülkelerdeki birçok insan bitkisel ham maddesi olan ilaçları sentetik ilaçlara tercih etmektedir (Sekar vd., 2010). Son 5 yılda dünya çapında bitkisel ilaç ticaretinin ihracatta 16,8 milyon dolar ve ithalatta ise 18,6 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir. Gıdalardaki yağ ve tuz gibi sağlıksız bileşenlerin azalması nedeniyle yemeklere lezzet katan bitkilerin kullanım oranında ciddi bir değişiklik gözlemlenmektedir (Binici, 2002; Bayram vd., 2010).

Tıbbi ve aromatik bitkiler alkaloidleri glikozitler, flavonoidler, fenoller, tanenler, uçucu yağlar ve renk maddeleri açısından çeşidi bol bir içeriğe sahiptir. Bitkisel sekonder maddeler ile özütlerin bir arada kullanılması mikropların giderilmesinde

oldukça etkili bulunmuştur (Ullah vd., 2015; Yetgin vd., 2018). Aynı zamanda vücudun yapısında bulunan zararlı dokuların iyileştirilmesi ve yenilemesini desteklemektedir. Aromatik ve terapötik bitkiler enfeksiyonların tedavisinde kullanılmaktadır (Lubbe vd., 2011; Nascimento vd., 2000).

Şifalı bitkiler, geleneksel ve modern tıpta gıda takviyelerinde, ilaçlarda ve sentetik ilaçların üretilmesine yönelik en çok tercih edilen biyo-kaynaklardır (Yetgin vd., 2018). Geleneksel şifalı bitkilerin artan kullanımını temel olarak kabul edilebilirlik, erişilebilirlik, modern tıp sisteminin yetersiz kapsamı, modern ilaçların yüksek maliyeti ve diğer biyomedikal faydalardan kaynaklanmaktadır (Berhanu vd., 2020; Zerabruk ve Yirga, 2012). Bu, çeşitliliği, erişilebilirliği, düşük maliyeti, etkinliği, tıbbi açıdan kullanılabilirliği ve minimum yan etkileri gibi birçok yönüyle anlaşılmaktadır (Afanyibo vd., 2019; Doshi vd., 2017; Samie vd., 2010). Modern ilaçların üretiminde şifalı bitkilerden yararlanılmaktadır. Doğrudan terapötik ajanların kaynağı olarak, karmaşık yarı sentetik bileşiklerin hazırlanmasında hammadde olarak ve yeni bileşiklerin bulunmasında taksonomik belirteçler olarak kullanılmaktadır (Fullas, 2001; Ramor ve Ponnampulam, 2008). Geleneksel ilaçların çoğu yerel olarak mevcuttur ve gelişmekte olan ülkelerde belirlenen standart tedavilerden daha uygun maliyete sahiptir. Bu tür ülkelerde gerekli tesislerin yetersizliğinden dolayı geleneksel şifalı bitkiler çoğu hastalığın tedavisinde tek seçenektir (Suppakul vd., 2003).

Tıbbi bitkiler farklı biyolojik aktivitelere sahiptir. Keşfedilen antimikrobiyal bileşiklerin büyük kısmı mikrobiyal ve bitkisel ürünlerdir (Berdy, 2005). Bitkiler tarafından üretilen antimikrobiyal maddeler, hayvan ve insan patojen mikroorganizmalarına karşı aktiftir (Samy ve Ignacimuthu, 2000; Parekh ve Chanda, 2008). İlaç direncine bağlı sorunların ortaya çıkması nedeniyle tıbbi bitkisel ürünlerin geleneksel tıpta kullanımına ilişkin geniş araştırmalar yapılmaktadır (Nascimento vd., 2000).

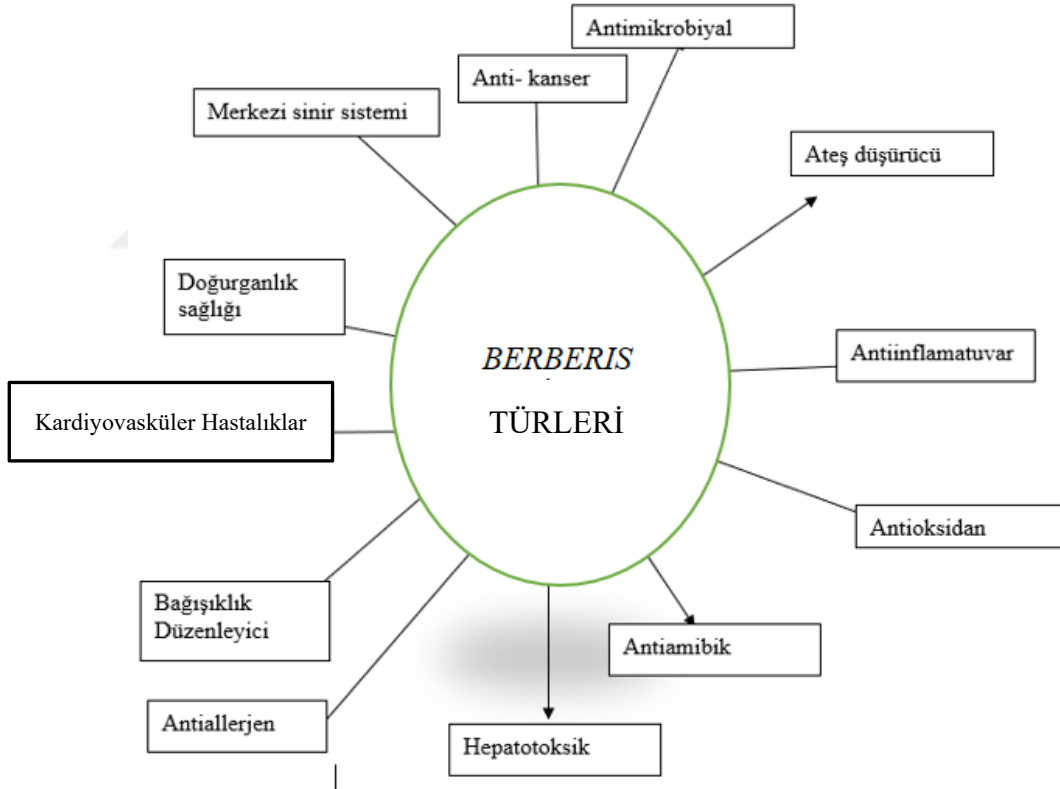
Bu çalışmada, ülkemizde farklı bölgelerde kendiliğinden yetişen *Berberis crataegina* DC. bitkisinin biyoaktif özelliklerinin (toplam antosiyanin ve toplam antioksidan içeriği, antosiyanin profili, *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirlik ve glisemik indeks düşürücü etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### LİTERATÜR TARAMASI

#### 2.1 *Berberidaceae* Familyası

*Berberidaceae* ailesi, çok yıllık otsu ve çalı formundayken, odunsu bölgesi sarı renklidir. Sarı rengin kaynağı otsu bölgelerde yoğun bulunan “berberin”dir. Familyaya adını veren çiçeklerindeki çanak yaprakların deniz hayvanlarının kabuğuna benzerliğinden dolayı Yunanca “beriberi” kelimesinden almaktadır. *Berberis* cins Asya, Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika ve Güney Amerika’nın ılıman bölgelerinde yetişmektedir (Şekil 2.1) (Yatırık vd., 1965; Shamsa vd., 1999).



Şekil 2.1: *Berberis*'in Geniş Yelpazede Etkileri

**Kaynak:** Srivastava vd., 2015

*Berberidaceae* familyası dünya çapında yaklaşık 14 cins ve 700 tür içermektedir. Ayrıca Türkiye'de dört yabani tür; *Berberis vulgaris*, *Berberis integerrima*, *Berberis crataegina*, *Berberis cretica* yetişmektedir. İlkel çağlardan beri bitkiler

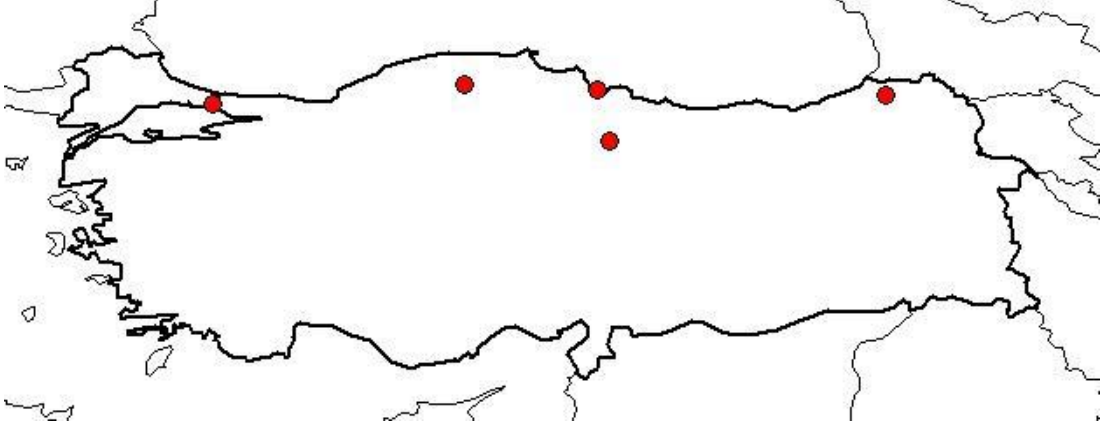
insanların ihtiyaçlarını karşılamış birçok amaçta kullanılmıştır. İnsanlar bitkileri genellikle gıda, ısınma, boyar madde ve tedavi amaçlı tercih etmiştir (Lin, 2005). Özellikle işlenmiş besinlerin fazla yan etkisinin olması insan sağlığını tehdit etmesiyle birlikte son yıllarda sadece bilinen bitkiler değil, yabani bitkilerde gıda olarak beslenme rutine dahil edilmiştir (Bağcı, 2000).

Aksakal ve arkadaşlarının halk arasında gıda amaçlı kullanılan bitkiler üzerine yaptėı araştırmalarda Erzurum ili ve çevresinden 30 köyde, 200 civarında kişi ile görüşülmüştür. *Berberis* türlerinden *Berberis crataegina* DC. ve *Berberis vulgaris* bitkilerinin sirke ve limon ile soslanarak salatalar yapıldėı belirtilmiştir. *Berberis crataegina* DC. Çiğ olarak ya da meyveleri turşu olarak kullanılırken *B. vulgaris* 'in çiğ olarak ve meyvelerin marmelat veya şurup olarak tüketildiğini bildirmişlerdir (Aksakal vd., 2008).

Yenilebilir yabani bitkilerin çeşitliliği, beslenme güvenliği ve sağlık yararları sağlama konusunda muazzam bir potansiyele sahip besinler ve biyoaktif bileşikler barındırmaktadır. Yerli halk için önemli bir besin kaynağıdırlar ve aynı zamanda geleneksel tıp sisteminde de kullanılmaktadırlar. İnsanlığın sağlıklı beslenmenin önemini kavramasıyla insan sağlığının korunması ve geliştirilmesinde Akdeniz tipi beslenme ön plana çıkmıştır. Coğrafi konumu nedeniyle Türk mutfağının büyük bir kısmına hkim olan Akdeniz tipi beslenmenin temelini yabani bitkiler ve bitki yemekleri oluşurmaktadır (Kılıç, 2010; Akgün vd., 2004).

### **2.1.1 Cinsleri**

Ülkemizde yetişen *Berberis* (*B.*) türlerinin dağılımı bölgelere göre değişiklik göstermektedir. *B. vulgaris* türü lkemizde İstanbul, Kastamonu, Artvin, Samsun, Tokat yöresinde yetişmektedir. Anavatanı Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya olarak belirtilmiştir (şekil 2.2) (Anşın vd., 1993; Christenhusz vd., 2016).



**Şekil 2.2: Berberis vulgaris' in Türkiye Geneline Dağılımı**

**Kaynak:** Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES), *Berberis vulgaris*

Halk arasında çoban tuzluğu, kızamık ve kadıntuzluğu şeklinde adlandırılmıştır. *B. vulgaris*, kalın dallı, dikenli bir çalı olup genellikle 500-1500 m rakımlarında yamaçlarda ormanlarda ve çalılıklar arasında yetişmektedir. Yaprakları dikenlerine oranla daha büyüktür. Yaprak uzunluğu 3-8 cm arasında değişkenlik göstermektedir. Sarı renkte olan genç gövdelerin dış kısmında bulunan kovucuklar siyah renktedir. 15-25 adet salkım şeklinde çiçekten oluşur ve bu çiçekler baharın ortasında açmaktadır. Meyveleri elips şeklinde büyüüp olgunlaşmakta ve 8-12 mm uzunluğa erişmektedir. Meyveler olgunlaştığında elips şekline benzer bir yapıda kırmızı üzüme benzemektedir (Ayna ve Arslanoğlu, 2019; Ergün, 2021).

*B. vulgaris*'in meyveleri vitamin C, malik asit ve tanen yönünden zengin olup yöresel kullanımda iştah açıcı, ateş düşürücü ve bağışıklığın kazanılmasında aktif olarak kullanılmaktadır. Aslında bu bitki yıllardır yörenin insanları tarafından yıllarca geleneksel ilaç olarak kullanılmıştır (Montazerifar vd., 2023).

Bitkinin kökleri ise doğal boya olarak tercih edilmektedir (Hanachi ve Golkho, 2009; Gundogdu, 2013).

Yaprakları ve meyveleri tadı mayhoş olduğundan kaynaklı yetişen yörelerdeki insanlar tarafından taze, kurutulmuş, reçel ve jöle şeklinde kullanılmaktadır. Gıda sanayisinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5) (Alavia ve Mazlounzadeh, 2012).



**Şekil 2.3: *B. vulgaris*'in Çiçek Formu**

**Kaynak** Ergün, 2021



**Şekil 2.4: *B. vulgaris*'in Bitki Formu**

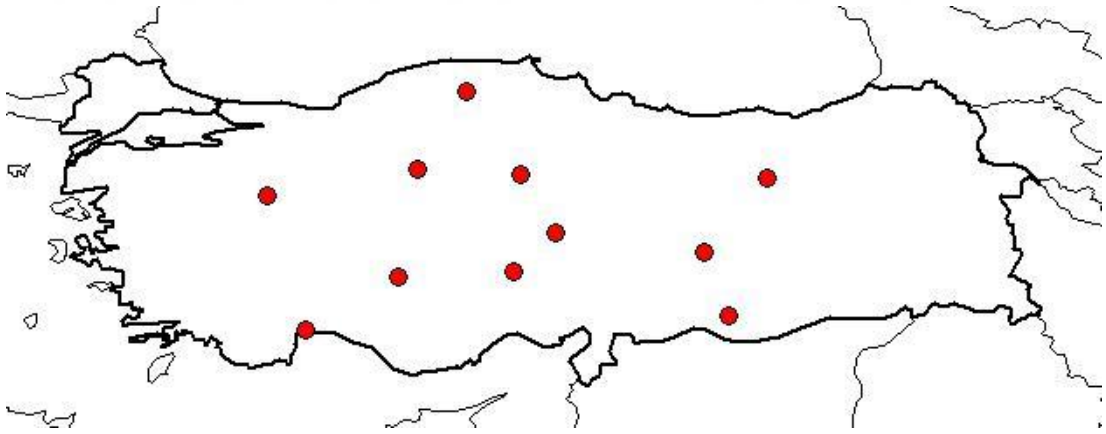
**Kaynak** Ergün, 2021



**Şekil 2.5: *B. vulgaris*'in Meyve Formu**

**Kaynak** Ergün, 2021

*B. crataegina* DC. türü ise Türkiye, Afganistan ve İran'ın, belirli bölgelerinde yetişmektedir. Ülkemizde Anadolu'nun kuzey, güney ve doğusunda yetiştiği bildirilmektedir. Kastamonu, Ankara, Yozgat, Şanlıurfa, Malatya, Niğde, Kütahya, Erzincan, Antalya, Kayseri şehirlerimizde yetişmektedir (Şekil 2.6) (Anşın vd., 1993).



