



**YABANI KIZAMIK (*BERBERIS VULGARIS* L.) VE
KARAMUK (*BERBERIS CRATAEGINA* DC.)
MEYVELERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN VE
ANTİMİKROBİYAL KAPASİTESİNİN TESPİT
EDİLMESİ**

Arzu Yaşar EROĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2019**

(Her hakkı saklıdır)

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YABANI KIZAMIK (*BERBERİS VULGARİS* L.) VE KARAMUK (*BERBERİS CRATAEGİNA* DC.) MEYVELERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL KAPASİTESİNİN TESPİT EDİLMESİ

(The Biochemical Content of The Wild Barberry (*Berberis vulgaris* L.) and Corncockle (*Berberis crataegina* DC.) The Detection of Antioxidant and Antimicrobial Capacity)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu Yaşar EROĞLU

Danışman: Doç. Dr. Enes DERTLİ

Bayburt
Eylül, 2019

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Enes DERTLİ danışmanlığında, 152003007 numaralı Arzu Yaşar EROĞLU tarafından hazırlanan “Yabani Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) ve Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) Meyvelerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Antioksidan ve Antimikrobiyal Kapasitesinin Tespit Edilmesi” adlı bu çalışma 04/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza:

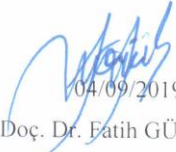
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Enes DERTLİ

İmza:

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR

İmza:

Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.


04/09/2019
Doç. Dr. Fatih GÜRBÜZ
Enstitü Müdürü V.

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yabani Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) ve Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) Meyvelerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Antioksidan ve Antimikrobiyal Kapasitesinin Tespit Edilmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

04/09/2019

Arzu Yaşar EROĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek tez çalışmalarımın yürütülmesi ve değerlendirilmesi konusunda her türlü destek, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, hayatım boyunca minnet duyacağım danışman hocam Doç. Dr. Enes DERTLİ' ye,

Laboratuvar çalışmalarında ve tez yazım aşamasında bilgilerini benimle paylaşan kendisine danıştığım her konuda güler yüzü ve samimiyetiyle bana yardımcı olmaya çalışan Doktor Öğretim Üyesi Özlem ÇAKIR' a,

Antimikrobiyal aktivite analizlerinin gerçekleşmesinde yardımlarını esirgemeyen sevgili Hümevra İSPİRLİ' ye,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tüm hocalarım ve arkadaşlarıma,

Gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı müdürlerime ve mesai arkadaşlarıma,

Hayatımın her döneminde bana destek olan beni bu günlere getiren, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babama, anneme ve canım kardeşime,

En içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Arzu Yaşar EROĞLU

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YABANI KIZAMIK (*BERBERIS VULGARIS* L.) VE KARAMUK (*BERBERIS CRATAEGINA* DC.) MEYVELERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE ANTIOKSİDAN VE ANTIMİKROBİYAL KAPASİTESİNİN TESPİT EDİLMESİ

Arzu Yaşar EROĞLU

Eylül 2019, 104 Sayfa

Tüketimin hızla arttığı günümüz toplumlarında; bireylerin sağlık durumlarının korunması, hastalıkların önlenmesi ve tedavi edilmesi amacıyla geleneksel ilaçlara, sentetik ürünlere ve mevcut gıdalara alternatif güvenilir gıdaların araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada Bayburt'un ilçe ve köylerinden temin edilen doğal olarak yetişmiş on bir (sekiz kızamık ve üç karamuk) meyvenin bazı önemli fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasiteleri, fenolik madde profilleri ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metoduyla, antioksidan aktiviteleri DPPH[•] radikal giderme aktivitesi, ABTS^{•+} radikal giderme aktivitesi ve β -karoten ağartma yöntemiyle, fenolik madde profili yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle (HPLC), antimikrobiyal aktivitesi ise agar kuyu difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Meyvelerin yetiştiği yere göre bazı fizikokimyasal analiz sonuçları, toplam fenolik madde miktarı, DPPH[•] radikal giderme aktivitesi, ABTS^{•+} radikal giderme aktivitesi ve β -karoten ağartma yöntemiyle yapılan antioksidan aktivite analiz sonuçları tek yönlü ANOVA istatistiksel testi kullanılarak kıyaslanmıştır. Yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda yetiştiği yere göre kuru madde miktarı %28,47-%41,61, ŞÇKM %18,10-%27,75, kül miktarı %0,65-%2,13, su aktivitesi değeri 0,931-0,947, pH 2,44-3,25 aralığında tespit edilmiştir. Meyveler kurutularak etanol:su (80:20) ve su ile ekstraksiyonları yapılmıştır. Kızamık ve karamuk meyvelerinde toplam fenolik madde 148,0-448,3 μ g/GAE/mg KM, DPPH[•] radikalini giderme aktivitesi %11,92-%40,44, β -karoten ağartma %62,83-%92,19, ABTS^{•+} radikalini giderme aktivitesi %33,06-%92,85 aralığında belirlenmiştir. Meyvelerin fenolik madde profillerinin belirlenmesi analizlerinde gallik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, sringik asit, trans-ferulik asit ve sinapik asit fenolik bileşiklerinin varlığı tespit edilmiştir. Tanımlanan fenolik bileşikler içerisinde klorojenik asit diğer fenoliklere göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Meyvelerin su ekstraktları, *B. cereus* BC 6830, *S. typhimurium* RSSK 95091, *Y. enterocolitica* ATCC 27729, *S. aureus* ATCC 25923 suşlarının gelişimlerini değişik oranlarda (1-15 mm) inhibe etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızamık, karamuk, antioksidan aktivite, fenolik bileşik, antimikrobiyal aktivite.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE BIOCHEMICAL CONTENT OF THE FRUITS OF WILD BARBERRY (*BERBERIS VULGARIS* L.) AND CORNCOCKLE (*BERBERIS CRATAEGINA* DC.) THE DETECTION OF ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL CAPACITY

Arzu Yaşar EROĞLU

September 2019, 104 Pages

In modern-day societies where consumption is rising highly, there is a need of a study for traditional medicine, synthetic products and alternative secure food to retain people's health, prevent them from illnesses and treat these illnesses. In this study, some important physicochemical features, antioxidant capacities, phenolic substance profiles and antimicrobial activities of the eleven fruits (eight *Berberis vulgaris* L. and three *Berberis crataegina* DC.) naturally grown and supplied from different towns and villages in Bayburt, are searched. Total phenolic substance amount detected with Folin-Ciocalteu method, antioxidant activities, DPPH[•] radical removal activity, ABTS^{•+} radical removal activity and β -carotene were detected with whitening method, phenolic substance profile was detected with high performance liquid chromatography (HPLC) and the antimicrobial was detected with agar well diffusion method. Some physico-chemical analysis results according to the fruit picking areas, total phenolic substance amount DPPH[•] radical removal activity, ABTS^{•+} radical removal activity and the antioxidant activity analysis results acquired with β -carotene method were compared with using one-way ANOVA statistical testing. After carrying out the physico-chemical analysis, the results are as follows; dry matter quantity in terms of picking areas is 28,47%-41,61%, SCKM 18,10%-27,75%, ash content 0,65%-2,13%, water activity rates; 0,970-0,996 and pH is 2,44-3,25. The extraction of dried fruit were made with ethanol:water (80:20) and water. Total phenolic substance quantity in barberry and corncockle is ranged as 148,0-448,3 μ g/GAE/mg KM, the removal activity of DPPH radical is 11,92%-40,44% the whitening of β -carotene 62,83%-92,19% the removal activity of ABTS radical is 33,06%-92,85%. During the identification analysis of the phenolic substance profiles of the fruits, the consistence of the compounds of gallic acid, chlorogenic acid was detected at higher rates than the other phenolics. Among the identified phenolic compounds, chlorogenic acid was detected at higher rates than the other phenolics. Water extract of the fruits, *B. cereus* BC 6830, *S. typhimurium* RSSK 95091, *Y. enterocolicita* ATCC 27729, *S. aureus* ATCC 25923 inhibited the growing strains at various rates (1-15 mm).