**Şekil 2.6: *B. crataegina* DC.'nin Türkiye Geneline Dağılımı**

**Kaynak:** Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES), *B. Crataegina* DC.

*B. vulgaris* de olduğu gibi rakım 800-1500 m kayalık ve kurak yamaçlarda, yetişen *B. Crataegina* DC., çok yıllık bir çalı olup kışın yaprak döken, dikenleri bulunan ve boyu ortalama 2 metreye ulaşmaktadır. *B. crataegina* DC.'nin yaprak kenarı kaba ve dişli, uzunluğu 1-4 cm arasında değişmekte olup yaprakları dikenlerinden daha büyüktür. *B. crataegina* DC. incelendiğinde parlak koyu

kahverengi genç sürgünler üzerinde siyah lenstisellerin olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 2.7) (Anşin vd., 1993).



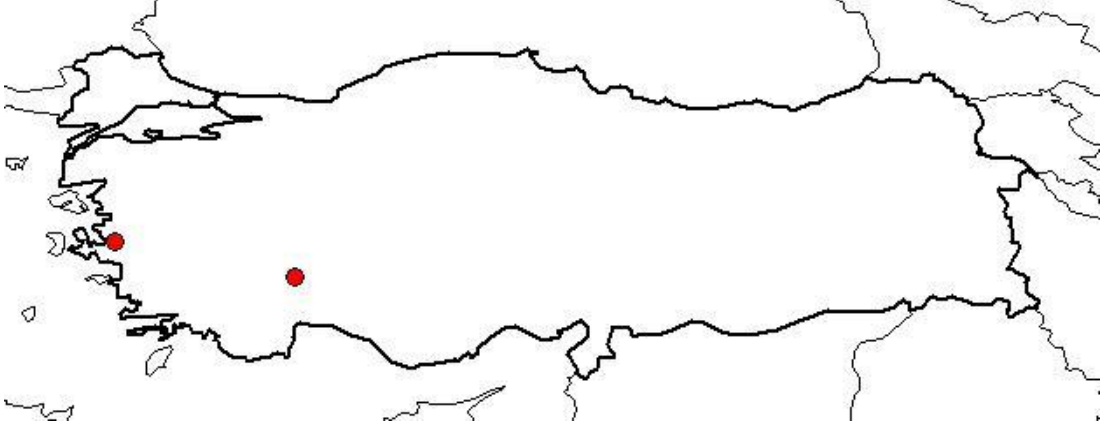
**Şekil 2.7: *B. crataegina* DC. Meyvesi**

**Kaynak:** Deveci ve Özaslan, 2022

Baharın sonu yazın başı Mayıs – Haziran aylarında çiçekleri salkım şeklinde açmaya başlamaktadır. Çiçeklerin sayısı 6 ile 15 arasında değişirken, meyveleri olgunlaştığında zaman siyah rengini almaktadır. Meyveler küçük kara üzüm meyvesine benzerken yine *B. vulgaris* gibi eliptik fakat renk olarak siyah bir şekilde olgunlaşmaktadırlar (Koşar, 1999; Küpeli vd., 2002).

Güneşte bekletilerek kurutulan meyveler, olası sağlık yararlarına ek olarak kurutulmuş meyvelerin ağırlıklı olarak atıştırmalık yiyecek olarak kullanılması Anadolu insanının günlük beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Güneşte kurutulmuş meyvelerin nem içeriği hava durumuna, dışarıdaki sıcaklığa, bağıl neme ve ayrıca üreticilere göre değişmektedir. *Berberis* meyveleri endüstriyel ürünler için de büyük önem taşımaktadır (Işıklı ve Yılmaz, 2011; Demirci, 2022).

*Berberis crataegina* DC. rakım olarak 100 - 1700 m arasında yetişirken, konum olarak kalker yamaçlarda yetişen çalı formunda yabani bir bitkidir. Bu bitkinin boyu 100 cm'den daha küçüktür. Yaprakları dikenlere kıyasla daha küçük olmasının yanında diken sayısı yapraklardan daha fazla olduğu bildirilmiştir. Oval bir yaprağa sahiptir ve gövdesi eflatun renginde, yaprak kenarları dikenli, dişli şekilde kenar uzunluğu 1-1,5 cm arasında değişmektedir. Yazın başında çiçek açmakta çiçekleri genellikle 4-10 çiçeğin bir araya gelmesiyle salkım şeklinde görünmektedir. Tamamen olgunlaşmış meyveleri koyu mor veya siyah renktedir (Şekil 2.8) (Belwal vd., 2020).



**Şekil 2.8: *B. cretica*'nın Türkiye Geneline Dağılımı**

**Kaynak:** Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES), *Berberis cretica*

Bir diğer *Berberis* türü olan *B. integerrima* bitkisinin asıl vatanı İran ve Türkiye'dir. Ülkemizde Gümüşhane ve Kastamonu bölgelerinde yetişmektedir. Boyu 3 m'ye kadar uzayan, dikenleri olan, dikenleri yapraklarından daha küçük olan, turuncuya çalan bir sarı, kahverengi veya açık kırmızı süngülere sahip olan *Berberis* türüdür. Dal üzerinde bulunan lentiselleri pek net değildir. Çiçekleri diğer türlere kıyasla daha çoktur ve aynı şekilde salkım şeklindedir. 6-18 adet arasında çiçekten oluşan bu bitkinin meyveleri olgunlaştıkça parlak bir kırmızı renge sahip olmaktadır (Fateh vd., 2015).

## **2.2 *Berberis crataegina* DC.**

*B. crataegina* DC., *Berberidaceae* ailesinin *Berberis* cinsine ait büyük önem taşıyan bir türdür. İçerisinde *Berberis* bulunduran bu bitki ismini çiçeklerindeki çanak kısmının deniz ürünlerine benzemesinden almıştır. Ilıman ülkelerde yetişen *B. crataegina* DC., anavatanı Türkiye ve İran'dır. Ülkemizde Ankara, Kastamonu, Erzincan, Konya, Yozgat, Kütahya, Kayseri, Antalya ve Kastamonu illerimizde yetişmektedir. *B. crataegina* DC. Türkiye'de yetişen 4 yabancı *Berberis* türünden bir tanesidir. *B. crataegina* DC., Anadolu'nun belirli yörelerine dağılmış şekilde bulunmaktadır. Bundan kaynaklı halk arasında birden çok isim ile adlandırılmaktadır. Genel olarak Karamuk ismi kullanılsa da Amberbaris, Diken üzümü, Yılkı çalısı, Garamık, Ekşimen (Kayseri'de) Gıraba, Gırabuh, Hatuntuzluğu, Kadıntuzluğu, Kamberiz, Karaca, Karamih, Karamık, Karamuk dikenli, Karanbuk, Kızambuk, Kızamık ve Sarı çalı olarak da anılmaktadır Yabancı bir çalı bitkisi olan *B. Crataegina* DC., hoş tadı ve mor-siyah

rengiyle dikkat çekmektedir. *B. Crataegina* DC., Anadolu'da yaygın olarak yetişen *Berberidaceae* familyasından yaprak döken yabancı bir çalıdır (Demirci vd., 2022).

*B. crataegina* DC. 'nın yaprakları küçük, çiçekleri sarı, meyveleri koyu mor-siyah renkli olup yaz sonu veya sonbaharda olgunlaşır. Berberin içeriğinden dolayı meyvesi ekşidir. *Berberis* (*Berberidaceae*) cinsi, yaklaşık 700 tür içeren, dikotiledonlu odunsu bitkilerin önemli bir cinsidir. Bu bitkinin farklı kısımları geleneksel tıpta farklı hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Çalının çiçekleri dallarda salkım şeklinde küçük gruplar halinde bulunmaktadır. Meyveler, genellikle yaz sonunda veya sonbaharda olgunlaşır. Çiçeklerinin açması 6 ay sürmektedir. *Berberis* meyveleri genellikle ekşi bir tadı vardır ve çoğu türü insanlar tarafından tüketilmez. Ancak bazı kültürel geleneklerde ve yerel kullanımlarda meyveleri reçel yapımında veya baharat olarak kullanılabilir (Tuzlacı, 2016).

Meyveler aynı zamanda kuşlar tarafından da tercih edilir. Bu nedenle, *Berberis* bitkileri, bahçelerde veya doğal habitatlarda kuşları çekmek için kullanılmaktadır. Karamuk bitkisinin siyahımsı meyvelerinin içeriğinde organik asitler (sitrik, tartarik ve malik asitler), tanenler, fazla miktarda C vitamini ve antosiyanini içerisinde barındırmaktadır. Karamuk meyveleri, ülkemizin değişik yörelerinde farklı isimle anıldığı gibi kullanım alanları da farklılık göstermektedir. Ülkemizin belirli yörelerinde tansiyon düşürücü, kan yapıcı, cilt, ağız, baş ağrısı, diyare, hemoroit, kabızlık, solunum problemleri, sarılık, soğuk algınlığı, kısırlık, mayasıl, romatizma, diyabet, mide ve bağırsak, kalp-damar dolaşım ve kadın hastalıklarının tedavisinde halk tarafından tercih edilen yabancı bir bitkidir (Yeşilada ve Küpeli, 2002).

**Tablo 2.1: Ülkemizin farklı yörelerinde Karamuk bitkisinin kullanımları**

<b>Kullanım Alanları</b>	<b>Karamuk Bitkisinin Kullanılan Yerleri</b>
Mide – bağırsak	Meyve – dal
Hemoroit	Meyve – kök- çiçek
Sarılık	Meyve – kök- çiçek
Safra	Meyve
Yara – kesik	Dal
İshal- kabızlık	Meyve – dal
Tansiyon	Meyve – yaprak
Soğuk algınlığı	Meyve – kök
Bronşit	Kök
Balgam söktürücü	Yaprak
Kansızlık	Meyve

**Kaynak:** Tuzlacı, 2016

### **2.2.1 Kimyasal Özellikleri**

Son yıllarda yabancı meyvelerin antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri ve içerdikleri çok sayıda faydalı bileşen nedeniyle besin ve bağışıklık sistemini güçlendirici gıda takviyesi olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yabancı bir çalı bitkisi olan *B. crataegina* DC. hoş tadı ve mor-siyah rengiyle dikkat çekmektedir. *B. crataegina* DC. Anadolu’da yaygın olarak yetişen *Berberidaceae* familyasından yaprak döken yabancı bir çalıdır (Demirci vd., 2022; Sönmezdağ vd., 2017).

Yaprakları küçük, çiçekleri sarı, meyveleri koyu mor-siyah renkli olup yaz sonu veya sonbaharda olgunlaşmaktadır. Bitkinin yetiştiği toprakların demir içeriğinin yüksek olmasına dikkat çekilmiştir. Berberin içeriğinden dolayı meyvesi ekşidir (Demirci vd., 2022; Eroğlu vd., 2020; Sioy vd., 2011).

*Berberis* cinsi, yaklaşık 700 tür içeren, dikotiledonlu odunsu bitkilerin önemli bir cinsi olarak yer almaktadır (Khan vd., 2015; Christenhusz ve Byng, 2016; Rahimi-Madiseh vd., 2017).

Bu bitkinin farklı kısımları geleneksel tıpta farklı hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır (Villinski vd., 2003; Biswas vd., 2015).

*Berberis crataegina* DC.'nin fenolik bileşiklerini, antioksidan aktivitelerini ve organik asit içeriğini değerlendirmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Charehsaz vd., 2015; Gulsoy vd., 2011).

Yapılan çalışmalar sonucunda *Berberis crataegina* DC. bileşiminde C vitamini ve fazla miktarda antosiyanin içerdiği görülmüştür (Gedikli, 2006). Karamuk meyvesinin tadı hafif mayhoştur. Meyveler olgunlaştığında siyahlaşmaktadır (Tuzlacı, 2016; Baytop, 1999).

Meyvedeki organik asitlerin içeriği tat dengesini, kimyasal stabiliteyi ve pH'ı ve dolayısıyla meyvenin kalitesini etkilemektedir (Hartwig ve McDaniel, 1995; Rubico ve McDaniel 1992). Özellikle tartarik asit, malik asit, laktik asit ve sitrik asit gibi  $\alpha$ -hidroksi asitler bu özelliklerden sorumludur. Polifenoller açısından ve antosiyanin içeriği bakımından zengindir (Eroğlu vd., 2020).

Antosiyanin stabilitesi çoğunlukla sıcaklık, pH, kimyasal yapı ve ışıktan etkilenmektedir (Castañeda-Ovando vd., 2009). Bu nedenle antosiyaninlerin ekstraksiyonu, antosiyaninlerin izolasyonu, tanımlanması ve gıda renklendirici olarak kullanılması için çok önemli bir adım olarak belirlenmiştir (Aşkın ve Küçüköner, 2019).

*B. crataegina* DC. palmitin, magnoflorin, berberin, berbamin gibi alkaloidleri barındırmaktadır (Ayna ve Arslanoğlu, 2019). Ayrıca kersetol, rutozit yapısında flavonoidler, malvidol formunda antosiyaninler içermektedir. Ayrıca yapraklarında kafeik asit ve klorojenik asit formunda fenolik bileşenler bulundurmaktadır (Kılıç ve Yusufbeyoğlu, 2022).

Bitkinin meyvelerinde 13 element, yaprakları için 12 elementin varlığı listelenmiştir. *B. crataegina* DC.'den elde edilen yaprak ve meyvelerin kurutulmuş numunelerin elementel bileşimlerine bakıldığında yaprakta en çok bulunan element sırası ile kalsiyum (11130-2389  $\mu\text{g/g}$ ) ve potasyum (7857–12210  $\mu\text{g/g}$ )'dur (Ercan, 2024). Kurutulmuş yaprakların kalsiyum içeriği kurutulmuş meyvelerden daha yüksek iken, kurutulmuş meyvelerin potasyum konsantrasyonu kurutulmuş yapraklardan daha yüksek bulunmuştur. Yaprakların bileşiminde bakır elementine rastlanmamıştır (Gulsoy vd., 2011).

Türkiye’ de yetişen *Berberis* türlerinin kökleri alkaloidal açıısından zengin olup, berberin, palmatin, berbamin, kolumbamin, oksiakantin ve magnoflorin, izokinolin gibi alkaloidler içermektedir. Belirtilen alkaloidlerin antiinflatuar etkiler gösterdikleri ortaya konulmuştur. Özellikle, berberin, berbamin ve palmatin adlı bileşiklerin oral ve topikal uygulamalarının, serarotonin kaynaklı ödeme karşı inhide edici özelliği belirlenmiştir. Aynı zamanda, berberin, berbamin ve palmatinin antinosiseptif ve antipiretik alkaloidler olduklarını bildiren diğler araştırmalar da bulunmaktadır. Türkiye’de yetişen *Berberis* türlerinde de bu alkaloidlere rastlanmaktadır. Örneğin, *B. Crataegina* DC.; %1,16 berberin ve %0,7 berbamin; *B. vulgaris* de %2,5 berbamin ve %1,24 berberin; *B. cretica*, %2,12 berbamin ve %1,33 berberin (%1.33); ve *B. integerrima* DC. ise %1,52 magnoflorin ve %1,19 berberin içermektedir (Koşar, 1999; Küpeli vd., 2002).

Ülkemizde yetişen *B. crataegina* DC., *B. vulgaris*, *B. cretica*, *B. integerrima* türlerinin berberin ve berbamin içeriği incelendiğinde en çok berberin içeren tür *B. cretica* iken en çok berbamin içeren tür *B. vulgaris* olarak bulunmuştur (Gulsoy vd., 2011).

### **2.3 Bitkilerde Bulunan Biyoaktif Bileşikler**

Son dönemlerde besin içeriği zengin olan fonksiyonel gıdaların, gastrointestinal sistem, kanser, kalp-damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon, ateroskleroz gibi hastalıkların korunması ve önlenmesi için tercih edilmesi yaygınlaşmaktadır (Karaağaç, 2010).

İçerisinde biyoaktif bileşenler barındıran veya bu bileşenler ile zenginleştirilen besinler fonksiyonel besin olarak adlandırılmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, ilaç veya herhangi bir besin takviyesi değildir. İçeriği zengin gıdalar olup günümüzde yeterli ve dengeli beslenme düzeninin önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu besinlerin insan sağlığını destekleyici olup hastalıklardan korunmasında ve kronikleşen rahatsızlıkların azalmasında büyük rol oynamaktadır (Coşkun, 2005; Çakıroğlu vd., 2018; Badu-Gyan vd., 2017).

Fonksiyonel gıdalar, içeriğinde biyoaktif bileşenler, sağlığın korunmasında ve birçok hastalığın önlenmesinde oldukça önemli yer edindiği belirtilmiştir (Castillo vd., 2018).

Son zamanlarda fonksiyonel besinlere olan ihtiyaç artmaktadır. Karotenoidler, n-3 yağ asitleri, izoflavonlar, flavonoidler, izosiyanatlar, fenolik bileşikler, polifenoller, fitoöstrojenler, çözünür lif, bitkisel stanoller, steroller, polyoller, prebiyotikler ve probiyotikler başlıca biyoaktif bileşenlerdir (Ashwell, 2002; Uyar vd., 2010; Eroğlu vd., 2020).

*Berberis* cinsi, etkili tıbbi özellikleri nedeniyle dünya çapında çeşitli geleneksel tıp sistemlerinde önemli bir yere sahiptir. Hindistan'ın eski Ayurveda literatürü, *Berberis* sp.'nin sapı veya kökünden elde edilen bir ekstrakt olan Rasaut'un kullanımlarını kaydetmiştir. Rasaut'un göz hastalıklarını ve yavaşlayan ülserleri tedavi etmek için özel kullanımları Hindistan'da büyük bir ün kazanmıştır. Britanya Farmakopesi'nde, *Berberis* ve Mahonia'nın çeşitli türlerindeki aktif madde olan alkaloid berberin, doğudaki yaraların tedavisinde başarılı kullanımı nedeniyle dahil edilmiştir. *Berberis* türünün kökleri, terletici ve ateş düşürücü olarak kullanılmaktadır. Bu bitkinin aynı zamanda kardiyovasküler, hepato-koruyucu, antimikrobiyal ve anti-kanser aktiviteleri olduğu da kanıtlanmıştır. Bu nedenle *Berberis* cinsinin bir incelemesi, tüm faaliyetlerini, etnobotanik iddialarını, farmakolojik etkisini kimya ile ortaya koymak için yapılmıştır (Srivastava vd., 2015).

Berberin, organik katyonların yapısal bir sınıfı olan, karakteristik olarak sarı olan, iki halka çiftini birleştiren bir nitrojen atomuyla dört bağlantılı benzen halkasına sahip olan ve her uçta iki oksijen atomu yoluyla değiştirilmiş olan protoberberin alkaloitlerinin önemli bir temsilcisi yer almaktadır. Çeşitli *Berberis* türlerinden çok çeşitli alkaloitler berberin, berbamin, Palmitin, jatrorrhizin ve izotetrandrin izole edilmiştir (Gülsoy vd., 2011).

### **2.3.1 Antioksidanlar**

Antioksidanlar vücudumuzdaki hastalığa sebep olan serbest radikallerin varlığını inhibe ederek sağlıklı hücrelerin bütünlüğünü korumaktadır. Sağlıklı bir yaşamın sürekliliğini devam ettirmek için bol antioksidanlardan zengin bir beslenme düzeni oluşturulmalıdır (Prior ve Cao, 1999).

Antioksidan vücudumuzda üretildiği gibi dışardan besinlerle beraber alınabilmektedir. Gıdalardan alınan belirli antioksidanlar askorbik asit,

flavonoidler, E ve A vitaminleri, polifenoller ve karotenoidler olarak belirtilmiştir. Güçlü ve arkadaşlarının meyve ve sebze tüketimi üzerine yaptıkları araştırmalar sonucunda antioksidan içeriği yüksek meyveler ve sebzelerin tüketilmesi durumunda bazı kanser çeşitlerinde ve kalp hastalıklarının oluşumu geciktirilmiştir (Güçlü vd., 2009).

Kontrolsüz kan şekeri artışı oksidatif stresin gelişmesine yol açtığı konusunda çalışmalar yapılmıştır. Oksidatif stres birçok hastalığın patogenezinde katkıda bulunan ana faktörlerden biri arasında yer almakta ve çok sayıda komorbiditenin gelişmesine neden olmaktadır (Dludla vd., 2017; Zhang vd., 2020).

Serbest radikaller, özellikle reaktif oksijen türleri (ROS), oksidatif stres ilerlemesinde merkezi bir rol oynamaktadır. ROS proteinlerin yapısını ve işlevlerini etkilemekte, lipid peroksidasyonunu (LPO) yükseltmekte, DNA hasarına yol açmakta, sinyal yollarını ve inflamatuvar süreçleri aktive etmektedir (Adwas vd., 2019; Patel vd., 2018).

Serbest radikallerin oluşumunu engellemesi, radikal tepkimeleri ve oluşan radikallerin inhibe edilmesinde antioksidanların büyük önem taşıdığı bildirilmiştir. Meyve ve sebzelerle doğal antioksidan etkili bileşikler (askorbik asit, tokoferoller, karotenoidler, flavonoidler, fenolik asitler ve tiyoller) vücudun hastalıklara yakalanma riskini azaltmaktadır. Flavonoid açısından zengin bitkilerle beslenmek birçok kronik hastalıklara yakalanma riskini (kanser, kalp, akciğer, karaciğer) azaltmaktadır (Arıdur, 2013).

### **2.3.2 Fenolik Bileşikler**

Fenolik bileşikler bir diğer ismi ile polifenoller olarak anılmaktadır. Bitkilerde bulunma miktarı değişkenlik gösterirken bulunma amacı da değişkenlik göstermektedir (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010).

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin büyük çoğunluğunda bulunmaktadır. Öyle ki bu bileşiklerin oranı veya miktarı bulunduğu meyvenin veya sebzenin tadı, ekşiliği, aroması gibi özelliklerinin oluşmasında rol almaktadır. Yapılan çalışmalar, meyvelerin fenolik bileşiklerce sebzelere kıyasla daha zengin olduklarını göstermektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

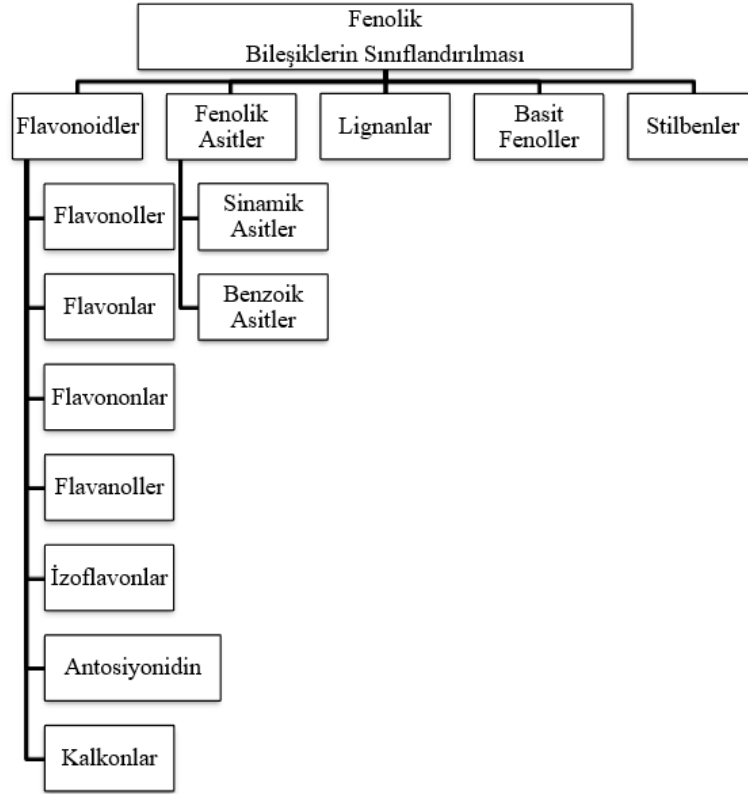
Flavonoidler fenolik bileşiklerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Flavonoid başlığının altında kalkonlar, flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavanoller, izoflavonlar, antosiyanidinler bulunmaktadır (Baião vd., 2017).

Bu grupta vücudumuza en az yararı dokunan flavonoid türü flavonlar olarak belirlenmiştir. Flavonlar diğer besin türlerine oranla en fazla sebzelerde bulunmaktadır ve sebzelerde doğal pestisit görevi üstlenmektedir (Hostetler vd., 2017).

Flavonoidler biyoaktif özelliklerine baktığımızda inflamasyona karşı, antioksidan, tümör oluşumunu engelleyici, bağışıklık sistemini güçlendirici yönlerinin olduğu bulunmuştur (Kahraman vd., 2002).

Fenolik bileşikler alt gruplarının çeşit ve bulunma sıklığından ötürü sağlık ile ilişkilendirilmiştir. Bitkilerde, meyve ve sebzelerin bileşiminde, çekirdek ve çiçeklerde, bitkinin kabuğunda fenolik maddeler bulunmaktadır. Bitkisel preparatların içerisinde bulunup insan sağlığına olumlu etkileri eski çağlardan bu zamana kadar bilinmektedir. Fakat bilimin ilerlemesi bu olumlu etkilerin insan sağlığı için ne kadar önemli olduğu belirlenmiştir (Shahidi ve Naczki, 1996).

Fenolik bileşikler bitkilerde homojen olarak dağılmamakla birlikte bitki kaynaklı fenolikler içerisinde en fazla dağılmış grup flavonoidler olarak belirtilmiştir. Flavonoidler dahil tüm fenolik bileşiklerin üzerinde yapılan çalışmalar hızla devam etmektedir. Fenolik bileşikler, antiinflamatuvar, antibakteriyel ve antialerjik etkiler göstermektedir. Epidemiyolojik çalışmalar sonucunda, kişilerin günlük flavonoid tüketiminin artması durumunda, kardiyovasküler hastalıklarda ve çeşitli kanser türlerinde olumlu sonuçlar alınabileceği bildirilmiştir (Şekil 2.9) (Halvorsen vd., 2002).



**Şekil 2.9: Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması**

**Kaynak:** Kahraman vd., 2002

Flavonoidlerden biri olan flavonlar tahıllarda, maydanoz, biberiye, kekik gibi tıbbi bitkilerde, sebzelerde ve sebze yapraklarında bulunduğu bilinmektedir. Bitkide yüksek oranda bulunması durumunda bitki dokularının alacağı renklerin veya tadın anlaşılmasında rol almaktadırlar. Örnek olarak turuncgillerden gelen acı tatların flavon içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Peterson ve Dwyer, 1998).

### 2.3.3 Antosiyaninler

Antosiyaninler antioksidan ve antiinflamatuvar olarak birçok hastalığın önleminde ve tedavi edilmesinde rol oynamaktadır. Mor, mavi, kırmızı renkli meyvelerde yüksek oranda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda oksijen radikallerinin absorbe edilme oranına sahip olduğu belirlenmiştir. (Lee ve vd., 2017).

Bitkiler, insan diyetine önemli miktarda antosiyanin (ACN) sağlar; bunların meyve ve sebze alımı ile kronik hastalık arasındaki ters ilişkiye katkıda

bulunduğu düşünölmektedir. ACN'ler, Şeker kısımlarına bağlı bir antosiyanidin (aglikon) içeren bitki yapılarında bulunan pigmentlerdir. Siyanidin, peonidin, pelargonidin, malvidin, delfinidin ve petunidin, meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan başlıca antosiyaninlerdir (Millar vd., 2017).

Antosiyaninler bitkilerde yaygın olarak bulunmaktadır. Çeşitli meyve, sebze ve t0evlerinde g0zlenen kırmızı, mor ve mavi pigmentleri barındırmaktadır (Khoo vd., 2017). Antosiyaninlerin bileŐimi, gıdanın kaynağı ve eŐitliliđi (Kim ve Lee, 2020) gibi çeşitli fakt0rlerin yanı sıra mevsimsel deđiŐiklikler ve çevresel koŐullar (Hinojosa-G0mez, vd., 2020) gibi çeşitli fakt0rlere bağlı olarak farklılaŐmaktadır. Ek olarak, gıdanın durumu, taze, dondurulmuŐ veya kurutulmuş olması gibi fakt0rler (Sun vd., 2020) ve gıdanın saklanma ve hazırlanma Şekli, 0rneğin soyulmuŐ veya soyulmamıŐ olması da antosiyanin konsantrasyonunda rol oynamaktadır (Kim ve Lee, 2020; Di Gioiavd., 2020).

Meyve ve sebzelerde bulunan antosiyaninlerin miktarı, 30 ila 1500 mg/100 g arasında 0nemli 0l0de değişmektedir (Fernandes vd., 2014). Bu bileşikler, anti-karsinojenik, kardiyoprotektif, antidiyabetik ve n0roprotektif 0zellikler sağlama potansiyelleriyle ilişkili, antioksidan ve anti-inflamatuar 0zellikler de dahil olmak 0zere çok çeşitli biyolojik aktiviteler sergilemektedir (Alam vd., 2021).

Prospektif kohort çalıŐmalarının g0ncel meta-analizleri, antosiyanidin alımlarının kardiyovask0ler hastalık (KVH) (Kimble vd., 2018), ve tip 2 diyabet (T2DM) (Guo vd., 2016), riski ile ters ilişkili olduğunu bildirmiştir; bu da ACN alımının kardiyometabolik faydalarını d0Ő0nd0rmektedir. Manolescu vd. (2019), inmenin 0nlenmesinde ACN t0ketiminin sağlık yararları ile ilgili çalıŐmaları g0zden geçirerek epidemiyolojik, *in vitro*, *in vivo* ve klinik çalıŐmalardan elde edilen verileri sunmaktadır.

ACN'lerin ve metabolitlerinin, doğrudan ve dolaylı mekanizmalar yoluyla beyindeki fel patofizyolojisini sınırlayabilen vask0ler endotelyumun korunmasındaki yararlı etkilerine dair kanıt sağlarlar. ACN'lerin kan basıncıyla ilgili diğer vask0ler faydaları Vendrame vd. (2019) tarafından vurgulanmaktadır.

Son zamanlarda, ACN alımının bağırsak mikrobiyotasını ve bağırsak sağlığını mod0le etmedeki 0nemli rolleri ortaya çıkmıŐtır. Kanıtlar, ACN alımının sağladığı sağlık yararlarının kısmen bağırsak mikrobiyotasına bağlı olduğunu

göstermektedir (Wang vd., 2012). ACN'ler, bağırsak mikrobiyomunu modüle ederek konakçı sağlığı üzerindeki dolaylı etkilerinin ötesinde, bağırsakla ilişkili lenfoid dokuda bulunan bağışıklık hücreleri aracılığıyla bağırsak sağlığını doğrudan etkileyebilir. Pei ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, aronya meyvesi tüketiminin, bağışıklık hücrelerinin ve mide-bağırsak dokularının antioksidan fonksiyonunu modüle ederek koliti engelleyip engellemediğini değerlendirmişlerdir (Pei vd., 2019). Farelerde kolit oluşturmak için, saf T hücrelerini rekombinaz aktive edici gen-1 eksikliği olan (Rag1-/-) hayvanlara uyarlamalı olarak aktarıldığında antosiyaninler, pozitif yüklü oksijen atomlarından dolayı diğer flavonoidlerden daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu saptanmıştır (Kong vd., 2003).

Yaban mersini özlerinden izole edilen delfinidin süperoksit türlerini temizleme konusunda en yüksek yeteneğe sahip olduğunu, bunu 1 µM petunidin, malvidin, siyanidin, peonidin ve pelargonidin'in izlediğini bildirilmiştir (Rahman vd., 2006).