Keywords: Barberry, corncockle, antioxidant activity, phenolic composition, antimicrobial activity.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI | i |
| TEŞEKKÜR | ii |
| ÖZ | iii |
| ABSTRACT | iv |
| İÇİNDEKİLER | v |
| TABLolar DİZİNİ | viii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | ix |
| KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ | x |
| BİRİNCİ BÖLÜM | 1 |
| Giriş | 1 |
| Araştırmanın Konusu ve Problemi | 1 |
| Araştırmanın Amacı | 2 |
| Araştırmanın Önemi ve Gereçesi | 2 |
| Araştırmanın Sınırlılıkları | 3 |
| İKİNCİ BÖLÜM | 4 |
| Kuramsal Çerçeve ve Alan Yazın Derleme | 4 |
| Kuramsal Çerçeve | 4 |
| Serbest radikaller..... | 4 |
| Antioksidanlar. | 7 |
| Doğal antioksidanlar..... | 8 |
| Enzimatik antioksidan savunma mekanizması. | 8 |
| Enzimatik olmayan antioksidan savunma mekanizması..... | 9 |
| Endojen antioksidanlar. | 9 |
| Eksojen antioksidanlar. | 10 |
| Sentetik antioksidanlar. | 12 |
| Fenolik bileşikler..... | 12 |
| Fenolik asitler. | 13 |
| Hidroksisünamik asitler. | 13 |
| Hidroksibenzoik asitler. | 14 |
| Flavonoidler..... | 15 |
| Antosiyanidinler..... | 16 |

| | |
|---|-----------|
| Flavonlar. | 16 |
| Flavonoller. | 17 |
| Flavanonlar. | 17 |
| Flavanoller (kateşinler). | 18 |
| Proantosiyanidinler (kondense tanenler). | 18 |
| Antimikrobiyal aktivite. | 19 |
| Agar kuyu difüzyon yöntemi. | 20 |
| Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar. | 20 |
| Berberidaceae familyası. | 21 |
| <i>Berberis vulgaris</i> L. kızamık. | 22 |
| <i>Berberis crataegina</i> DC. karamuk. | 23 |
| Alan Yazın Derlemesi. | 25 |
| ÜÇÜNCÜ BÖLÜM. | 31 |
| Materyal ve Yöntem. | 31 |
| Materyal. | 31 |
| Meyve örnekleri. | 31 |
| Kimyasal maddeler. | 32 |
| Antimikrobiyal aktivite analizinde kullanılan mikroorganizmalar. | 32 |
| Yöntem. | 33 |
| Fizikokimyasal analizler. | 33 |
| Kuru madde tayini. | 33 |
| Kül tayini. | 33 |
| pH tayini. | 34 |
| Su aktivitesi (a_w) tayini. | 34 |
| Suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM, %). | 34 |
| Antioksidan aktivite tayini. | 34 |
| Etanol (80:20) ve su ekstraktlarının hazırlanması. | 34 |
| DPPH [*] (2,2-difenil-1-pikhidrazil) radikalini giderme aktivitesinin belirlenmesi. | 35 |
| β -Karoten ağartma metodu ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi. | 36 |
| ABTS ⁺ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikalini giderme aktivitesinin belirlenmesi. | 37 |
| Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi. | 37 |
| Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesi. | 38 |
| Antimikrobiyal aktivitenin araştırılması. | 39 |
| İstatistiksel analizler. | 39 |
| DÖRDÜNCÜ BÖLÜM. | 40 |

| | |
|--|-----------|
| Bulgular | 40 |
| Fizikokimyasal Analizler | 40 |
| Kuru madde miktarı. | 40 |
| Kül miktarı. | 40 |
| pH tayini..... | 40 |
| Su aktivitesi (<i>a_w</i>) tayini. | 41 |
| Suda çözüdür kuru madde içeriği (SÇKM, %). | 41 |
| Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite..... | 41 |
| Toplam fenolik madde miktarı..... | 42 |
| β -karoten ağartma kapasitesi..... | 42 |
| DPPH• radikalini giderme aktivitesi. | 42 |
| ABTS ^{•+} serbest radikalini giderme aktivitesi..... | 42 |
| Fenolik Bileşiklerin HPLC Analizi..... | 43 |
| Antimikrobiyal Aktivite..... | 46 |
| BEŞİNCİ BÖLÜM..... | 47 |
| Sonuç, Tartışma ve Öneriler..... | 47 |
| Sonuç..... | 47 |
| Tartışma..... | 48 |
| Öneriler | 51 |
| Kaynakça..... | 53 |
| Ekler..... | 69 |
| Ek-1. Kızamık ve Karamuk Meyvelerinin Bazı Fiziksel, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçlarına ait Korelasyon Değerleri..... | 69 |
| Ek-2. HPLC Analizi Sonucu Elde Edilen Kromatogramlar (Dalga boyları sırasıyla; 215 nm, 232 nm, 233 nm, 245 nm, 330 nm, 340 nm)..... | 71 |
| Ek- 3. HPLC Kromatogramı Sonuç Tabloları | 82 |
| Özgeçmiş..... | 90 |

TABLULAR DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Tablo 1. <i>Fenolik Bileşikler ve Yapıları</i> | 15 |
| Tablo 2. <i>Antimikrobiyal Aktivite Analizinde Kullanılan Mikroorganizmalar</i> | 32 |
| Tablo 3. <i>Araştırmada Kullanılan Meyvelerin Temin Edildiği Yer, Çeşit ve Numaralandırılması</i> | 35 |
| Tablo 4. <i>HPLC Çalışma Koşulları ve Gradient Elusyon Programı</i> | 38 |
| Tablo 5. <i>Berberis Meyvelerinin Fizikokimyasal İçeriği</i> | 41 |
| Tablo 6. <i>Berberis Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteleri</i> | 43 |
| Tablo 7. <i>Alkol ve Su Ekstraktlarının Fenolik Bileşen Konsantrasyonları</i> | 45 |
| Tablo 8. <i>Ekstraktların Antimikrobiyal Aktiviteleri</i> | 46 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1. Bazı antioksidanların hücrede etki ettikleri noktaların şematik gösterimi. | 8 |
| Şekil 2. α -tokoferol. | 11 |
| Şekil 3. Bazı karotenoidlerin kimyasal yapıları. | 12 |
| Şekil 4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması. | 13 |
| Şekil 5. Hidroksisinamik asit. | 14 |
| Şekil 6. Hidroksibenzoik asit. | 14 |
| Şekil 7. Flavonoidlerin genel yapısı. | 15 |
| Şekil 8. Antosiyanidinler. | 16 |
| Şekil 9. Flavonlar. | 17 |
| Şekil 10. Flavonoller. | 17 |
| Şekil 11. Flavanonlar. | 18 |
| Şekil 12. Flavanoller. | 18 |
| Şekil 13. Proantosiyanidinler. | 19 |
| Şekil 14. <i>Berberis vulgaris</i> L. meyveleri. | 23 |
| Şekil 15. <i>Berberis crataegina</i> DC. meyveleri. | 24 |
| Şekil 16. Araştırmada kullanılan <i>Berberis</i> meyve örnekleri. | 31 |
| Şekil 17. Standart troloks kalibrasyon eğrisi. | 36 |
| Şekil 18. Standart BHA kalibrasyon eğrisi. | 36 |
| Şekil 19. Standart gallik asit kalibrasyon eğrisi. | 38 |

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

| | | |
|-------------|---|--|
| ABTS | : | 2,2'-Azinobis-3-etilbenzotiazolin-6sülfonik asit |
| ATP | : | Adenozin trifosfat |
| BHA | : | Bütillenmiş hidroksi anisol |
| BHT | : | Bütillenmiş hidroksi toluen |
| CAT | : | Katalaz |
| cm | : | Santimetre |
| DNA | : | Deoksiribo Nükleik Asit |
| DPPH | : | 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil |
| FCR | : | Folin-ciocalteu ayracı |
| FRAP | : | Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi |
| FW | : | Taze ağırlık |
| GAE | : | Gallik asit eşdeğeri |
| gr | : | Gram |
| GPX | : | Glutasyon peroksidaz |
| GSH | : | Glutasyon |
| GR | : | Glutasyon redüktaz |
| HPLC | : | Yüksek performanslı sıvı kromatografisi |
| ICP | : | Endüktif kuplalı plazma spektrometresi |
| kg | : | Kilogram |
| KM | : | Kuru madde |
| kcal | : | Kilokalori |
| L | : | Parlaklık |
| lt | : | Litre |
| mg | : | Miligram |
| mm | : | Milimetre |
| µl | : | Mikrolitre |
| µg | : | Mikrogram |
| µm | : | Mikrometre |
| nm | : | Nanometre |
| ppm | : | Milyonda bir kısım |
| rpm | : | Dakikadaki devir sayısı |

| | | |
|-------------|---|-------------------------------------|
| SOD | : | Süperoksit dismutaz |
| SSC | : | Suda çözünebilir katı madde içeriği |
| UV | : | Ultraviyole |
| TBHQ | : | Tersiyer-bütıl hidrokinon |
| TSA | : | Tryptic soy agar |
| TSB | : | Tryptic soy broth |
| °C | : | Santigrat derece |



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Araştırmanın Konusu ve Problemi

Savaşların sona ermesi, sanayileşme, teknolojik faaliyetlerin hız kazanması ve sağlık imkanlarının iyileşmesi gibi faktörlere bağlı olarak dünya nüfusunda artış yaşanmaktadır. Sanayileşme ve teknolojik gelişmelerin hız kazanması bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bunlar; küresel ısınma, ultra viyole (UV) ışınlar, radyasyon, sağlıksız beslenme, katkı maddeli gıdalar, zirai ilaçlar, ağır metaller, temizlik ve dezenfeksiyon atıkları, endüstriyel atıklar, işsizlik ve ekonomik sebepler, sigara ve alkol gibi kötü alışkanlıklar olarak sıralanabilir. Bu sorunlar insanların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bilim insanları hastalıkların tedavisinde yeni yöntemleri araştırırken insanların yaşam kalitesinin artırılması ve hastalıkların önlenmesi konusunda da çalışmalar yapmaktadır. Bu alandaki çalışmalar beslenme üzerine yoğunlaşmaktadır. Bugün milyonlarca insan açlık ve yetersiz beslenme nedeniyle hastalanıp ölüyor. Birçok insan ise aşırı ve yanlış beslenmenin neden olduğu hastalıkların tedavisi için milyarlar harcamakta, erken yaşta hayatını kaybetmekte veya çalışamaz duruma gelmektedir. Bunun gibi nedenlerle beslenme yalnızca karın doyurma isteğinden öte bireylerin ve toplumun sağlığının temelini oluşturmaktadır (Baysal, 1981).

Beslenmede önemli bir yeri olan bitkilerin karbonhidrat, yağ ve protein kaynağı olmasının yanında insanlar için ilaç sanayi, kimya, zirai mücadele ve kozmetik sektöründe de önemli bir yere sahiptir (Koç, 2012). Bu amaçla insanlar bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve ve tohumundan çeşitli şekillerde yararlanmaktadır.

Bitkiler bazı stres faktörlerine karşı kendilerini korumak için sekonder metabolitleri üretmektedir. Bitkilerdeki sekonder metabolitlerin en önemli grubunu ise fenolik bileşikler oluşturmaktadır. Bunlar bitkilerin çeşitli kısımlarında bulunan polifenolik bileşenlerdir. En çok bilinen bitkisel fenolik antioksidanlar; flavonoidler, sinamik asit türevleri, kumarinler, tokoferoller ve fenolik asitler olarak sıralanabilir (Shahidi, & Naczki, 1995; Bilaloğlu, & Harmandar, 1999; Harborne, & Williams, 2000; Silva vd., 2000; Merken, Merken, & Beecher, 2001).

İnsanların sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmeleri antioksidan aktiviteye sahip gıdalara olan ilginin artmasına neden olmaktadır. Meyve ve sebzeler içerdikleri fenolik

bileşiklerin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerine bağlı olarak insan sağlığı üzerinde olumlu etki yaratmaktadır.

Antioksidanların temel işlevi, serbest radikallerle oksitleyici zincir reaksiyonlarının başlatılmasını veya serbest radikallerin çoğalmasını önleyerek diğer moleküllerin oksidasyonunu önlemek, geciktirmek veya oksidatif hasarı azaltmaktır (Namiki, 1990). Oksidatif hasarın oluşması kanser ve kardiovasküler hastalıklar gibi birçok hastalığın ortaya çıkmasında etkili olabilir (Lindley, 1998; Papas, 1999).

Serbest radikallerin organizmadaki zararlı etkilerini etkisiz hale getirebilmek için antioksidan bakımından zengin besinlerle beslenmek önem kazanmaktadır. Bireylerin sağlık durumlarının korunması, hastalıkların önlenmesi ve tedavi edilmesi amacıyla geleneksel ilaçlara ve sentetik ürünlere alternatif ürünlerin kullanılmasına olan ilgi her geçen gün artmakta ve bu durum yabani yenilebilir meyvelerin araştırılmasına ve sanayi uygulamalarının artmasına katkı sağlamaktadır (Ercişli *vd.*, 2012; Cüce, & Sökmen, 2017).

Günümüzde klasik antimikrobiyal maddelere karşı gelişen dirençli bakteriler ve dirençli patojenlerin artışı bu bileşiklerin kullanımını yetersiz hale getirmektedir (Stremitz, Lorenz, Tawara, Zenewicz, & Lewis, 2000; Keleş, Ak, Bakırel, & Alpınar, 2001). Bu noktada bitkiler ilaç ham maddeleri ihtiva etmeleri, etkin ve daha az toksik olmaları bunun yanında orijinal ilaçlar için model olması açısından da çok önemlidir (Duke, Bogenschutz-Godwin, Doke, & Duceulier, 2002).

Araştırmanın Amacı

Bayburt'ta doğal olarak yetişen kızamık ve karamuk meyvelerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin, antioksidan kapasitelerinin, fenolik madde profillerinin ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılarak yapılan ve yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamaktır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Artan dünya nüfusu, mevcut kaynakların azalması, sağlık ve beslenme arasındaki ilişkinin anlaşılması insanları yeni besin kaynakları aramaya yöneltmektedir. Bu nedenle son yıllarda Dünya'nın birçok bölgesinde yabani meyve yetiştiriciliği önem kazanmaktadır. Besin değeri yüksek olan bu meyveler aynı zamanda gıda işleme endüstrisi içinde uygun bir materyaldir. Diğer bir avantajı da verimli olmayan topraklarda ve sıra dışı çevresel koşullar altında da yetişebilmeleridir (Darrow, 1975; Smatana, Kytka, & Kadarova, 1988; Kuhnlein, 1989).

Son yıllarda Dünya'nın çeşitli bölgelerinde yetişen yabani yenilebilir meyvelerin besinsel içeriği ve tıbbi değerleri hakkında birçok bilimsel çalışma yayınlanmıştır. Yapılan bu çalışmalardan yabani yenilebilir meyvelerin önemli bir fitokimyasal kaynak ve sosyoekonomik değere sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. Dünya genelinde yabani yenilebilir meyveler kırsal alanlarda ve kıraç topraklarda yetişme imkanı bulabildiğinden bu meyvelerin yetiştirilmesi, tüketilmesi ve ekonomiye kazandırılması kırsal kesimdeki insanların yetersiz beslenmesini ve yoksulluğu azaltabilir (Kamiloğlu, Ercişli, Şengül, Toplu, & Serçe, 2009; Tosun, Ercişli, Karlıdağ, & Şengül, 2009).

Asya ve Avrupa kıtaları arasında bulunan ve üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişiminde kalan ülkemiz jeopolitik konumu farklı iklim tipleri ve toprak özellikleri gibi nedenlerle 9996 tür ve 11707 taksonun doğal olarak yetiştiği zengin bir bitkisel çeşitliliğe sahip ülkelerdendir (Güner, 2012). Yapılan araştırmalarla ülkemizin floristik zenginlikleri ortaya çıkmaktadır.

Ülkemiz, yenilebilir yabani bitkiler açısından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Son yıllarda insanların doğal gıdalarla beslenmeye başlamasıyla birlikte doğal bitki ve meyvelere olan ilgi de artmıştır. Bu bitkilerin besin içeriklerinin belirlenerek gıda kaynağı olarak değerlendirilebilecek olanların belirlenmesi, ıslah çalışmalarıyla birlikte yetiştirilmesinin teşvik edilmesi gerekmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Farklı genotipler arasındaki genetik çeşitlilik, toprak, iklim, ışık yoğunluğu, hasat zamanı ve hasat sonrası işlemler gibi çevresel faktörler bitkilerde antioksidan kapasiteyi ve fenolik bileşikleri etkileyen kritik unsurlardır (Alirezalu, Salehi, Ahmadi, & Sonboli, 2018; Moghaddam, Fallahi, Shajari, & Mahallati, 2013). Ayrıca toplam fenolik ve antioksidan aktivite tayinleri için standart ölçme yöntemi olmadığından her araştırmacının bu bileşenler için uyguladığı yöntemlere göre sonuçlarında farklı veriler elde edilebilir.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve Alan Yazın Derleme

Kuramsal Çerçeve

Serbest radikaller.