### **2.3.3.1 Antosiyanin Türleri**

Doğada 1000 türden fazla antosiyanin olduğu iddia edilmiş olup, bitkilerden en yaygın bulunan 3 tür siyanidin (kırmızı pigmenti), peonidin ve malvidin olarak tespit edilmiştir. Bu 3 tür antosiyaninlerin %90'ını oluşturmaktadır. (Sigurdson vd., 2018).

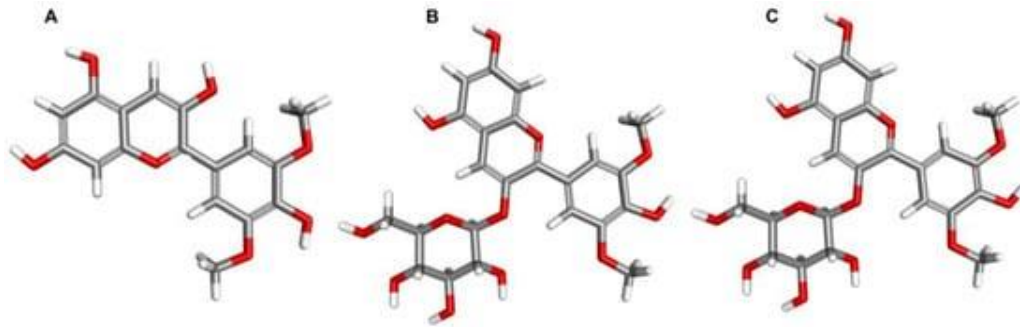
Antosiyaninler doğada yaygın olarak sebzelerde, meyvelerde ve bunların türevlerinde görülürken özellikle kırmızı, mavi ve mor renklere sahip bitkilerde bulunmaktadır (Konczak ve Zhang, 2004). Meyveler, kırmızı şarap, sebzeler ve diğer meyveler antosiyaninlerin ana kaynakları arasında yer almaktadır (Cappellini vd., 2021).

Antosiyanin seviyeleri farklı türler arasında anlamlı ölçüde değişiklik göstermektedir. Bu seviyeler öncelikle bitki genotiplerinden ve daha az ölçüde tarımsal uygulamalardan, yetiştirme alanından, mevsimsel değişkenlikten, iklim koşullarından, sıcaklık ve ışığa maruz kalma olasılığı, olgunlaşma aşaması ve hasat zamanının yanı sıra işleme ve depolama için benimsenen yöntemlerden dolayı değişkenlik göstermektedir (Horbowicz vd., 2008).

Antosiyanin pigmentleri, gıdanın duyusal özellikleri üzerinde büyük öneme sahiptir. Bu ise onları gıda renklendirici olarak kullanım için tercih edilir hale getirmektedir. Ancak antosiyaninler, renklendirici kapasitelerinin ötesinde tüketicilere çok sayıda sağlık açısından faydası bulunmaktadır (Liu vd., 2018).

Meyve ve sebzeler açısından zengin bir diyetin parçası olarak antosiyaninlerin, başta kardiyovasküler, metabolik ve nörodejeneratif hastalıklar olmak üzere çeşitli hastalık patolojilerinin başlangıcını ve ilerlemesini önlemede önemli bir rol oynadığı fikrini destekleyen giderek artan epidemiyolojik ve klinik kanıt bulunmaktadır. Antosiyaninlerin sağlık açısından faydalarına incelendiğinde, serbest radikal temizleme kapasitelerine ve vücutta homeostatik dengenin korunmasıyla ilişkili inflamatuvar sitokin sinyalini modüle etme yeteneklerine değinilmektedir (Konczak ve Zhang, 2004).

Malvidin, en önemli altı antosiyaninden biridir ve O -metillenmiş antosiyanidin ailesinin bir üyesidir. Doğada esas olarak malvidin-3-glukozit ve malvidin-3-galaktozid gibi glikosile edilmiş formunda bulunur ve şeker kısmı C halkasının 3. pozisyonuna eklenir (Şekil 2.10) (Luo vd., 2018).



**Şekil 2.10: Malvidin (A) Ve Seçilmiş Glikozitlerinin Yapısı: Malvidin-3-Glukozit (B) Ve Malvidin-3-Galaktozid (C).**

**Kaynak:** Luo ve ark., 2018

Malvidin, görünür bir mor renk sergiler, mavi renkli çiçeklerde bol miktarda bulunur ve kırmızı şarapta ana kırmızı pigment olarak görev yapar. Malvidin glikozitlerin dağılımı farklı bitki türleri arasında değişiklik gösterir; malvidin 3-glukozit ve malvidin 3-galaktozid en çok meyvelerde, malvidin 3,5-diglikozid ise çiçeklerde bol miktarda bulunmaktadır. Üzüm ağırlıklı olarak malvidin-3-glukozid içermektedir. Malvidin glikozitlerinin şeker kısımları gıdalarda yaklaşık

%7 oranında bulunmaktadır. Malvidin hem kısa hem de uzun vadeli hücresel aktivitelerin düzenlenmesinde baskın bir rol oynamakta ve önemli antioksidan özellikler sergilemektedir (Luo vd., 2018). Siyanidin, meyvelere turuncu kırmızı rengini verdiklerinden bu renkteki sebze ve meyveler siyanidin içermektedir. Peonidinler ise bulunduğu meyvelere açık kırmızı rengini verdiklerinden bu renkteki sebze ve meyvelerde peonidin olduğu bilinmektedir. Pelargonidin, bitkilere turuncu ve pembe rengini vermektedir (Keleş, 2015). Peonidin, en önemli antosiyaninlerden biri arasında yer almaktadır. Bulunduğu meyvelere açık kırmızı rengini verdiklerinden bu renkteki sebze ve meyvelerde peonidin olduğunu bilinmektedir (Luo vd., 2018).

### **2.3.3.2 Antosiyaninler ve Sağlık**

Aronya meyvesi ve özütü kullanılarak deney hayvanları ve insan üzerinde yapılan klinik araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalara göre, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Kardiyovasküler (KVH) veya tip 2 diyabet (T2DM) hastası metabolik sendromlu (Mets) bireylerde serum antioksidan kapasitesinin arttığını ve üredeki 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OhdG) seviyesinin düştüğünü görülmüştür (Welch vd., 2012; Espinosa-Moncada vd., 2018);
- Bağırsak mikrobiyotası ve bağırsak sağlığı üzerinde olumlu etkileri tespit edilmiştir (Wang vd., 2012);
- Bağırsak lenfoid dokularında bulunan bağışıklık hücrelerini stimüle ettiği, kolit semptomlarını hafiflettiği gözlemlenmiştir (Pei vd., 2019);
- Kesin mekanizmaları belirsiz olmasına rağmen kemiklerdeki antioksidan savunma belirteçlerinde olumlu tesir gösterdiği ve dolaylı olarak kemik sağlığını iyileştirdiği belirlenmiştir (Zheng vd., 2016; Sakaki vd., 2018).

## **2.4 Berberin**

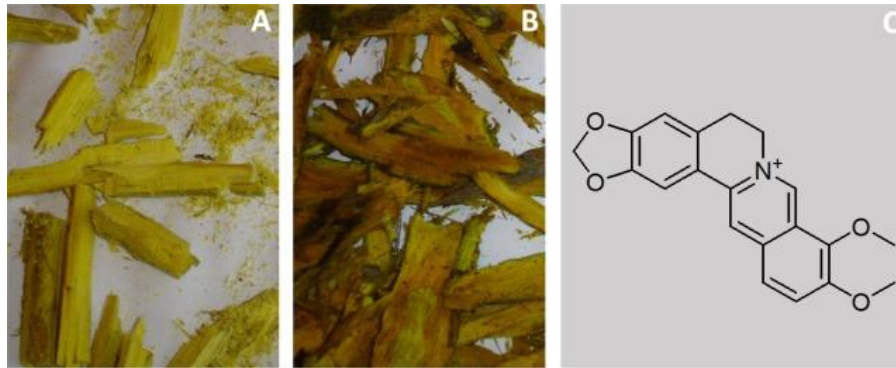
Karamuk, gıda tekstil ve tıp alanlarında kullanılmaktadır. Geleneksel olarak Berberis türlerinin sap ve kabuklarından yapılan içecekler hemoroit ve romatizmal artrit, salınım ve dolaşım rahatsızlıklarında, kadın hastalıklarında

kullanılmaktadır. Berberin ürünlere sarı rengini vermektedir (Yeşilada vd., 2002; Tuzlacı, 2016). Berberin geleneksel Çin tıbbında Berberis cinsinin saplarından ve köklerinden elde edilen bir alkaloid olduğundan birçok hastalıkta kullanılmaktadır (Chen vd., 2014; Singh vd., 2015).

Diyabet ve obezite dünya çapında yaşanan hastalık olup yaş ve cinsiyet fark etmeden birçok insanın hayatını tehdit etmektedir. Tedavisinde ilaç kullanılmakta fakat bozula glikoz ve lipit metabolizmasında kalıcı bir iyileşme gözlemlenmemektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda berberinin *in vitro* ve *in vivo* olarak glukoz ve lipit metabolizmasının düzenli bir biçimde çalışmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir (Siow vd., 2011; Potdar vd., 2012).

Berberinin, antibakteriyel (Jamshaid, 2020), antiinflamatuar (Habtemariam, 2016), antidiyabetik (Liang vd., 2019) ve obezite gelişimini önleyici (Tabeshpour vd., 2017) etkileri olduğu rapor edilmektedir.

Yapılan çalışmalarda berberinin metformine metabolizmasına benzer bir işlevi ve hiperglisemi ile hiperlipidemi düzenleyici etkisi olduğunu ileri sürmektedir belirtilmiştir (Dong vd., 2012; Wang vd., 2010; Imenshahidi ve Hosseinzadeh, 2019; Cheng vd., 2006; Yin vd., 2002; Turner vd., 2008; Gwinn vd., 2008).



**Şekil 2.11: Berberinin Yapısı ve Şifalı Bitkilerdeki Görünümü**

**Kaynak:** Habtemariam, 2016

## 2.5 Biyoerişilebilirlik ve Biyoyararlılık

Meyvelerin doğal pigmentleri güçlü antioksidan aktiviteye sahip insan sağlığına faydalı biyoaktif bileşiklerdir. Ancak, bu yararlı bileşiklerin insan vücudu tarafından etkili bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağı, biyoerişilebilirliklerine ve biyoyararlanımlarına bağlıdır. Biyoerişilebilirlik, alınan pigmentlerin bağırsak

tarafından emilen oranını göstermekte iken, biyoyararlanım ise sindirim ve emilimden sonra insan vücudunun kan dolaşımına giren doğal pigmentlerin sayısını ifade etmektedir (Lila vd., 2016; Singh vd., 2020).

Doğal pigmentlerin kimyasal özellikleri de biyoerişilebilirliklerini ve biyoyararlanımlarını etkilemektedir. Bununla birlikte, bu doğal pigmentlerin kimyasal özellikleri, şeker ve organik asitler gibi diğer besin öğelerinden daha kararsızdır. Bu nedenle, kararlılık arttıkça, biyoyararlanım da artmaktadır (Cortez vd., 2017).

Oral yol ile alınan fenolik bileşiklerin (flavonoidler ve antosiyanidinler) biyoerişilebilirliği %5-10 olarak belirlenmiştir (Cardona vd., 2013).

Antosiyanidinlerin biyoyararlanımı ve biyoerişimi diğer flavonoidlerden düşüktür (Fernandes vd., 2014; Sengul vd., 2014). Yakın tarihli çalışmalar, flavonoid C6-C3-C6 omurga yapısını koruyan, nispeten yüksek konsantrasyonlu ve stabil antosiyanidin ara metabolitlerin varlıklarını ortaya koymuştur (Zhang vd., 2017). Bu nedenle, Flavonoidler, özellikle antosiyanidinler ve proantosiyanidinler, karotenoidlerden çok daha düşük bir antioksidan kapasiteye sahiptirler (Chen, 2015). Ancak, suda çözünür özellikleri sayesinde flavonoidler, yağda çözünen karotenoidlere oranlar, insan vücudu tarafından daha kolay emilmektedirler. Bu ise, daha yüksek biyoyararlanım ve biyoerişilebilirlik anlamına gelmektedir (Tagliazucchi vd., 2010).

## **2.6 Berberis Türlerinin Biyoaktif Özellikleri**

*Berberis vulgaris* L.'nin meyveleri, kabukları, kök kabukları ve kökleri, resmi tür olarak, böbrek problemlerini tedavi ettiği, mide-bağırsak bozuklukları için spazmolitik ve kolagog, solunum rahatsızlıkları için ve dolaşım hastalıkları için uyarıcı ve vazodilatör olduğu ve ateş düşürücü olarak kullanıldığı rapor edilmektedir (Baytop 1999; Blumenthal vd., 1998).

Azerbaycan halk hekimliğinde de *B. vulgaris* L. kabuğunun konsantre sulu ekstraktının romatizma ve ateş tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Damirov vd., 1988).

Bu bitki Bulgaristan'da da benzer amaçlarla kullanılmaktadır (Ivanovska ve Philipov, 1996). Diğer bazı *Berberis* spp. Uzak Doğu geleneksel ilaçlarında da

benzer amaçlarla tarif edilmektedir: *B. chengi* Chen'in sulu ekstraktı kökler ve kabuklar çeşitli inflamatuvar durumları tedavi etmek ve ateşi bastırıcı özelliklere sahip olmak için kullanılmaktadır (Cyran, 1989).

Prostasilin inhibisyonu yoluyla etki eden ajanların, önceki testlerde önemli anti-artritik ve inflamatuvar aktiviteye sahip olan ekstrakt/fraksiyonların aynı zamanda güçlü antipiretik aktiviteye de sahip olduğu bulunmuştur. Aktif bileşen olan berberin ayrıca farelerde asetik asit kaynaklı kıvrınma refleksine karşı doza bağımlı ve güçlü bir ağrı kesici aktivite göstermiştir (Sharma vd., 2010).

Günümüzde yapılan birçok araştırmada Karamuk bitkisinde bulunan flavonoidlerin birçok hastalığın belirtilerini azalttığı ve bu hastalıkların oluşumunu inhibe ettiği ortaya konulmuştur (Naczki ve Shahidi, 2004).

*Berberidaceae* familyasından gelen bitki meyvelerinde yüksek oranda antioksidan saptanmıştır (Singh ve Kakkar, 2009; El-Merahbi vd., 2014).

Berberinin antinosiseptif ve antidepresan benzeri aktivitesinin, inflamatuvar barsak hastalığının (IBH) tedavisinde terapötik kullanımı için bir etki mekanizması olarak hizmet ettiği gösterilmiştir (Chen vd., 2013, Chen vd., 2014)

Çok sayıda çalışmada aynı zamanda berberinin metal şelasyonu, reaktif oksijen ve azotlu türlerin (ROS/RNS) aktif olarak temizlenmesi ve ayrıca ROS/RNS üretiminin baskılanması yoluyla doğrudan antioksidan etki gösterdiğini vurgulamışlardır (Shan vd., 2011).

Farklı *Berberis* türlerine ait bileşikler ve bu türe sahip farmakolojik ve biyolojik etkilerine bakıldığında antihistamik, antikolinjik, antiiltihabik, antimikrobiyal, antibakteriyel, antikanserojik, antiemetik, antipiretik, anti-pruritik, antioksidan, antiinflamatuvar, hipotansif, antiaritmik, sedatif, antinosiseptif, antikolinjik, kolesistit, kolelitiazis, sarılık, dizanteri, leishmaniasis, sıtma, safra taşları, hipertansiyon, iskemik kalp hastalıkları, akut ishallerde, düşük kan şekerinde, göz hastalıklarında, mide hastalıklarında, kardiyak aritmiler ve kardiyomyopatilerde kullanılmıştır (Rounsaville ve Ranney, 2010; Kafi ve Balandri, 2002 ; Tomosaka vd., 2008).

*Berberis* ailesi askorbik asit, K vitamini, reçine, tanen, birden fazla triterpenoid, fazla miktarda fitokimyasal madde, 10'dan fazla fenolik bileşik ve 30'dan fazla alkaloid lunbudurmaktadır. Berberin, berbamin, jatrorrhizin, columbamin,

berberubin, oksikantin, palmatin önemli alkaloidleri içermektedir. Bununla birlikte kuversetin ve flavonoidleri barındırmaktadır. (Farhadi ve Gavadifar 2008; Laamech vd., 2015).

Bu çalışmada ülkemizde kendiliğinden yetişen karamuk bitkisinin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Gereç

Bu çalışmada, 2023 yılı Ağustos ayında Kayseri ilinde doğal yetişen bir bitki olan *B. crataegina* DC. meyvesi kullanılmıştır. Toplanan yabani meyve örnekleri İZÜ Sabri Ülker Ar-Ge Merkezine getirilmiş ve ileri analizlere kadar +4 °C’de saklanmıştır.

#### 3.2 Yöntemler

##### 3.2.1 Ekstraksiyon

*B. crataegina* DC. antosiyanin ekstraksiyonu, degassing işlevselliği olan ultrasonik (ISOLAB, 10L; 320W, 40 kHz) su banyosunda, 30±5 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyonda %0,1 formik asit (Merck 100262, Darmstad, Almanya) ile asidifiye edilmiş ve %80 (v/v) metil alkol-su solüsyonu kullanılmıştır. 20 g örnek 100 mL çözügen içinde karıştırılmış ve su banyosunda 20 dk %100 frekans şiddette ultrason uygulamasına maruz bırakılmıştır. Devamında ise, Whatman no.1 filtre kâğıdı kullanılarak süzülerek +4°C’ de saklanmıştır (Chaturvedi ve Yadav, 2019).

##### 3.2.2 Toplam Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi

Monomerik antosiyanin içeriği pH değişim yöntemi ile belirlenmiştir (Lee vd., 2005).

A: pH 1,0 tampon çözeltisi (potasyum klorür, 0,025 M)

B: pH 4,5 tampon çözeltisi (sodyum asetat, 0,4 M)

1 mL örnek 4 mL tampon çözelti ile karıştırılmış ve absorbansları UV-Spektrofotmetre (Shimadzu UV-1280 model, BK) ile 520 ve 700 nm’ de ölçülmüştür. Her tampon çözelti için absorbans okumaları aşağıdaki eşitlik ile siyanidin-3-glikozit eküvelanı (mg/L) cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Monomerik Antosiyanin Miktarı} : \frac{A \times MA \times SF \times 10^3}{a \times l} \quad (1)$$

A (Absorbans): (A520nm) pH1-(A720nm) pH1- (A520nm) pH4.5 + (A720nm) pH4.5

MA: siyanidin-3-glikozitin molekül ağırlığı (449,2g/mol)

SF: Seyreltme Faktörü

L= Küvet ışık yolu

$\epsilon$ : 26 900 cm<sup>-1</sup>

10<sup>3</sup>: gramdan miligrama çevirme katsayısı

### 3.2.3 Toplam Antioksidan Aktivite (DPPH)

Örneklerin DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal temizleme aktivitesi Kim vd. (2002) yöntemi takip edilerek gerçekleştirilmiştir. %80 metanol solüsyonunda 100 µM DPPH reaktifi hazırlanmıştır. 0,1 mL örnek ekstraktı 2,9 mL DPPH çözücüsü ile karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Sonraki adımda, 517 nm dalgaboyunda UV-VIS Spektrofotometre ile absorbans okumaları alınmıştır (Kim vd., 2002).

### 3.2.4 HPLC ile Antosiyanin Profilinin Belirlenmesi

Antosiyanin profili Simões vd. (2009) çalışmasındaki yöntem izlenerek yapılmıştır. HPLC cihazın parametreleri aşağıda belirtilen şekilde ayarlanmıştır.

- Mobil faz A: %7,5 formik asit içeren asetonitril
- Akış hızı: 1 mL, Enjeksiyon hacmi: 20 ppm
- Kolon: C18 Supelco, Dalga boyu: 520 nm, Sıcaklık: 20 °C
- Mobil faz B: %7,5 formik asit içeren saf su

Akış programı (Şekil 4.1):

- 1 dk: 3% A + 97% B
- 4 dk: 25-30% A + 75-70% B (toplam 28 dk)

- 7 dk: 30% A + 70% B (toplam 35 dk)
- 10 dk: %3 A + 97% B (toplam 45 dk)
- 11 dk: 3-15% A + 97-85% B (toplam 12 dk)
- 12 dk: 15-25% A + 85-75% B (toplam 24 dk)



**Şekil 4.1: İZÜ Sabri Ülker Ar-Ge Merkezi HPLC Cihazı**

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### **3.2.5 *In-vitro* Antosiyanin Biyoerişilebilirliği**

*B. crataegina* DC. meyve örneklerinin biyoerişilebilirliğinin Lee vd. (2016) çalışmasında kullanılan *in vitro* gastrointestinal sindirim modeli kısmen modifiye edilerek belirlenmiştir. Model mide ve bağırsak ortamlarını taklit etmektedir. Bu bağlamda, 100 mL Falcon tüpüne *B. crataegina* DC. örneğinden 200 mg tartılarak, sırasıyla mide ve ince bağırsak ortam çözeltileri eklenmiştir. Mide ortamı simülasyonu için, karışım üzerine 12 mL mide solüsyonu pipetlenmiştir. Karışım, 30 sn vortekslenmiştir. Homojenize edilen karışım 37 °C / 1 saat

çalkalamalı inkübatörde bekletilmiştir. İnce bağırsak ortamını taklit için, mide ortamında hazırlanmış olan karışıma 10 mL daha mL ince bağırsak solüsyonu konulmuş ve üzerine 5 mL safra çözeltisi eklenmiştir. Devamında, çözelti, 37 °C / 2 saat tekrar çalkalamalı inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. Sindirim süresi bitiminde, elde kalan karışımın hacmi deiyonize su ile 50 mL'e tamamlanmıştır. Hacmen tamamlanan çözelti, 8000 rpm/10 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüjlenen karışım 0,22 mikron CA filtreden geçirilerek süzülmüştür. Sindirim öncesi ve sonrası örneklerdeki antosiyanin miktarı HPLC ile belirlenmiştir. Örneğin biyoerişilebilirliği 2 numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır (Wang vd., 2015)

$$\% \text{ Biyoerişilebilirlik} = (\text{Sindirim Sonrası Antosiyanin Miktarı} / \text{Sindirim Öncesi Antosiyanin Miktarı}) * 100 \quad (2)$$

### 3.2.6 Glisemik İndeks Düşürücü Etkinliği

*in-vitro* nişasta sindirilebilirliği standart ekmek ve unlu ürünler için takip edilen yöntem uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Uğur vd., 2022).

Kullanılan enzimler:

- Enzim Çözeltisi 1 Pepsin/Guar Gum
- Enzim Çözeltisi 2 pankreatin, amiloglukosidaz ve invertaz

0,1 gr ekmek üzerine 1 mL ekstrakt ilave edilmiştir. Üzerine 5 mL deiyonize su ve 10 mL enzim çözeltisi-1 eklenerek sindirim başlatılmıştır. Protein hidrolizi için, karışım, 37 °C' deki çalkalamalı su banyosunda (175 vuruş/dk) 30 dk inkübasyona bırakılmıştır.

Devamında, 0,5 M 5 mL sodyum asetat çözeltisi eklenmiştir ve pH 5,2'ye ayarlanmıştır. Bir sonraki adımda, 5 mL Enzim Çözeltisi-2 ilave edilerek toplam hacim deiyonize su kullanılarak 50 mL'ye tamamlanmıştır.

Karışım çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Çözelti, sindirim enzimlerinin denatürasyonunu tamamlamak için kaynar su banyosunda 5 dk tutulmuştur. Sıvı örnek 15 mL'lik Falkon tüpe aktarılmış ve hacim 50 mL'ye tamamlanmıştır. Tüpler 8000 g'de 10 dk santrifüj edilmiştir.

Son adım olarak, glikoz içeriği toplam nişasta (TN) belirlemede olduğu gibi ölçölmüştür.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR

Bu çalışmada, *B. crataegina* DC. bitkisinin HPLC yöntemi ile biyoaktif (toplam antosiyanin miktarı, toplam antioksidan aktivite, *in-vitro* antosiyanin sindirilebilirliği ve glisemik indeks düşürücü) özellikleri incelenmiştir. Bulgular, karamuk bitkisinin yüksek biyoaktif özelliklere sahip olduğu ve gıda ve beslenme sektöründe farklı nütrisyonel değerlendirme potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur.

#### 4.1 Toplam Antosiyanin Miktarı

*B. crataegina* DC. örneklerinin antosiyanin ekstraksiyonu metanol yerine etanol kullanılarak yapılmış olup, toplam antosiyanin seviyesi 409,4 mg/100 g yaş meyve olarak tespit edilmiştir.

#### 4.2 HPLC ile Antosiyanin Profili

*B. crataegina* DC. örneklerinin, en yüksek miktarda bulunan antosiyanin 85,48 mg ile Siyanidin-3-O-glikozit, sonrasında 82,05 mg ile Delfinidin-3-O-galaktosid, sonrasında 50,91 mg ile Peonidin-3-O-glukozit, sonrasında 49,35 mg ile Siyanidin-3-O-rutinosid, sonrasında 21,93 mg ile Pelargonidin-3-O-glukozit olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan ise, en az miktarda bulunan antosiyanin 1,48 mg ile Petunidin-3-O-glukozit saptanmıştır. Karamuk meyvesinin antosiyanin profili Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1: *B. crataegina* DC. Meyvesi Antosiyanin Profili Bulguları**

Antosiyanin	mg/100 g yaş meyve
Delfinidin-3-O-galaktosid	82.05
<i>Siyanidin-3-O-glikozit</i>	85.48

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.1 (Devam): *B. crataegina* DC. Meyvesi Antosiyanin Profili Bulguları**

<i>Antosiyanin</i>	<i>mg/100g yaş meyve</i>
Siyanidin-3-O-rutinosid	49.35
Petunidin-3-O-glukozit	1.48
Pelargonidin-3-O-glukozit	21.93
<i>Peonidin-3-O-glukozit</i>	<i>50.91</i>

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

#### **4.3 Toplam Antioksidan Aktivitesi**

*B. crataegina* DC. örneklerinin toplam antioksidan aktivitesi %89,7-92,3 tespit edilmiştir.

#### **4.4 *in vitro* Antosiyanin Biyoerişilebilirliği**

*B. crataegina* DC. örneklerinin *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliği tablo 4.2.' de verilmiştir. Tabloya göre göre, en yüksek konsantrasyon siyanidin-3-O-rutinozid klorür %97,6 ve en düşük konsantrasyon ise pelargonidin-3-O-glikozit klorür için %78,4 olarak belirlenmiştir.

Diğer antosiyanin biyoerişilebilirlik yüzdeleri azalana doğru; delfinidin klorür ve delfinidin 3-O- $\beta$ -D-glikozit klorür, (%90,1), peonidin-3-O-glikozit klorür (%78,4), malvidin-3-O-glikozit klorür (%77,5), siyanidin 3-O-glikozit (%75,4) ve pelargonidin 3-O-glikozit klorür (%68,4) olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2: Antosiyanin Biyoerişilebilirliği (%) Bulguları**

Antosiyanin Türü	Biyoerişilebilirlik (%)
Malvidin-3-O-glikozit klorür	77.5
Peonidin-3-O-glikozit klorür	78.4
Siyanidin-3,5-di-O-glikozit	n.d.

n.d: Tespit edilemedi

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.2 (Devam): Antosiyanin Biyoerişilebilirliği (%) Bulguları**

Antosiyanin Türü	Biyoerişilebilirlik (%)
Siyanidin-3-O-rutinozit klorür	97.6
Siyanidin 3-O-glikozit	75.4
Delfinidin klorür, Delfinidin 3-O-β-D-glikozit klorür	90.1
Pelargonidin 3-O-glikozit klorür	68.4

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.5 Glisemik İndeks Düşürücü Etkinlik

*B. crataegina* DC. örneklerinin in vitro glisemik indeks bulguları hesaplanmıştır. Ekmek örneğinin hidroliz indeksi (HI) 100, pGI değeri 94,6, GI değeri 66, 1 mL örnek eklendiğinde, HI 74, pGI değeri 81 ve GI değeri ise 54 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3: in-vitro Glisemik İndeks Bulguları**

	Miktar	Hidroliz İndeksi (HI)	pGI	GI
Ekmek [E]	0.1 g	100	94.6	66.0
Örnek	0,1g E + 1 mL örnek	74	81.0	54.0

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

*B. crataegina* DC. Örneklerinin biyoaktif özelliklerine ait konsolide veriler Tablo 4.4'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.4: *Berberis crataegina* DC. Meyvesi Konsolide Biyoaktif Özellikler Bulguları**

Özellik	Değer
pH	3.5-3.8
Toplam Antosiyanin	409.4 mg/100g (yaş ürün)
Toplam Antioksidan Aktivite (DPPH)	%89.7 – 92.3
<i>İn vitro</i> Antosiyanin Biyoerişilebilirlik	%78-86

**Kaynak:** Öğrenci tarafından oluşturulmuştur.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, *B. crataegina* DC., bitkisi meyvesinin toplam antosiyanin miktarı, toplam antioksidan aktivite, *in-vitro* antosiyanin sindirilebilirliği ve glisemik indeks düşürücü gibi bazı biyoaktif özellikleri HPLC tekniği ile incelenmiştir. Bulgular, ana antosiyanin bileşiğinin siyanidin-3-O glikozit olduğunu ve toplam antosiyanin miktarının 409,4 mg/100 g yaş meyve olduğunu göstermiştir. *İn-vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliği en yüksek siyanidin-3-O-rutinosid klorür için %97,6 tespit edilmiştir. Glisemik indeks düşürücü etkinliği %74 olarak belirlenmiştir. Özetle, karamuk bitkisinin yüksek biyoaktif özelliklere sahip olduğu ve gıda ve beslenme sektöründe farklı nütrisyonel değerlendirme potansiyeli olduğunu göstermiştir.

#### 5.1 Tartışma

Tıbbi ve aromatik bitkiler alkaloidleri glikozitler, flavonoidler, fenoller, tanenler, uçucu yağlar ve renk maddeleri açısından zengin bir içeriğe sahiptirler. Bitkisel sekonder maddeler ile özütlerin bir arada kullanılması insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler göstermekte ve bazı hastalıkların tedavilerinde kullanılmaktadır (Lubbe vd., 2011; Yetgin vd., 2018). Tıbbi bitkiler farklı biyolojik aktivitelere sahiptir. Keşfedilen antimikrobiyal bileşiklerin büyük kısmı mikrobiyal ve bitkisel ürünlerdir. İlaç direncine bağlı sorunların ortaya çıkması nedeniyle tıbbi bitkisel ürünlerin geleneksel tıpta kullanımına ilişkin geniş araştırmalar yapılmaktadır (Nascimento vd., 2000). Bu araştırmada kullanılan *B. crataegina* DC. palmitin, magnoflorin, berberin, berbamin gibi alkaloidleri barındırmaktadır. Ayrıca kersetol, rutozit yapısında flavonoidler, malvidol formunda antosiyaninler içermektedir. Ayrıca yapraklarında kafeik asit ve klorojenik asit formunda fenolik bileşenler bulundurmaktadır (Kılıç ve Yusufbeyoğlu, 2022). Türkiye’de yetişen *B. crataegina* DC.; %1,16 berberin içerir (Küpeli vd., 2002). Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların, gastrointestinal sistem, kanser, kalp-damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon, ateroskleroz gibi hastalıkların korunması ve önlenmesinde kullanımı yaygınlaşmaktadır (Karaağaç, 2010).