Son yörüngelerinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektron içeren, kararsız yapıda, enerjileri yüksek atom veya moleküllere serbest radikaller denilmektedir (Halliwell, & Gutteridge, 1985; Bast, Haenen, & Doelmen, 1991; Nawar, 1996). Bu atom veya moleküller, eşlenmemiş elektronlarından dolayı oldukça reaktiftirler ve protein, lipid, nükleik asitler gibi önemli moleküllere etki ederek oksidatif strese neden olmaktadır (Halliwell, & Gutteridge, 1989; Delibaş, & Özcankaya, 1995; Madhavi, Kulkarni, Nimbalkar, & Jadhav, 1996). Reaktif moleküller kararlı hale geçebilmek için diğer moleküllerden elektron alarak ya da vererek kararlı hale geçmektedir ancak elektronu alınan ya da elektron alan atom veya moleküller kararsız hale geçerek, serbest radikallere dönüşebilmektedir (Chauhan, & Chauhan, 2006). Serbest radikaller, reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri olarak iki grupta incelenmektedir (Hu, 2001). Reaktif oksijen ve nitrojen çeşitleri ise kendi içinde radikal ve radikal olmayan şeklinde iki gruba ayrılabilir (Darley-Usmar, & Halliwell, 1996).

Biyolojik sistemlerde bulunan en önemli radikaller, oksijenden oluşan serbest radikallerdir. (Mercan, 2004; İşbilir, 2008). Bunlar arasında $O_2^{\cdot-}$, OH^{\cdot} ve radikal olmayan H_2O_2 en önemli serbest radikaller arasında yer almaktadır (İşbilir, 2008).

Moleküler oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucu süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$) oluşmaktadır (Miller, Buettner, & Aust, 1990). Süperoksit radikalının üretimi çoğunlukla mitokondride gerçekleşmektedir (Cadenas, & Sies, 1998). Kullanılan oksijenin %1-3'ü mitokondrilerde reaktif oksijen radikallerine dönüştürülmektedir (Muller, Liu, & Van Remmen, 2004). Süperoksit radikali; elektron transport zinciri, indirgenmiş geçiş metallerinin otooksidasyonu, fagositoz, hücre büyümesi ve farklılaşması gibi kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşabilmektedir (Becker, Vanden Hoek, Shao, Li, & Schumacker, 1999). Süperoksit radikali doğrudan zarar vermemektedir ancak H_2O_2 'in oluşumunda görev alması ve geçiş metallerini indirgemesi nedeniyle önemli bir serbest radikaldir (Al-Gubory, Fowler, & Garrel, 2010).

Hidroksil radikali (OH^{\cdot}), hidrojen peroksitin geçiş metalleri varlığında indirgenmesi (Fenton reaksiyonu) ve süperoksit radikali ile reaksiyonu sonucunda (Haber-Weiss reaksiyonu)

oluşmaktadır (Halliwell, 1992; Cheeseman, & Slater, 1993; Akkuş, 1995; Memişoğulları, 2005; Matsuzaki, Szweda, Szweda, & Humphries, 2009; Çaylak, 2011). Suyun yüksek enerjili iyonlaştırıcı radyasyon etkisinde kalması sonucunda da OH[•] radikali oluşmaktadır (Halliwell, & Gutteridge, 1989; Akkuş, 1995; Girotti, 1998; Uysal, 1998; Bolanos, Moro, Lizasoain, & Almeida, 2009). Biyolojik sistemlerdeki en reaktif, zarar verici ve yarılanma ömrü çok kısa olan serbest radikaldir (Halliwell, & Gutteridge, 1989; Akkuş, 1995). OH[•] radikali ortamda bulunan her biyomolekülle tepkimeye girebilme özelliği nedeniyle büyük hasara neden olmaktadır (Kawanishi, Hiraku, & Oikawa, 2001; İmahori, Takemura, & Bai, 2008).

Hidrojen peroksit (H₂O₂), süperoksit radikalının diğer moleküllerden bir elektron almasıyla veya oksijen molekülünün iki elektron alması sonucu oluşmaktadır (Halliwell, & Gutteridge, 1985; Cheeseman, & Slater, 1993). H₂O₂ serbest radikal değildir fakat yapısında bulunan su nedeniyle biyolojik membranlara kolaylıkla girebildiği için önemli bir bileşiktir (Nordberg, & Arner, 2001). Fe⁺² ve geçiş metallerinin varlığında Fenton reaksiyonuna, O₂^{•-} varlığında Haber-Weiss reaksiyonuna sebep olarak en reaktif ve çok zararlı bir radikal olan OH[•] oluşumuna neden olmaktadır (Fridovich, 1997; Nordberg, & Arner, 2001; Deaton, & Marlin, 2003; Özden, 2006).

Reaktif nitrojen radikalleri içinde nitrik oksit önemli radikallerdendir. NO memeli hücrelerindeki endotel (damar iç yüzü), nöron, makrofaj gibi farklı hücrelerde L-arjininden nitrik oksit sentaz enziminin aktivitesine bağlı olarak oluşmaktadır. Memeli hücrelerindeki O₂^{•-} üretimindeki artışa bağlı olarak damar iç yüzeyleri NO[•] radikalının oluşturulmasını sağlamaktadır (Fukai, Folz, Landmesser, & Harrison, 2002). NO[•] ve O₂^{•-} radikalleri hızla reaksiyona girerek nitrit, nitrat ve peroksinitrit anyonunu (ONOO⁻) oluşturmaktadır (Singh, Sharad, & Kapur, 2004). Oluşan peroksinitrit anyonu fizyolojik pH'da nitrojendioksit ve hidroksil benzeri radikaller oluşturarak lipid peroksidasyonuna ve damar zararlanmaları gibi etkilere sebep olarak kalp-damar hastalıkları gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Fukai *vd.*, 2002).

Serbest radikaller hücrelerde ve çevrede endojen ve eksojen kaynaklar tarafından sürekli olarak üretilmektedir (Bagchi, & Puri, 1998). Bazı endojen serbest radikal kaynakları; mitokondriyal elektron transferi, endoplazmik retikulum ve çekirdek zarındaki elektron transferi, peroksizomlar, iltihap, fagositoz, araşidonik asit metabolizması, geçiş metalleri iken; eksojen serbest radikal kaynakları ise radyasyon (UV, X-rays, gamma ışınları), sigara ve eksoz dumanı, çeşitli kimyasallar (deterjanlar, boya, tiner, parfüm, böcek ilaçları) ve endüstriyel solventlerdir (Ebadi, 2001).

Biyolojik sistemlerde normal metabolik işlevlerin gerçekleşmesi sırasında $O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 ve NO üretilmektedir. Üretilen düşük yoğunluktaki serbest radikallerle yaşam için gerekli birtakım işlevlerin gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Serbest radikallerin yararlı işlevleri arasında fagositoz aracılığıyla enfeksiyonlara karşı koyma, sitotoksik lenfositler ve makrofajlarla kanser hücrelerini öldürme, sitokrom p450 tarafından ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu, mitokondride ATP üretimi, hücre büyümesi, gen kopyalanması ve guanilat siklaz enziminin aktivitesi gibi yaşamsal faaliyetler yer almaktadır (Karabulut, & Gülay, 2016).

Yüksek yoğunluktaki serbest radikaller karbonhidrat, lipid, protein, enzim ve nükleik asit gibi biyomoleküller ile etkileşerek hücrelerde yapısal ve metabolik değişikliklere neden olmaktadır (Cheeseman, & Slater, 1993; Akkuş, 1995). Serbest oksijen radikalleri hücre membran yağ asitleri üzerine etki ederek lipid peroksidasyonunu başlatmaktadır. Lipit peroksidasyonu, poli-doymamış yağ asitlerinin radikaller ile oksidasyonu sonucu başlayan ve oto katalitik zincir reaksiyonları şeklinde devam eden birçok organizmada oksidatif hasarlara neden olan reaksiyonlar sürecidir (Davies, & Goldberg, 1987). Lipit peroksidasyonu, toksik yan ürünlerin çok miktarda üretilmesine yol açar ve üretilen bu yan ürünler ikinci haberciler gibi hareket eder ve üretildiği alandan uzak bir bölgede de etkilerini gösterebilir. Lipit peroksidasyonundan kaynaklanan hasar, hücrenin fonksiyonu için son derece zararlıdır (Devasagayam, Bloor, & Ramsarma, 2003).

Proteinlerin serbest oksijen ve nitrojen radikalleri ile oksidasyonu özellikle geçiş metali iyonları ile etkileşime girdiğinde ilave radikaller oluşturabilen protein hidroperoksitleri gibi reaktif ürünler kadar çeşitli stabil ve üretken ürünler oluşabilir. İşlevsel olarak aktif olmayan çoğu okside protein hızlı bir şekilde uzaklaştırılrsa da bazıları zamanla kademeli olarak birikebilir ve böylece yaşlanmanın yanı sıra doku ve organlarda hasara neden olarak çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Peroksitli lipid ve proteinlerin bir toplamı olan lipofuscin, alzheimer hastalığı olan hastaların yaşlı hücrelerinin ve beyin hücrelerinin lizozomlarında biriktiği belirtilmektedir (Stadtman, 1992).

Reaktif oksijen türleri özellikle DNA üzerine etkili olarak yaşlanma ile çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır. Reaktif oksijenler deoksiriboz-fosfat omurgasına zarar verirken, purin ve pirimidin bazları arasında da değişime neden olarak DNA-protein yapısında değişikliğe neden olmaktadır (De Zwart, Meerman, Commandeur, & Vermeulen, 1999). Serbest radikaller nükleik asitlerin baz ve şeker gruplarını etkilemekle birlikte en çok timin-tirozin bağlantısına zarar vermektedir (Beckman, & Ames, 1998). DNA'da meydana gelen değişim bazların serbest kalmasına veya DNA'da kırılmalara, bazlarda meydana gelen modifikasyonlar mutasyonlara neden olmaktadır. Hidroksil radikalleri bazlarla 5-

hidroksimetilurasil, 8-hidroksiadenin, timidin glikol gibi farklı bileşikler oluştururken, singlet oksijen guanin modifikasyonuna giderek 8-hidroksiguanini oluşturmaktadır. Zarar görmüş DNA'nın hücre içinde endonükleaz ve glikosilaz tarafından tamir edildiği belirtilmektedir (De Zwart *vd.*, 1999). Sağlıklı biyolojik sistemlerde antioksidasyon ile oksidasyon arasındaki denge kritik bir öneme sahiptir ancak serbest radikallerin artışı vücutta bu dengeyi bozar ve oksidatif stresi oluşturur. Şiddetli oksidatif stres hücre hasarlarına ve hatta ölümlere bile neden olabilmektedir (Gülçin, 2002).

Oksidatif stres, vücudun antioksidan savunması ile serbest radikal üretimi arasındaki dengenin serbest radikaller lehine bozulması olarak tanımlanabilir (Cochrane, 1991; Cos, Calomme, Pieters, Vlietinck, & Vanden Berghe, 2000; Desmarchelier, Ciccia, & Coussio, 2000; Gülçin, 2002; Katalinic, Milos, Kulisic, & Jukic, 2006). Dengenin serbest radikaller yönüne doğru kayması çok kolaydır (Katalinic *vd.*, 2006). Sağlıklı bir yapıda, serbest radikal üretimi antioksidatif savunma sistemiyle dengelenmektedir (Cos *vd.*, 2000; Desmarchelier *vd.*, 2000).

Antioksidanlar.

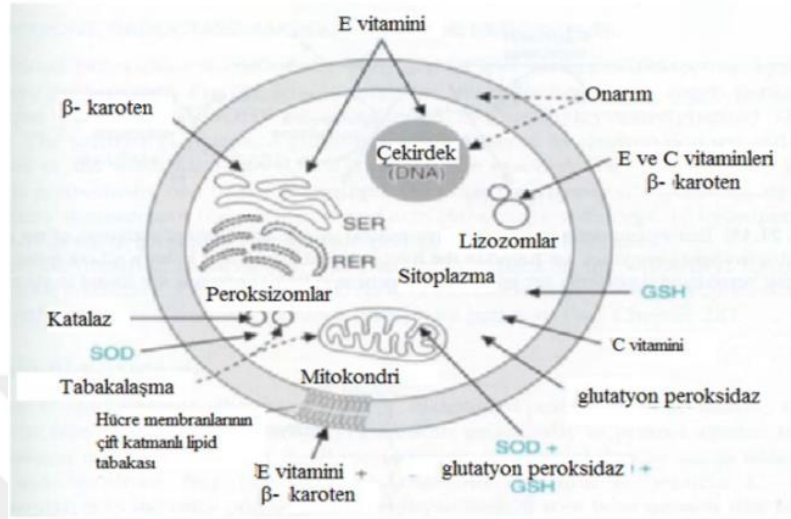
Oksijenli solunumla birlikte oluşmaya başlayan oksijen kaynaklı radikallere karşı organizmada antioksidan savunma sistemleri gelişmiştir. Serbest radikaller ve antioksidanlar arasında hassas bir denge olup bu denge bozulduğunda dokularda hasar meydana gelmektedir. Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin oluşumu sonucunda gelişen hasarı engellemek için geliştirilmiş olan vücut savunma mekanizmalarıdır. Radikal zincir reaksiyon teorisine göre otookside olabilen atom veya moleküller oksijenle birleşerek peroksi radikal veya moleküllerini oluştururlar, oluşan bu radikaller enerjilerini yükseltgenebilen diğer moleküllere aktarırlar ve reaksiyon zinciri bu şekilde devam etmektedir. Antioksidanlar bu reaksiyonda koparıcı rol oynamaktadır. Yani reaktif özellik gösteren serbest radikalın enerjisini alır fakat bu enerjiyi başka moleküllere aktarmazlar. Bu şekilde antioksidanlar radikal zinciri kırarak ve otooksidasyonu durdurmaktadır (Keskin, & Erkmen, 1987). Bazı antioksidanların hücrede etki ettikleri noktalar Şekil 1'de verilmiştir.

Antioksidanlar, dört farklı sistemle oksidanları etkisizleştirmektedir (Memişoğulları, 2005):

- Temizleme (Scavenging) etkisi: serbest oksijen radikallerini tutma veya zayıf bir moleküle dönüştürme. Enzimler tarafından yapılmaktadır.
- Baskılama (Quencher) etkisi: Bu etki, oksidan maddelere bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltma veya etkisiz hale getirme. Vitaminler ve Flavonoidler tarafından

yapılmaktadır.

- Onarma etkisi: Serbest oksijen radikallerin oluşturduğu hasarın onarılması.
- Zincir koparma etkisi: Serbest oksijen radikallerini bağlayarak fonksiyonlarını engelleyici etki gösterme. E vitamini, hemoglobin, mineraller tarafından yapılmaktadır.



Şekil 1. Bazı antioksidanların hücrede etki ettikleri noktaların şematik gösterimi (Karsun, 2017).

Antioksidanlar vücutta özellikle lipid, protein, karbonhidrat ve DNA gibi yapısal ve fonksiyonel moleküllerin yapısının bozulmasını engelleyen, düşük konsantrasyonlarda bile serbest radikallere karşı etkili olan maddelerdir (Vinson, 2006). Yapılan çalışmalar antioksidan tüketimindeki artışın, serbest radikal mekanizması üzerinde etkili olarak sağlıklı ve uzun bir yaşam üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır (Reiter vd., 1995). Antioksidanlar, doğal ve sentetik antioksidanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Islam, & Khanma, 2017).

Doğal antioksidanlar.

Doğal antioksidanlar enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak iki gruba ayrılmaktadır (De Zwart vd.,1999).

Enzimatik antioksidan savunma mekanizması.

Enzimatik antioksidan savunma sisteminde süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz en önemli enzimler arasında yer almaktadır (Berger, 2005; De Zwart vd.,1999).