Önemli doğal bitkilerden birisi ise *crataegina* DC. olup, insan sağlığını destekleyici özellikleri ile gelecek için ümit vermektedir (Çakıroğlu vd., 2018). Bu çalışmada, ülkemizde doğal yetişen *B. crataegina* DC. bitkisi meyvelerinden elde edilen özütün bazı biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Bu sebeple çalışmamız literatüre bilimsel veriler sunarak önemli katkıda bulunmuştur.

Bu çalışmada, *B. crataegina* DC. meyvesi örneklerinde toplam antosiyanin HPLC tekniği ile miktarı 409,4 mg/ 100 g yaş meyve olarak bulunmuştur. Antosiyaninler meyvelerde, sebzelerde ve çiçeklerde bulunan ve sağlık faydaları olan doğal pigmentlerdir (Taghavi vd., 2022). Doğal pigment türleri arasında antosiyaninler, suda çözünen pigmentlerin en büyük grubunu temsil etmektedirler. Antosiyaninler bir flavonoid ailesi olup, son zamanlarda, 635 farklı antosiyanin türü izole edilmiş ve 23 adet antosiyanidin tanımlanmıştır. Antosiyaninler, kararsızdırlar ve ekstraksiyon, saflaştırma, üretim ve depolama sırasında ayrışabilmektedir. Antosiyaninin potentini etkileyen faktörler, renk, pH ve sıcaklığın kimyasal yapısıdır. Bununla birlikte, antosiyaninin dayanıklılığı, üretim sürecinde ve polimerizasyonda askorbik asit, metaller, şeker, oksijen, ışık ve enzimler gibi diğer birçok faktöre bağlı olmaktadır (Le vd., 2019). Literatürde farklı meyvelerin toplam antosiyanin miktarlarını bildiren araştırma sonuçları bulunmaktadır. Güncel çalışmalara baktığımızda meyvelerin antosiyanin içerikleri; yaban mersini 299,6-214,7 mg/100 g, böğürtlen 134,6-152,2 mg/100 g, siyah Frenk üzümü 128-411 mg/100 g, mavi yemiş 62,6-280 mg/100 g, aronya 311,02-460,5 mg/100 g, turna yemişi 19,8-65,6 mg/100 g, ahududu 38-65 mg/100 g, kırmızı Frenk üzümü 7,5-7,8 mg/100 g ve çilek 20,07-39,08 mg/100 g rapor edilmiştir (Çağlar ve Demirci, 2017). Sosonowska vd. (2022) ve Mazilu vd. (2021), siyah aronya meyvesinde toplam antosiyanin miktarını, olgunlaşmamış üründe tespit edemezken, yarı olgun aronyada 1,29 mg/100 g yaş meyve ve olgun meyvede ise 2,64 mg/100 g yaş meyve olarak bulmuşlardır. Viskels vd. (2009), Amerikan kızılıcak meyvesinin 4 farklı çeşidinde en yüksek antosiyanin düzeyini 15,8 mg/100 g yaş meyve olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, *B. crataegina* DC. meyvesi toplam antosiyanin miktarı 409,4 mg/100 g yaş meyve belirlenmiştir. Bizim bulgumuza göre, *B. crataegina* DC. meyvesinin toplam antosiyanin içeriğinin literatürde verilen diğer doğal meyvelerin seviyelerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, *B. crataegina* DC. meyvesinin

fonksiyonel besin ingrediyesi olarak potansiyel kullanım olanağı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, incelenen *B. crataegina* DC. meyvesinin antosiyanin profili HPLC metodu kullanılarak incelenmiştir. Bulgulara göre; konsantrasyonu en yüksek antosiyanin bileşik siyanidin-3-O-glukozit (85,48 mg/100 g) olarak belirlenmiştir. Bu bileşigi azalan derişime göre sırasıyla; delfinidin-3-O-galaktosid (82,05 mg/100 g), peonidin-3-O-glukozit (50,91 mg/100 g), siyanidin-3-O-rutinosit (49,35 mg/100 g), pelargonidin-3-O-glukozit (21,93 mg/100 g) ve petunidin-3 O-glukozit (1,48 mg/100 g) izlemiştir. Meyve ve sebzeler farklı antosiyanin bileşikleri içermektedirler. *Berberis crataegina* DC.'nin fenolik bileşiklerini, antioksidan aktivitelerini ve organik asit içeriğini değerlendirmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Charehsaz vd., 2015). Meyve ve sebzelerde çoğunlukta bulunan antosiyaninlerden başlıcaları; siyanidin-3-O-glukozit, delfinidin-3-O-glukozit, malvidin-3-O-glukozit, pelargonidin-3-O-glukozit ve petunidin-3-O-glukozit'tir (Patras vd., 2010). Siyanidin-3-O-glukozit, iyi tanınan doğal bir antosiyanidindir. Antioksidan ve antiinflamatuvar özellikler sergilemektedir (Tan vd., 2019). Ayrıca, Baek vd. (2023), Siyanidin-3-O-glukozit'in beyin ve kognitif (bilişsel) becerileri arttırdığını; Yang vd. (2023) ise, anti-kardiyo, nörokoruyucu, antikanserojen, antidiyabetik, antitrombotik etkileri olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda *Berberis crataegina* DC. bileşiminde organik asitler, tanen, C vitamini ve fazla miktarda antosiyanin içerdiği görülmüştür (Gedikli, 2006). Diğer taraftan ise, en düşük konsantrasyona sahip olan petunidin-3-O-glukozit (1,48 mg/100 g) ise *B. crataegina* DC.'nin minör antosiyanini olarak tanımlanmıştır (Demirci vd., 2022). Son yıllarda yabancı meyvelerin antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri ve içerdikleri çok sayıda faydalı bileşen nedeniyle besin ve bağışıklık sistemini güçlendirici gıda takviyesi olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır (Sönmezdağ vd., 2017). Antosiyaninlerin, kronik hastalıklardan korunmada altta yatan etki mekanizmaları karmaşık olup, daha fazla açıklama gerektirmektedir (Blesso, 2019). Bizim araştırmamızda, literatür ile uyumlu olacak şekilde miktarca en yüksek antosiyanin bileşik siyanidin-3-O-glukozit olarak tespit edilmiştir. Bu antosiyanin bileşigin sağlık etkileri bulguları göz önüne alındığında, *B. crataegina* DC. meyvesinin düzenli tüketiminin ve de

besin formülasyonlarında değerlendirilmesinin insan sağlığı açısından faydalar sunacağı anlaşılmıştır.

Bu araştırmada, *B. crataegina* DC. meyvesinin toplam antioksidan düzeyi % 89.7- 92.3 aralığında belirlenmiştir. Literatürde, farklı doğal meyvelerin toplam antioksidan seviyelerine dair çalışmaların sonuçları mevcuttur. Örneğin, Biasi vd. (2023), altın çilek meyvesinin antioksidan aktivitesi DPPH (mmal TE/g) cinsinden %12 olarak bulmuşlardır. Bir diğer araştırmada, Lu vd. (2021), domates ve şeftali antioksidan aktivitelerini sırasıyla, %13,3 ve %21,68–69,78 olarak tayin etmişlerdir. Prior vd. (1999), yaban mersinin antioksidan kapasitesini %17,8-67,0, Jiao ve Wang (2000) ise böğürtlenin için %0,01-0,14 ile Ehlenfeldt ve Prior (2001) mavi yemişte %0,09 bulmuşlardır. Diğer taraftan, Proteggente vd. (2009)'nın yaptıkları bir çalışmada, meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerinde azalana doğru sırasıyla; çilek>ahududu=kırmızı erik> kırmızı lahana>greylift = portakal> ıspanak > brokoli > yeşil üzüm = soğan > lahana > bezelye > elma > karnıbahar=domates= şeftali=pırasa > muz = marul sıralamasını yapmışlardır. Bizim bulgularımız, *B. crataegina* DC. meyvesinin toplam antioksidan aktivitesinin literatürde bildirilen çoğu meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerinden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu sebeple, *B. crataegina* DC. meyvesinin yüksek antioksidan aktivitesi göz önünde bulundurularak, insan sağlığını korumaya dönük olası değerlendirilme olanaklarının bilimsel şekilde ve daha geniş kapsamlı analizler ile ele alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada, *B. crataegina* DC. örneklerinin *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliği %78-86 olarak tespit edilmiştir. Biyoerişilebilirlik bulgularına göre, en yüksek konsantrasyon siyanidin-3-O-rutinozit klorür %97,6 ve en düşük konsantrasyon ise pelargonidin-3-O-glikozit klorür için %78,4 olarak belirlenmiştir. 3-O-rutinozit klorür, doğal kaynaklı bir antosiyanin olup, antioksidan, antihiperglisemik, antiglikasyon ve kardiyokoruyucu etkileri rapor edilmiştir. Ancak, hiperlipidemik etki mekanizması henüz net şekilde anlaşılabilmiş değildir (Thilavech ve Adisakwattana, 2019). Literatürde, değişik meyvelerde siyanidin-3-O-rutinozit klorür seviyesini bildiren araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin, Tomas (2022), ahudududa, siyanidin , siyanidin-3-glukozit ,siyanidin-3-rutinozid, pelargonidin-3-glukozit ve penoidin oranlarını

sırasıyla; %41, %14, %17, %16 ve %28 olarak bildirmiştir. Benzer şekilde, literatürde diğer araştırmalar farklı meyvelerde antosiyanin Biyoerişilebilirlik oranlarını rapor etmişlerdir. Örneğın, Aguilón-Osma vd. (2019), çarkıfelek meyvesinde (Passion Fruit), 120.dk sonunda, ince bağırsakta flavonoidler sindirilebilir oranlarını sırasıyla kamferol için 0,020 µg/g ve kuversetin için 0,07 µg/g saptamıştır. Bir diğerk çalışmada, Odriozola-Serrano vd., (2023), kuşburnu meyvesinde biyoerişilebilirlik oranlarını flavonol bileşikler için %73,3 ve de flavan-3-ol için %71,4 bulmuştur. Ayrıca, Kumari ve Gunathilake (2020), teze yabanmersini (*Vaccinium angustifolium*) meyvesinde toplam flavonoidlerin biyoerişilebilirlik oranını % 17,6 tayin etmiştir. Özetle, bizim çalışmamızda, *B. crataegina* DC. *in vitro* antosiyanin biyoerişilebilirliğı %78-86 oranı ile literatürde belirtilen diğerk araştırmaların bulguların anlamlı şekilde daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, *B. crataegina* DC. meyvesinin klinik olarak deney hayvanları ve insan katılımlı araştırmalar ile daha geniş ve detaylı şekilde incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada *B. crataegina* DC. örneklerinin *in vitro* glisemik indeks bulguları hesaplanmıştır. Ekmek örneğinin hidroliz indeksi (HI) 100, pGI değeri 94.6, GI değeri 66, 1 mL örnek eklendiğinde, pGI değeri 81, HI 74 ve GI değeri ise 54 olarak tespit edilmiştir. Literatürde, bu konuda gerçekteştirilen çalışmalar bulunmaktadır. Örneğın, Li vd. (2023) yaban mersini, siyah frenk üzümü ve mavi hanımeli çiçeğı antosiyaninleri mısır nişastasının *in vitro* sindirilebilirliğı üzerindeki düzenleyici etkilerini incelenmişlerdir. Bulgulara göre, üç antosiyanininin eklenmesinin *in vitro* sindirilebilirliğı %73,8'ten %57,3'e düşürdüğü; dirençli nişasta eklenmesinin ise %4,4'ten %48,8'e çıkardığı tespit edilmiştir. Bir diğerk araştırmada ise, Subiria-Cueto vd. (2024), fenolik bileşiklerce ve diyet lifince zengin üzüm melası ve pıkan cevizi kabuğunun unlu mamül formülasyonlarına eklendiklerinde, normal ekmeğere göre, tüm formülasyonlarda glisemik indeksi anlamlı şekilde düşürdükleri ve bu sebeple Sağılık açısından daha faydalı ürünlere dönüştürüldüklerini göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda, 1 mL örnek eklendiğinde, pGI değeri 81, HI 74 ve GI değeri ise 54'e düşmüştür. Bulgularımız, diğerk uluslararası literatür ile benzer sonuçlar göstermiştir. Özetle, *B. crataegina* DC. meyvesinin düşük glisemik indeksli

fonksiyonel besin formülasyonlarında kullanılabilir uygun bir doğal meyve olduğunu göstermiştir.



## SONUÇ

Bu çalışmada, *B. crataegina* DC., bitkisi meyvesinin toplam antosiyanin miktarı, toplam antioksidan aktivite, *in vitro* antosiyanin sindirilebilirliği ve glisemik indeks düşürücü gibi bazı biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Özetle, *B. crataegina* DC. (Karamuk bitkisi) meyvesinin yüksek biyoaktif özelliklere sahip olduğu ve nütrisyonel açıdan sağlıklı ürünlerin formülasyonlarında ingrediye olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde *B. crataegina* DC. bitkisinin yetiştirilmesi ile sağlıklı besin formülasyonlarının çeşitliliğın artması önem taşımaktadır. Bu yüzden *Berberis* familyasına ait bitkilerle ilgili daha fazla sayıda geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu noktadan hareketle, elde edilen sonuçlardan yola çıkarak aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- *B. crataegina* DC. meyvesi ve aynı familyadan diğer meyvelerin artarak değerlendirileceği göz önünde bulundurularak, nütrisyonel kalitenin ve de potansiyel sağlık etkileri kapsamlı araştırılmalıdır;
- *B. crataegina* DC. meyvesinin değerlendirilme teknolojileri ve uygulama alanları netleştirilmelidir;
- Bu alanda, yüksek lisans ve doktora araştırmaları özendirilmelidir.

## KAYNAKÇA

- Adwas, A. A., Elsayed, A., Azab, A. E., & Quwaydir, F. A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J. Appl. Biotechnol. Bioeng*, 6(1): 43-47.
- Afanyibo, Y., Esseh, K., Idoh, K., Koudouvo, K., Agbonon, A., & Gbeassor, M. (2019). Toxicity And Antioxidant Activity Of *Syzygium Aromaticum*, *Mondia Whitei*, *Carissa Spinorum* And *Caesalpinia Bonduc*. *The Journal Of Phytopharmacology*, 8(3):124-128.
- Aguillón-Osma, J., Luzardo-Ocampo, I., Cuellar-Nuñez, M. L., Maldonado-Celis, M. E., Loango-Chamorro, N., & Campos-Vega, R. (2019). Impact of in vitro gastrointestinal digestion on the bioaccessibility and antioxidant capacity of bioactive compounds from Passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves and juice extracts. *Journal of Food Biochemistry*, 43(7): e12879.
- Akay Diri, H. (2006). *Salvia Candidissima* Vahl. Uçucu Bileşenlerinin Karakterizasyonu ve Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi (Master Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Akgün B, Alma, MH, Ertaş M, Fidan MS. (2004). Kahramanmaraş yöresinde kullanılan geleneksel bitki türleri ve kullanım yerleri. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*. Van:305-310.
- Aksakal, Ö., & Kaya, Y. (2008). Erzurum ve çevresinde halk tarafından gıda amaçlı olarak kullanılan bitkiler. *Türkiye*, 10: 21-23.
- Alavi, N., & Mazlounzadeh, S. (2012). Effect of harvesting and drying methods of seedless barberry on some fruit quality. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences (Online)*, 11(1): 51–55.
- Anşin, R., & Özkan, Z. C. (1993). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. *Ktü Orman Fak. Yayın*, 19: 512.
- Aşkın, B., & Küçüköner, E. (2019). Antosiyaninlerin Stabilesini Etkileyen

- Ayna, Ö. F., & Arslanoğlu, F. (2019). Anadolu Coğrafyasında Yayılış Gösteren Berberis Türleri Ve Geleneksel Kullanımı. *International Journal Of Life Sciences And Biotechnology*, 2(1): 36–42.
- Baek, H., Sanjay, N., Park, M., & Lee, H. (2023). Cyanidin-3-O-glucoside protects the brain and improves cognitive function in APP<sup>swe</sup>/PS1 $\Delta$ E9 transgenic mice model. *Journal of Neuroinflammation*, 20(1): 268.
- Badu-Gyan, F., & Owusu, V. (2017). Consumer willingness to pay a premium for a functional food in Ghana. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 11(1-2): 51-59.
- Bağcı, Y. (2000). Ethnobotanical features of Aladağlar (Yahyalı, Kayseri) and its vicinity. *The Herb Journal of Systematic Botany*, 7(1): 89-94.
- Baião, D., de Freitas, C. S., Gomes, L. P., da Silva, D., Correa, A., Pereira, P. R., Aguila, E., & Paschoalin, V. (2017). Polyphenols from Root, Tubercles and Grains Cropped in Brazil: Chemical and Nutritional Characterization and Their Effects on Human Health and Diseases. *Nutrients*, 9(9): 1044.
- Başer, H. C. (1990). Tıbbi Bitkiler Ve Baharatların Dünyada Ve Türkiye'deki Ticareti Ve Talep Durumu. *Tarım Orman Ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi*, 53: 18-21.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıllı, OAS, & Telci, İ. (2010). Tıbbi ve aromatik bitki üretiminin arttırılması olanakları. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11, 15.
- Baytop T. Türkiye'deki Bitkilerle Tedavi. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 1999.
- Berdy, J. (2005). Bioactive Microbial Metabolites. *The Journal Of Antibiotics*, 58(1) : 1-26.
- Berhanu, G., Atalel, D., & Kandi, V. (2020). A Review of the Medicinal and Antimicrobial Properties of *Carissa spinarum* L. *American Journal of Biomedical Research*, 8(2): 54–58.