Süperoksit dismutaz (SOD), canlı organizmaların serbest radikallere karşı geliştirdikleri korunma mekanizmaları içerisinde en başta SOD enzimi gelmektedir (Hu, 2001). Süperoksit

dismutaz, mitokondride süperoksit radikallerinin dönüşümünü katalizler ve düşük süperoksit dismutaz aktivitesi kanserli doku oluşumu ile doğrudan ilişkilidir (Kinnula, & Crapo, 2004). Hidrojen peroksit daha sonra, CAT ya da GPx ile suya dönüştürülebilir ya da ortamdan uzaklaştırılır (Valko *vd.*, 2007).

Katalaz (CAT), bitkiler, hayvanlar ve aerobik bakterilerde büyük ölçüde peroksizomlar gibi hücre içi organellerde ve daha az olarak mitokondri ve endoplazmik retikulumda yer alan bir enzimdir (Perkins, 2006). Özellikle hayvansal organizmaların hücrelerinde dolayısıyla eritrositlerde ve karaciğerde yoğun olarak bulunmaktadır. İskelet kasları, kalp ve beyin düşük miktarda da olsa CAT içermektedir (Garewal, 1997). Bu enzim hidrojen peroksiti son derece etkin bir şekilde su ve moleküler oksijene dönüştürmektedir. Bir molekül katalazın yaklaşık 6 milyon H₂O₂ molekülünü birkaç dakikada zararsız hale dönüştürdüğü aktarılmaktadır (Young, & Woodside, 2001).

Glutasyon peroksidaz (GPx), hücrelerin sitoplazmasında bulunarak H₂O₂'den kaynaklanan oksidatif hasara karşı hücreleri korumaktadır (Sajjad, Leonard, & Doyle, 2000). Hidrojen peroksitin dönüşümünü katalizleyerek lipid peroksidasyon kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Glutasyon peroksidaz enziminin iki ana tipi saptanmıştır. Bunlardan biri aktif bölgesinde selenyum içeren selenyuma bağımlı glutasyon peroksidaz (Se-GPx)'dir. Selenyuma bağımlı glutasyon peroksidaz, H₂O₂ ve organik hiperoksitlere karşı etkilidir. Selenyuma bağımlı olmayan glutasyon peroksidaz ise daha çok organik hidroperoksitlerin metabolize edilmesinde faaliyet göstermektedir (Reiter *vd.*, 1995; Cnubben, Rietjens, Wortelboer, Van-Zanden, & Van Bladeren, 2001).

Enzimatik olmayan antioksidan savunma mekanizması.

Enzimatik olmayan antioksidanlar endojen ve ekzojen antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Endojen antioksidanlar.

Glutasyon (GSH), thiol antioksidanlar arasında en önemli bir tripeptit antioksidandır. Glutasyonun sitozol (1-11 mM), çekirdek (3-15 mM) ve mitokondride (5-11 mM) önemli düzeylerde bulunduğu belirtilmektedir. Glutasyonların antioksidan aktivitesi içerdiği, sülfür gruplarından kaynaklanmaktadır. Glutasyonlar, glutasyon peroksidaz, glutasyon transferaz gibi oksidatif stresi engelleyen enzimlerin kofaktörüdür. Glutasyonlar hidroksil radikali ile singlet oksijeni yakalama, H₂O₂ ve lipid peroksidazları temizleme, C ve E vitaminlerini aktif formlarına yenileme gibi fonksiyonel özellikleri taşımaları nedeni ile son derece önemli antioksidan mekanizmaları arasında yer almaktadır (Valko *vd.*, 2007).

Melatonin, memelilerin beynindeki serebral yarı küreler arasındaki epifiz bezinden, lens ve kemik iliği hücreleri ile safra ve gastrointestinal sistemden karanlıkta sentezlenip salgılanmaktadır. Göz sağlığı, uyku bozukluğu, üreme gibi pek çok biyolojik fonksiyonun düzenlenmesinde aktif rol oynayan bir hormondur (Yazıcı, & Köse, 2004). Melatonin bilinen en güçlü antioksidanlardan biridir. Proteinler, lipitler, çekirdek DNA'sı ve mitokondriyal DNA'yı serbest radikallerin etkilerinden korumaktadır. Ayrıca SOD, CAT, GPx ve GR içeren antioksidan enzimlerin bazılarını uyarmaktadır. Hücresel membranları sağlamlaştırır ve elektron taşıma sisteminin etkinliğini artırarak, serbest radikal üretilmesini ve elektron kaçaklarını azaltmaktadır (Reiter, Acuna-Castroviejo, DunXian, & Burkhardt, 2006).

Bilirubin, kırmızı kan hücrelerinin parçalanması sonucu açığa çıkan hem proteinlerinin yıkımı sonucunda meydana gelmektedir. Dolaşım esnasında karaciğere gelir biyotransformasyona uğratarak safra veya idrarla atılmaktadır. Etkili bir antioksidandır. Peroksi radikallerini toplayarak zincir kırıcı etki göstermektedir (Gutteridge, 1995; Burtis, & Ashwood, 2005).

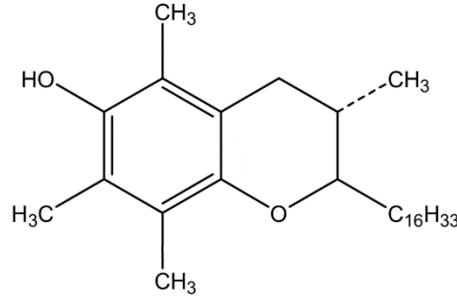
Koenzim Q10, lipit ve protein peroksidasyonunu baskılamaktadır. İnsan vücudunda doğal olarak sentezlenmektedir. İndirgenmiş olan ubikinol (CoQH₂), lipofolik antioksidandır ve elektron taşıma zincirinde elektron ve proton taşınmasında görev almaktadır. Ubikinol, serbest radikalleri nötralize etmek için elektron vermektedir. Böylece H₂O₂ ve O₂⁻ gibi oksidanlara karşı etkin koruma sağlamaktadır (Gürkan, & Bozdağ-Dündar, 2005).

Eksojen antioksidanlar.

Hücre membranlarının, lipoproteinlerin yanı sıra enzimlerinde %3-5 oranında antioksidan vitaminleri ihtiva ettiği belirtilmektedir. Vitaminlerin antioksidan etkileri elektron verebilmeleri nedeniyle. Elektron verdikten sonra β -karoten okside radikal katyon (β -kar⁺), E vitamini ise (E⁺) formuna dönüşürken, C vitamini nötral serbest radikale (AH^{*}) dönüşmektedir. AH^{*} radikali ise radikal formda olmayan dehidroaskorbata dönüşerek döngü tamamlanmaktadır. Antioksidan vitaminler hidroksil, peroksil ve singlet oksijen radikaller ile hipokloridi bağlayarak lipit peroksidasyonunu engellemektedir (Getoff, 2007).

E vitamini, yağda çözünen ve antioksidan potansiyeli yüksek olan bir vitamindir. Tokoferollerin yapısında kroman halka sistemi ve bir izoprenoid yan zincir bulunmaktadır. Yapısında bulunan fenolik hidroksil gruplu aromatik halka, vitaminin kimyasal olarak aktif kısmını oluşturur ve antioksidan özelliği bu gruptan kaynaklanmaktadır. Çok güçlü bir antioksidan olan E-vitamini hücre membran fosfolipidlerinde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerini serbest radikal etkilerinden korumaktadır. Bu vitaminin insanlarda en biyoaktif formu

α -tokoferoldür (Şekil 2). α -tokoferol lipit peroksidasyona karşı koruma sağlamaktadır (Singh *vd.*, 2004; Özyürek, 2005). Vitamin E'nin radikallerin ortadan kaldırılması, oksidasyon zincirinin kırılması, baskılama, bozulan yapıların onarılması ve endojen savunma sistemlerinin güçlendirilmesi gibi birçok işlevi yerine getirdiği bu nedenle de çok hızlı ve geniş bir antioksidan etki kapasitesine sahip olduğu kanıtlanmıştır (Dündar, & Aslan, 1999).



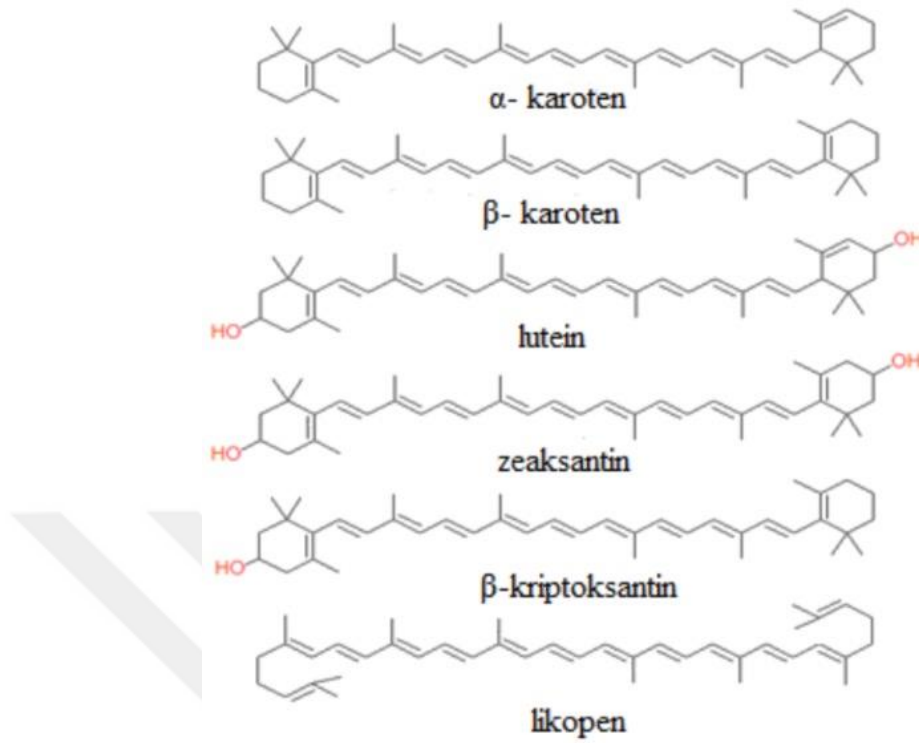
Şekil 2. α -tokoferol (Özyürek, 2005).

C vitamini, askorbik asit olarak da bilinmektedir. Suda çözünür, özellikle taze yeşil sebze, meyve ve turuçgillerde bol miktarda bulunan bir vitamindir. İnsanlar için meyve suları önemli bir C vitamini kaynağıdır ancak meyve sularındaki askorbik asit çabuk yükseltgenir ve saklama koşullarına bağlı olarak kaybolabilir. Herhangi bir meyve suyunun C vitamini olarak değeri içeriğine ve bekleme süresindeki kayıp oranına bağlıdır (Tütem, & Apak, 1991).

Çok güçlü bir indirgeyici ajan olan C vitamini, süperoksit ve hidroksi radikalleri ile kolayca reaksiyona girerek onları temizlemektedir (Gardner, White, Mcphail, & Duthie, 2000). Kollajen sentezinde, metal iyonları metabolizmasında, antihistamin reaksiyonlarında ve bağışıklık sisteminin geliştirilmesinde, karnitin metabolizmasında ve nörotransmitter biyosentezi için gereklidir. Ayrıca kalp damar hastalıkları, kanser ve demans, sinir hastalıkları gibi rahatsızlıkların riskini azaltmada, serbest radikallerin neden olduğu DNA hasarını önlemede ve katarakt oluşumuna yol açan oksidanları yok etmede önemli role sahiptir (Koca, & Karadeniz, 2005; Li, & Schellhorn, 2007). C Vitamini, oksidatif hasara karşı etkin koruma sağlar ve lipitlerde çözünen radikallerin temizlenmesi yoluyla üretilen α -tokoferoksil radikallerinden α -tokoferolu yeniden oluşturarak bir koantioksidan olarak hareket edebilir (Carr, & Frei, 1999).

Karotenoidler, meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan bir pigmenttir. Karotenoidlerin çoğunun temel yapısı poliizoprenoitten oluşmaktadır. Karotenoidlerin antioksidan aktivitesi yapısındaki konjuge çift bağlardan kaynaklanmaktadır (Şekil 3). Karotenoidler kimyasal yapılarında oksijen atomu içermeyen karotenler (α -karoten, β -karoten ve likopen vb.) ve yapısında en az bir oksijen atomu içeren ksantofiller (lutein, zeaksantin, astaksantin vb.) olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Gökbulut, & Şarer, 2008).

Karotenoidler serbest radikallerin etkilerini engelleyerek oksidasyondan koruyan ikincil antioksidanlardır (Reische, Lillard, & Eitenmiller, 1998).



Şekil 3. Bazı karotenoidlerin kimyasal yapıları (Topdaş, 2018).

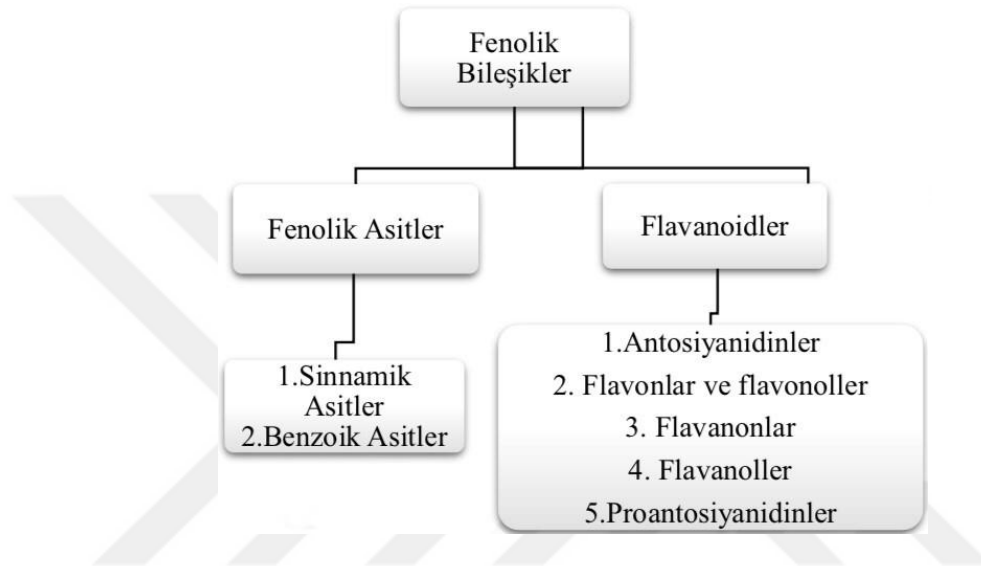
Sentetik antioksidanlar.

Gıda sanayinde tat, renk, koku ve kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için çeşitli gıda katkı maddeleri kullanılmaktadır. Gıda maddelerinin bozulmalarını engellemek için yıllardan beri sentetik antioksidan olarak bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer-bütildihidrokinon (TBHQ) kullanılmaktadır. Bu sentetik antioksidanların fenolik bileşik olmaları, onların etkili birer antioksidan olmalarını sağlamaktadır. Genellikle gıdanın yağ içeriğinin ağırlığı üzerinden, tek başına veya antioksidan karışımı olarak %0,002 (200 ppm) oranında kullanılırlar. Gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidanların depolama veya işleme sırasında kaybolması ya da yüksek maliyetleri nedeniyle doğal kaynaklı antioksidanlar yerine sentetik antioksidanlar yirminci yüzyılın başlarından beri kullanılmaktadır. Ancak sentetik antioksidanların toksik ve kanserojen olabileceğini ortaya koyan çalışmalar sonucunda bazı ülkelerde kullanılmalarına dair ciddi sınırlama veya yasaklar getirilmiştir (Haigh, 1986; Özyürek, 2005; Yavaşer, 2011).

Fenolik bileşikler.

Fenolik bileşikler veya polifenoller; bir benzen halkasına bir ya da daha fazla sayıda hidroksil grubunun bağlanmış olduğu bileşiklerdir (Urquiaqa, & Leighton, 2000; Liu, 2004).