- Binici, A. (2002). Baharat Değerlendirme Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, 1, 37.,
- Biasi, V., Huber, E., Goldoni, T. S. H., De Melo, A. P. Z., Hoff, R. B., Verruck, S., & Barreto, P. L. M. (2023). Goldenberry flour as a natural antioxidant in Bologna-type mortadella during refrigerated storage and in vitro digestion. *Meat Science*, 196, 109041.
- Biswas, R., Mukherjee, P. K., & Chaudhary, S. K. (2015). Tyrosinase Inhibition Kinetic Studies Of Standardized Extract Of Berberis Aristata. *Natural Product Research*, 30(12): 1451–1454.
- Blumenthal, M., Busse, W.R., Goldbert, A., Gruenwald, J., Hall, T., Klein, S., Riggins, C.W., Rister, R.S. 1998. *The Complete German E Monographs-Therapeutic Guide To Herbal Medicines*. American Botanical Council, Austin, TX, p: 310.
- Cappellini, F., Marinelli, A., Toccaceli, M., Tonelli, C., & Petroni, K. (2021). Anthocyanins: from mechanisms of regulation in plants to health benefits in foods. *Frontiers in Plant Science*, 12, 748049.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F.(2001). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 25, Ankara :.384s. ISBN:975-93575-0-X
- Charehsaz, M., Sipahi, H., Celep, E., Üstündağ, A., Ülker, Ö. C., Duydu, Y., Aydın, A., & Yeşilada, E. (2015). The Fruit Extract Of *Berberis crataegina* DC.: Exerts Potent Antioxidant Activity And Protects Dna Integrity. *Daru*, 23(1).
- Chaturvedi, K., & Yadav, S. K. (2019). Ultrasonication assisted salt-spices impregnation in black carrots to attain anthocyanins stability, quality retention and antimicrobial efficacy on hot-air convective drying. *Ultrasonics Sonochemistry*, 58, 104661.
- Chen, C. (Ed.). (2015). *Pigments in fruits and vegetables: Genomics and dietetics*. Springer.
- Chen, C., Tao, C., Liu, Z., Lu, M., Pan, Q., Zheng, L., Li, Q., Song, Z., & Fichna, J. (2015). A Randomized Clinical Trial of Berberine Hydrochloride in

Patients with Diarrhea-Predominant Irritable Bowel Syndrome. *PTR. Phytotherapy Research/Phytotherapy Research*, 29(11): 1822–1827

Chen, C., Yu, Z., Li, Y., Fichna, J., & Storr, M. (2014). Effects of berberine in the gastrointestinal tract — A review of actions and therapeutic implications. *the American Journal of Chinese Medicine*, 42(05): 1053–1070.

Cheng, Z., Pang, T., Gu, M., Gao, A., Xie, C., Li, J., Nan, F., & Li, J. (2006). Berberine-stimulated glucose uptake in L6 myotubes involves both AMPK and p38 MAPK. *Biochimica Et Biophysica Acta. G, General Subjects/Biochimica Et Biophysica Acta. General Subjects (Online)*, 1760(11): 1682–1689.

Christenhusz, M. J. M., & Byng, J. W. (2016). The Number Of Known Plants Species In The World And Its Annual Increase. *Phytotaxa*, 261(3): 201.

Cortez, R., Luna-Vital, D. A., Margulis, D., & Gonzalez de Mejia, E. (2017). Natural pigments: stabilization methods of anthocyanins for food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1): 180-198.

Çağlar, M., & Demirci, M. (2017). Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11): 18-26.

Çakiroğlu, F.P., & Uçar, A. (2018). Consumer attitudes towards purchasing functional products. *Progress in Nutrition*, 20: 257-262

Damirov, I. A., Prilipko, I. I., Shukurov, D. Z., & Kerimov, Y. V. (1988). *Lekarstvenniye rasteniya Azerbayjana*. Maarif Publ, Baku, 319.

Demirci, M., Tomaş, M., Tekin-Cakmak, Z. H., & Karasu, S. (2022). *Berberis crataegina* DC. As A Novel Natural Food Colorant Source: Ultrasound-Assisted Extraction Optimization Using Response Surface Methodology And Thermal Stability Studies. *Food Science And Technology*, 42.

- Deveci, A., & Özaslan, M. (2022). Berberis crataegina DC. Meyve Ekstraktının Antioksidan Ve Antibakteriyel Etkisinin Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi, 25(Ek Sayı 2): 335-341.
- Diken, M. E. (2009). Bazı Şifalı Bitkilerin Antioksidan İçerikleri (Master's Thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dludla, PV, Joubert, E., Muller, CJ, Louw, J. ve Johnson, R. (2017). Hiperglisemi kaynaklı oksidatif stres ve kalp hastalığı - rooibos flavonoidlerinin ve fenilpirüvik asit-2-O-β-D-glukozidinin kardiyoprotektif etkileri. Beslenme ve metabolizma , 14 : 1-18.
- Dong, H., Wang, N., Zhao, L., & Lu, F. (2012). Berberine in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systemic Review and Meta-Analysis. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2012: 1–12.
- Doshi, G., Chaskar, P. K., & View, M. (2017). Antiinflammatory And Antibacterial Potential Of Carissa Carandas And Carissa Spinorum Nanoemulsions. International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research, 8(12): 5137-
- Ehlenfeldt, M. K., & Prior, R. L. (2001). Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of Highbush blueberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(5): 2222–2227.
- El-Merahbi, R., Liu, Y. N., Eid, A., Daoud, G., Hosry, L., Monzer, A., ... & Abou-Kheir, W. (2014). Berberis libanotica Ehrenb extract shows anti-neoplastic effects on prostate cancer stem/progenitor cells. PLoS One, 9(11): e112453.
- Ercan, L. (2024). Bioactive components, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of Berberis crataegina DC. fruit. Pharmacological Research. Natural Products, 2, 100020.
- Ercisli, S. (2007). Chemical Composition Of Fruits İn Some Rose (Rosa Spp.) Species. Food Chemistry, 104(4):1379-1384.

- Eroğlu, A. Y., Çakır, Ö., Sağdıç, M., & Dertli, E. (2020b). Bioactive Characteristics Of Wild *Berberis Vulgaris* And *Berberis crataegina* DC. Fruits. *Journal Of Chemistry*, 2020: 1–9.
- Espinosa-Moncada, J., Marín-Echeverri, C., Galvis-Pérez, Y., Ciro-Gómez, G., Aristizábal, J. C., Blesso, C. N., Fernandez, M. L., & Barona-Acevedo, J. (2018). Evaluation of Agraz Consumption on Adipocytokines, Inflammation, and Oxidative Stress Markers in Women with Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 10(11): 1639.
- Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanassis, I. P., Troganis, A., & Boskou, D. (2002). Antioxidant Activities And Phenolic Composition Of Extracts From Greek Oregano, Greek Sage, And Summer Savory. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50(19): 5294-5299.
- Farhadi, A. A., Javadifar, K., & Farhadi, A. A. (2008). Effects Of *Berberis Vulgaris* fruit extract on blood cholesterol and triglyceride in hyperlipidemic patients.
- Fernandes, I., Faria, A., Calhau, C., de Freitas, V., & Mateus, N. (2014). Bioavailability of anthocyanins and derivatives. *Journal of functional foods*, 7, 54-66.
- Fullas, F. (2001). *Ethiopian Traditional Medicine: Common Medicinal Plants In Perspective*. F. Fullas.
- Gulsoy, S., Ozkan, G., & Ozkan, K. (2011). Mineral elements, phenolics and organic acids of leaves and fruits from *Berberis crataegina* DC. *Asian Journal of Chemistry*, 23(7): 3071.
- Gundogdu, M. 2013. Determination of antioxidant capacities and biochemical compounds of *Berberis Vulgaris* L. Fruits. *Advances in Environmental Biology*, 7(2):344-348.
- Guo, X., Yang, B., Tan, J., Jiang, J., & Li, D. (2016). Associations of dietary intakes of anthocyanins and berry fruits with risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70(12): 1360–1367.

- Gwinn, D. M., Shackelford, D. B., Egan, D. F., Mihaylova, M. M., Mery, A., Vasquez, D. S., Turk, B. E., & Shaw, R. J. (2008). AMPK phosphorylation of raptor mediates a metabolic checkpoint. *Molecular Cell*, 30(2): 214–226.
- Habtemariam, S. (2016). Berberine and inflammatory bowel disease: A concise review. *Pharmacological Research*, 113: 592–599.
- Hanachi, P., 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
- Hartwig, P. A. M., & McDANIEL, M. R. (1995). Flavor characteristics of lactic, malic, citric, and acetic acids at various pH levels. *Journal of Food science*, 60(2): 384-388.
- Horbowicz, M., Kosson, R., Grzesiuk, A., & Dębski, H. (2008). Anthocyanins of fruits and vegetables-their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 68(1): 5-22.
- Hostetler, G. L., Ralston, R. A., & Schwartz, S. J. (2017). Flavones: Food Sources, Bioavailability, Metabolism, and Bioactivity. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 8(3): 423–435.
- Imenshahidi, M., & Hosseinzadeh, H. (2019). Berberine and barberry (*Berberis Vulgaris*): A clinical review. *PTR. Phytotherapy Research/Phytotherapy Research*, 33(3): 504–523.
- Işıklı, N. D., & Yılmaz, İ. (2011). Some Physical Properties Of Sun-Dried *Berberis* Fruit (*Berberis crataegina* DC.). *Journal Of Food Science And Technology/Journal Of Food Science And Technology*, 51(1): 104–110.
- Jamshaid, F., Dai, J., & Yang, L. X. (2020). New Development of Novel Berberine Derivatives against Bacteria. *Mini-reviews in Medicinal Chemistry/Mini-reviews in Medical Chemistry*, 20(8): 716–724.

- Jiao, H., & Wang, S. Y. (2000). Correlation of antioxidant capacities to oxygen radical scavenging enzyme activities in Blackberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11): 5672–5676.
- Kahraman, A., Serteser, M., & Koken, T. (2002). Flavonoidler. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 3(1).
- Karaağaç, S. (2010). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaları Kullanmaya ve Ödemeye Razı Olduğu Miktarı Etkileyen Faktörler: Antalya İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Kasun, Ş. (2017). Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (*Rosa Canina*) Ve Alıç (*Crataegus Orientalis*) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi İle Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Keleş, Y. (2015). Antosiyanin Pigmentlerin Biyokimyası ve Analizi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*(1): 19-25.
- Kendir, G., & Güvenç, A. (2010). Etnobotanik Ve Türkiye’de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış. *Hacettepe University Journal Of The Faculty Of Pharmacy*, (1):49-80.
- Khan, T., Khan, I. A., & Rehman, A. (2015). Evaluation And Detailing Of Taxonomic And Historical Perspectives On Genus *Berberis* From Pakistan. *J Bio & Env Sci*, 6, 361-367.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & nutrition research*.
- Kılıç N. (2010). Türk mutfağının Ege-Akdeniz karakterinin kültürel ve turistik açıdan incelenmesi: Ayvalık örneği. Uzmanlık tezi, TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Güzel Sanatlar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kim, D. O., Lee, K. W., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2002). Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50(13): 3713-3717

- Kimble, R., Keane, K. M., Lodge, J. K., & Howatson, G. (2018). Dietary intake of anthocyanins and risk of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(18): 3032–3043.
- Koçyiğit, M. (2005). *Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma* (Master's Thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Konczak, I., & Zhang, W. (2004). Anthocyanins—more than nature's colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2004(5): 239.
- Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F., & Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64(5), 923-933.
- Kumari, G. U. W. U. P., & Gunathilake, K. D. P. P. (2020). In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of black plum (*Syzygium caryophyllatum*). *Journal of Food Biochemistry*, 44(12): e13499.
- Le, X. T., Huynh, M. T., Pham, T. N., Than, V. T., Toan, T. Q., Bach, L. G., & Trung, N. Q. (2019). Optimization of Total Anthocyanin Content, Stability and Antioxidant Evaluation of the Anthocyanin Extract from Vietnamese *Carissa Carandas* L. Fruits. *Processes*, 7(7): 468.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Eisele, T., Giusti, M. M., Hach, J., . . . Wightman, J. D. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5): 1269–1278.
- Lee, D., Albenberg, L., Compher, C., Baldassano, R., Piccoli, D., Lewis, J. D., & Wu, G. D. (2015). Diet in the pathogenesis and treatment of inflammatory bowel diseases. *Gastroenterology*, 148(6): 1087–1106.
- Lee, S.J., Lee, S.Y., Chung, M.S., Hur, S.J. (2016). Development of novel in vitro human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. *Journal of Functional Foods*, 22: 113-121.
- Liang, Y., Xu, X., Yin, M., Zhang, Y., Huang, L., Chen, R., & Ni, J. (2019). Effects of berberine on blood glucose in patients with type 2 diabetes

mellitus: a systematic literature review and a meta-analysis. *Endocrine Journal*, 66(1): 51–63.

- Li, F., Chen, Z., Chang, M., Zhang, X., Liu, X., & Wang, J. (2023). Three anthocyanin-rich berry extracts regulate the in vitro digestibility of corn starch: Physicochemical properties, structure and  $\alpha$ -amylase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253: 127484.
- Lila, M. A., Burton-Freeman, B., Grace, M., & Kalt, W. (2016). Unraveling anthocyanin bioavailability for human health. *Annual review of food science and technology*, 7(1): 375-393.
- Lin, K. W. (2005). Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Jah Hut peoples in Malaysia. *Indian Journal of Medical Sciences*, 59(4): 156-161.
- Liu, Y., Tikunov, Y., Schouten, R. E., Marcelis, L. F. M., Visser, R. G. F., & Bovy, A. (2018). Anthocyanin Biosynthesis and Degradation Mechanisms in Solanaceous Vegetables: A Review. *Frontiers in chemistry*, 6: 52.
- Lubbe, A., & Verpoorte, R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 785–801.
- Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., & Li, Z. (2021). Antioxidant activity and healthy benefits of natural pigments in fruits: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9): 4945.
- Manolescu, B. N., Oprea, E., Mititelu, M., Ruta, L. L., & Farcasanu, I. C. (2019). Dietary Anthocyanins and Stroke: A review of Pharmacokinetic and Pharmacodynamic studies. *Nutrients*, 11(7): 1479.
- Mazilu, I. E., Paraschiv, M., Dinu, M. D., & Cosmulescu, S. N. (2021). Biochemical changes in two *Aronia melanocarpa* cultivars' berries during the harvest season. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(3): 12393-12393.

- Millar, C. L., Duclos, Q., & Blesso, C. N. (2017). Effects of Dietary Flavonoids on Reverse Cholesterol Transport, HDL Metabolism, and HDL function. *Advances in Nutrition*, 8(2): 226–239.
- Montazerifar, F., Shourestani, S., Hosseini, R., Karajibani, M., Amanat, S., Sedaghat, G., & Fanaei, H. (2023). Effect of Berberis Vulgaris fruit powder on visfatin and metabolic profiles in type 2 diabetes mellitus patients: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Herbal Medicine*, 38, 100631.
- Naczki, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, 1054(1-2): 95-111.
- Nakamura, Y., Watanabe, S., Miyake, N., Kohno, H., & Osawa, T. (2003). Dihydrochalcones: Evaluation As Novel Radical Scavenging Antioxidants. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 51(11): 3309-3312
- Nascimento, G. G., Locatelli, J., Freitas, P. C., & Silva, G. L. (2000). Antibacterial Activity Of Plant Extracts And Phytochemicals On Antibiotic-Resistant Bacteria. *Brazilian Journal Of Microbiology*, 31: 247-256.
- Nizamlıoğlu, N. M., & Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1): 20-35.
- Odriozola-Serrano, I., Nogueira, D. P., Esparza, I., Vaz, A. A., Jiménez-Moreno, N., Martín-Belloso, O., & Ancín-Azpilicueta, C. (2023). Stability and Bioaccessibility of Phenolic Compounds in Rosehip Extracts during In Vitro Digestion. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 12(5): 1035.
- Parekh, J., & Chanda, S. (2008). Antibacterial Activities Of Aqueous And Alcoholic Extracts Of 34 Indian Medicinal Plants Against Some Staphylococcus Species. *Turkish Journal Of Biology*, 32(1): 63-71.
- Patel, R., Rinker, L., Peng, J. ve Chilian, WM (2018). Reaktif oksijen türleri: İyi ve kötü. *Canlı hücrelerdeki reaktif oksijen türleri (ROS)* , 7 (8).

- Pei, R., Liu, J., Martin, D. A., Valdez, J. C., Jeffety, J., Barrett-Wilt, G. A., Liu, Z., & Bolling, B. W. (2019). Aronia berry supplementation mitigates inflammation in T cell Transfer-Induced colitis by decreasing oxidative stress. *Nutrients*, 11(6): 1316.
- Peterson, J. and Dwyer, J. (1998). Flavonoids: Dietary Occurrence And Biochemical Activity. *Nutrition Research*, 18: 1995-2018.
- Potdar, D., Hirwani, R. R., & Dhulap, S. (2012). Phyto-chemical and pharmacological applications of *Berberis aristata*. *Fitoterapia*, 83(5): 817-830.
- Prior, R. L., & Cao, G. (1999). Antioxidant capacity and polyphenols components of teas: Implications for altering in vivo antioxidant status. *Experimental Biology and Medicine*, 220(4): 255–261.
- Proteggente, A. R., Pannala, A. S., Paganga, G., Van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., Rice-Evans, C. A. (2002). The Antioxidant Activity of Regularly Consumed Fruit and Vegetables Reflects their Phenolic and Vitamin C Composition. *Free Radical Research*, 36(2): 217–233.
- Rahman, M. M., Ichiyanagi, T., Komiyama, T., Hatano, Y., & Konishi, T. (2006). Superoxide radical-and peroxynitrite-scavenging activity of anthocyanins; structure-activity relationship and their synergism. *Free radical research*, 40(9): 993-1002.
- Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). *Berberis Vulgaris*: Specifications And Traditional Uses. *Doaj (Doaj: Directory Of Open Access Journals)*, 20(5): 569–587.
- Roginsky, V. A., & Lissi, E. A. (2005). Review Of Methods To Determine Chain-Breaking Antioxidant Activity In Food. *Food Chemistry*, 92(2):235–254.
- Rubico, S. M., & McDaniel, M. R. (1992). Sensory evaluation of acids by free-choice profiling. *Chemical Senses*, 17(3): 273-289.

- Sakaki, J., Melough, M., Lee, S. G., Kalinowski, J., Koo, S. I., & Lee, S. (2018). Blackcurrant supplementation improves trabecular bone mass in young but not aged mice. *Nutrients*, 10(11):1671.
- Samie, A., Tambani, T., Harshfield, E., Green, E., Ramalivhana, J. N., & Bessong, P. O. (2010). Antifungal activities of selected Venda medicinal plants against *Candida albicans*, *Candida krusei* and *Cryptococcus neoformans* isolated from South African AIDS patients. *African Journal of Biotechnology*, 9(20).
- Sarker, S. D., Nahar, L., & Kumarasamy, Y. (2007). Microtitre Plate-Based Antibacterial Assay Incorporating Resazurin As An Indicator Of Cell Growth, And Its Application In The In Vitro Antibacterial Screening Of Phytochemicals. *Methods*, 42(4):321–324
- Sekar, S., & Kandavel, D. (2010). Interaction Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) And Endophytes With Medicinal Plants–New Avenues For Phytochemicals. *J Phytol*, 2(7): 91-100
- Sengul, H., Surek, E., & Nilufer-Erdil, D. (2014). Investigating the effects of food matrix and food components on bioaccessibility of pomegranate (*Punica granatum*) phenolics and anthocyanins using an in-vitro gastrointestinal digestion model. *Food Research International*, 62: 1069-1079.
- Shams, Shamsa, F., Ahmadiani, A., & Khosrokhavar, R. (1999). Antihistaminic And Anticholinergic Activity Of Barberry Fruit (*Berberis Vulgaris*) In The Guinea-Pig Ileum. *Journal Of Ethnopharmacology*, 64(2): 161–166.
- Shan, W., Huang, L., Zhou, Q., Meng, F., & Li, X. (2011). Synthesis, biological evaluation of 9-N-substituted berberine derivatives as multi-functional agents of antioxidant, inhibitors of acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase and amyloid- $\beta$  aggregation. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 46(12): 5885–5893.
- Sharma, P., Vidyasagar, G., Singh, S., Ghule, S., & Kumar, B. (2010). Antidiarrhoeal activity of leaf extract of *Celosia argentea* in

- experimentally induced diarrhoea in rats. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 1(1): 41–48.
- Sigurdson, G. T., Tang, P., & Giusti, M. M. (2018). Cis–trans configuration of coumaric acid acylation affects the spectral and colorimetric properties of anthocyanins. *Molecules*, 23(3): 598.
- Simões, C., Bizarri, C. H. B., da Silva Cordeiro, L., de Castro, T. C., Coutada, L. C. M., da Silva, A. J. R., ... & Mansur, E. (2009). Anthocyanin production in callus cultures of *Cleome rosea*: modulation by culture conditions and characterization of pigments by means of HPLC-DAD/ESIMS. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(10): 895-903
- Singh, A., Bajpai, V., Srivastava, M., Arya, K. R., & Kumar, B. (2015). Rapid screening and distribution of bioactive compounds in different parts of *Berberis petiolaris* using direct analysis in real time mass spectrometry. *Journal of pharmaceutical analysis*, 5(5): 332-335.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132, 109114.
- Singh, J., & Kakkar, P. (2009). Antihyperglycemic and antioxidant effect of *Berberis aristata* root extract and its role in regulating carbohydrate metabolism in diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 123(1): 22-26.
- Siow, Y. L., Sarna, L. K., & Karmin, O. (2011). Redox Regulation In Health And Disease — Therapeutic Potential Of Berberine. *Food Research International*, 44(8): 2409–2417.
- Sosnowska, D., Kajszczyk, D., & Podsędek, A. (2022). The effect of different growth stages of black chokeberry fruits on phytonutrients, Anti-Lipase activity, and antioxidant capacity. *Molecules*, 27(22): 8031.
- Sönmezdağ, A. S., Kelebek, H., & Selli, S. (2017). Volatile And Key Odourant Compounds Of Turkish *Berberis crataegina* DC. Fruit Using Gc-MS-Olfactometry. *Natural Product Research*, 32(7): 777–781.

- Srivastava, S., Srivastava, M., Misra, A., Pandey, G., & Rawat, A. (2015). A review on biological and chemical diversity in Berberis (Berberidaceae). *PubMed*, 14: 247–267.
- Subiria-Cueto, R., Reyes-Blas, H., Olivas-Armendáriz, I., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G. A., De La Rosa, L. A., . . . Alvarez-Parrilla, E. (2024). Grape pomace and pecan shell fortified bread: The effect of dietary fiber-phenolic compounds interaction on the in vitro accessibility of phenolic compounds and in vitro glycemic index. *Food Chemistry*, 462: 140925.
- Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., & Bigger, S. W. (2003). Antimicrobial Properties Of Basil And Its Possible Application In Food Packaging. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 51(11): 3197-3207.
- Tabeshpour, J., Imenshahidi, M., & Hosseinzadeh, H. (2017). A review of the effects of Berberis Vulgaris and its major component, berberine, in metabolic syndrome. *PubMed*, 20(5): 557–568.
- Taghavi, T., Patel, H., Akande, O. E., & Galam, D. C. A. (2022). Total Anthocyanin Content of Strawberry and the Profile Changes by Extraction Methods and Sample Processing. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(8): 1072.
- Tan, J., Li, Y., Hou, D. X., & Wu, S. (2019). The Effects and Mechanisms of Cyanidin-3-Glucoside and Its Phenolic Metabolites in Maintaining Intestinal Integrity. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(10): 479.
- Thilavech, T., & Adisakwattana, S. (2019). Cyanidin-3-rutinoside acts as a natural inhibitor of intestinal lipid digestion and absorption. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1): 242.
- Tomas, M. (2022). Effect of dietary fiber addition on the content and in vitro bioaccessibility of antioxidants in red raspberry puree. *Food Chemistry*, 375: 131897.
- Tuzlacı, E. Türkiye'nin Geleneksel İlaç Bitkileri. İstanbul Medikal Yayıncılık, 2016, İstanbul.

- Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES). (Ağustos 28, 2024). *Berberis vulgaris*.  
Erişim:  
[http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=370](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=370)
- Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES). (Ağustos 28, 2024). *Berberis crataegina*.  
Erişim :  
[http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=371](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=371)
- Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES). (Ağustos 28, 2024). *Berberis cretica*.  
Erişim:  
[http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=372](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=372)
- Uğur, H., Catak, J., Özgür, B., Efe, E., Görünmek, M., Belli, I., & Yaman, M. (2022). Effects of different polyphenol-rich herbal teas on reducing predicted glycemic index. *Food Science and Technology*, 42, e03022.
- Ullah, N., Khan, S., Khan, A., Ahmad, W., Shah, Y. M., Ahmad, L., & Ullah, I. (2015). A Prospective Pharmacological Review Of Medicinal Herbs, *Cucumis Melo* And *Berberis Vulgaris*, Commonly Used In The Treatment Of Renal Diseases In Pakistan. *Pubmed*, 72(4): 651–654.
- Vendrame, S., & Klimis-Zacas, D. (2019). Potential factors influencing the effects of anthocyanins on blood pressure regulation in humans: a review. *Nutrients*, 11(6): 1431.
- Villinski, J. R., Dumas, E. R., Chai, H., Pezzuto, J. M., Angerhofer, C. K., & Gafner, S. (2003). Antibacterial Activity And Alkaloid Content Of *Berberis Thunbergii*, *Berberis Vulgaris* and *hydrastis Canadensis*. *Pharmaceutical Biology*, 41(8): 551–557.
- Viskelis, P., Rubinskiene, M., Jasutiene, I., Sarkinas, A., Daubaras, R., & Cesoniene, L. (2009). Anthocyanins, Antioxidative, and Antimicrobial Properties of American Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their Press Cakes. *Journal of Food Science*, 74(2).
- Wang, Y., Li, X., Guo, Y., Chan, L., & Guan, X. (2010).  $\alpha$ -Lipoic acid increases energy expenditure by enhancing adenosine monophosphate-activated protein kinase- $\gamma$  peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$

- coactivator-1 $\alpha$  signaling in the skeletal muscle of aged mice. *Metabolism, Clinical and Experimental*, 59(7): 967–976.
- Wang, D., Xia, M., Yan, X., Li, D., Wang, L., Xu, Y., Jin, T., & Ling, W. (2012). Gut microbiota metabolism of anthocyanin promotes reverse cholesterol transport in mice via repressing MIRNA-10B. *Circulation Research*, 111(8): 967–981.
- Wang, L.; Wang, Q.; Qian, J.; Liang, Q.; Wang, Z.; Xu, J.; He, S.; Ma, H. (2015). Bioavailability and bioavailable forms of collagen after oral administration to rats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 63: 3752–3756.
- Welch, A., MacGregor, A., Jennings, A., Fairweather-Tait, S., Spector, T., & Cassidy, A. (2012). Habitual flavonoid intakes are positively associated with bone mineral density in women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(9): 1872–1878.
- Yang, M., Abdullah, N., Ahmad, N., Hussain, M., Lu, X., Xu, J., . . . Guan, R. (2023). A review of recent advances on cyanidin-3-glucoside: the biotransformation, absorption, bioactivity and applications of nano-encapsulation. *Food & Function*, 14(14): 6320–6345.
- Yeşilada, E., & Küpeli, E. (2002). *Berberis crataegina* DC. root exhibits potent anti inflammatory, analgesic and febrifuge effects in mice and rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(2): 237–248.
- Yetgin, A., Canlı, K., & Altuner, E. M. (2018). Comparison Of Antimicrobial Activity Of *Allium Sativum* Cloves From China And Taşköprü, Turkey. *Advances In Pharmacological Sciences*, 2018: 1–5.
- Yıldırım, M. (2021b). Kültürel Miras Bağlamında Yükselen Değer Olarak Aktarılığın Yeniden Keşfi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22: 327–358.
- Yin, J., Hu, R., Chen, M., Tang, J., Li, F., Yang, Y., & Chen, J. (2002). Effects of berberine on glucose metabolism in vitro. *Metabolism, Clinical and Experimental*, 51(11): 1439–1443.

- Zerabruk, S., & Yirga, G. (2012). Traditional Knowledge Of Medicinal Plants In Gindeberet District, Western Ethiopia. *South African Journal Of Botany*, 78: 165-169
- Zhang, H., Hassan, Y. I., Renaud, J., Liu, R., Yang, C., Sun, Y., & Tsao, R. (2017). Bioaccessibility, bioavailability, and anti-inflammatory effects of anthocyanins from purple root vegetables using mono-and co-culture cell models. *Molecular nutrition & food research*, 61:(10), 1600928.
- Zhang, P., Li, T., Wu, X., Nice, E. C., Huang, C., & Zhang, Y. (2020). Oxidative stress and diabetes: antioxidative strategies. *Frontiers of medicine*, 14:583-600.
- Zheng, X., Mun, S., Lee, S. G., Vance, T. M., Hubert, P., Koo, S. I., Lee, S., & Chun, O. K. (2016). Anthocyanin-Rich blackcurrant extract attenuates Ovariectomy-Induced bone loss in mice. *Journal of Medicinal Food*, 19(4): 390–397.

# ÖZGEÇMİŞ

**Sena PEKÖZ**

## **A. EĞİTİM**

**Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 2023-2024, İstanbul.

**Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2017-2021, İstanbul.

## **B. YAYINLARI**

**Peköz, S.**, İpek, T., Cihan, A., Çankaya, V., (2024), Sorularla Obeziteyi Anlamak, Altınbaş Üniversitesi Yayınları.

**Peköz, S.**, Demirci, M., (2024). *Berberis crataegina* DC. Bitkisinin Biyoaktif Özellikleri. *ASES VIII. International Health, Engineering And Sciences Conference*, 6-7 Nisan, İzmir, Türkiye.