Bitkilerin çeşitli kısımlarında bulunabilen fenolik bileşikler bitki metabolizmasında kökeni pentoz fosfat, şikimat ve fenilpropanoid kimyasallarına dayanan ikincil metabolitlerdir. Bitkiler aleminde en yaygın bileşik sınıfıdır (Harborne, & Williams, 2000; Balasundram, Sundram, & Samman, 2006). Fenolik bileşikler bitkilere renk, tat, koku gibi özellikleri vermelerinin yanında haşere ve mikroorganizmalara karşı koruyucu özellikte olan maddelerdir (Alasalvar, Grigor, Zhang, Quantick, & Shahidi, 2001). Fenolik bileşikler temel olarak fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır (Pietta, 2000). Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması Şekil 4’te verilmiştir (Cemeroğlu, 2013).



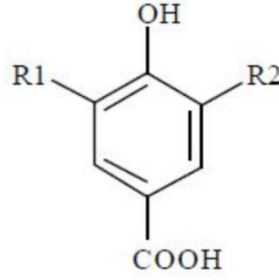
Şekil 4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Cemeroğlu, 2013).

Fenolik asitler.

Fenolik asitler genellikle canlı bitki dokularında serbest halde bulunmayan ancak bitkilerin işlenmesi sırasında hidrolize şekilde ortaya çıkan bileşiklerdir. Bu bileşiklere -OH ve -OCH₃ grupları bağlanarak önemli fenolik asit ve türevlerini oluşturmaktadır (Yıldız, & Baysal, 2003). Fenolik asitler; hidroksibenzoik asitler ve hidroksisınnamik asitler olarak iki grupta incelenirler.

Hidroksisınnamik asitler.

Hidroksisınnamik asitler C₆-C₃ fenilpropan yapısında ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklı özellik gösterirler (Şekil 6). Bitkisel gıdalarda yaygındır, çok az miktarda serbest halde bulunurlar ve genelde asit türevi halindedirler. Ferulik asit, klorojenik asit, kafeik asit, o-kumarik asit, p-kumarik asit ve sınnapik asit önemli hidroksisınnamik asitlerdir (Belitz, Grosch, & Schieberle, 2009).

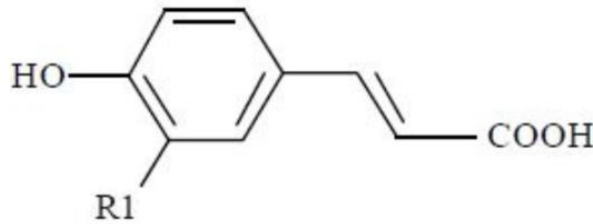


Şekil 5. Hidroksisinamik asit (Yavaşer, 2011).

Fenolik asitlerin antioksidan etkileri kimyasal yapılarıyla ilgilidir (Tapiero, Tew, Ba, & Mathe, 2002). Bu etki benzen halkasında taşıdıkları hidroksil gruplarının sayısına, bağlanma yerine bağlıdır (Peyrat-Maillard, Bonnely, & Berset, 2000; Marinova, & Yanishlieva, 2003; Sroka, & Cisowski, 2003). Hidroksi grubunun sayısının artmasıyla antioksidan etkinin arttığı gözlenmektedir (Fukumoto, & Mazza, 2000; Peyrat-Maillard *vd.*, 2000). Tablo 1’de fenolik asitlerin kimyasal yapıları verilmektedir (Saldamlı, 2007).

Hidroksibenzoik asitler.

Hidroksibenzoik asitler, C₆-C₁ fenilmetan yapısında renksiz bileşiklerdir (Şekil 5). Bitkisel besinlerin yapısında genellikle çok az bulunur ya da hiç bulunmazlar (Maier, Mayer, Dietrich, & Wucherpfennig, 1990; Cemeroğlu, Yemenicioğlu, & Özkan, 2001; Saldamlı, 2007). Lignin, organik asit ya da şekerler ile birleşik olarak çözünebilir formda da olabilirler (Schuster, & Herrman, 1985). Salisilik asit, m-hidroksibenzoik, p-hidroksibenzoik asit, vanilik asit ve gallik asit hidroksibenzoik asitlere örnek olarak verilebilir (Maier *vd.*, 1990; Karadeniz, 1994).



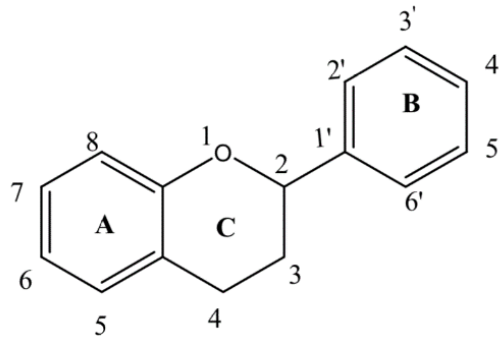
Şekil 6. Hidroksibenzoik asit (Yavaşer, 2011).

Tablo 1. Fenolik Bileşikler ve Yapıları

| Bağlanan Grup ve Konumu | Hidroksisünamik Asit | Hidroksibenzoik Asit |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|
| 2-OH | o-Kumarik asit | Salisilik asit |
| 3-OH | m-Kumarik asit | m-Hidroksibenzoik asit |
| 4-OH | p-Kumarik asit | p-Hidroksibenzoik asit |
| 2,3-di-OH | | Pirokateşuik asit |
| 2,4-di-OH | | β -Rezorsilik asit |
| 2,5-di-OH | | Gentisik |
| 3,4-di-OH | Kafeik asit | Prokateşuik asit |
| 3,5-di-OH | | α -Rezorsilik asit |
| 3,4,5-tri-OH | | Gallik asit |
| 3-OCH ₃ , 4-OH | Ferulik asit | Vanilik asit |
| 3-OH, 4-OCH ₃ | İzoferulik asit | İzovanilik asit |
| 3,5-di-OCH ₃ , 4-OH | Sinapinik asit | Sringik asit |

Flavonoidler.

Flavonoidler, bitkisel fenoliklerin en çok araştırılan grubudur. Difeniilpropan iskeletinde (C₆-C₃-C₆) düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. (D'Archivio *vd.*, 2007). Fenil grupları arasındaki üçlü karbon köprüsü, oksijenle halka (flavan halkası) oluşturmaktadır (Beecher, 2003) (Şekil 7). Bitkilerde ikincil metabolit olarak bitki metabolizmasıyla ilgili birçok görevi vardır. Besinlerde bulunan en yaygın fenolik bileşiklerdir (Bronze, Figueira, & Mecha, 2012). Gıdalarda genel olarak renk, tat ve lipit oksidasyonunun engellenmesi; vitamin ve enzimlerin yapısının korunmasında görev almaktadır (Yao *vd.*, 2004).



Şekil 7. Flavonoidlerin genel yapısı (Özyürek, 2005).

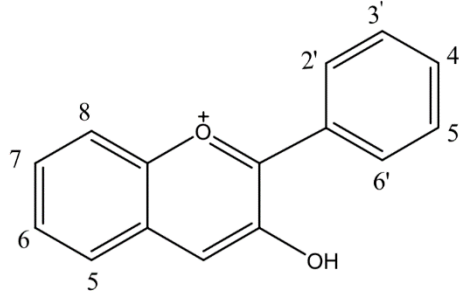
Gıdanın işlenme şekline göre flavonoid miktarı da değişiklik göstermektedir. Örneğin; işlenmiş besinlerin kabuk, sap, çekirdek kısımları ayrılır. Fakat yapılan araştırmalar, özellikle

kabuk ve çekirdek kısımlarının uzaklaştırılması ile meyve ve sebzelerdeki antioksidan miktarında önemli kayıpların olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Peschel *vd.*, 2006; Capanoglu, Beekwilder, Boyacioglu, Hall, & De Vos, 2008).

Genel olarak 6 temel flavonoid sınıfı bildirilmektedir. Bunlar; antosiyaninler, flavonlar, flavonoller, flavononlar, flavanoller ve proantosiyanidinlerdir (Cemeroğlu, 2013).

Antosiyanidinler.

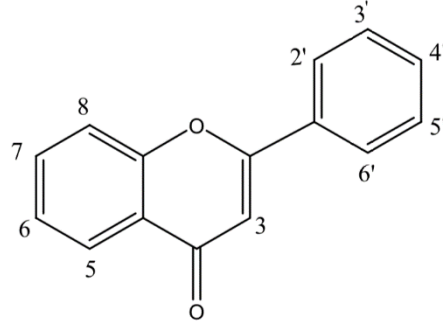
Antosiyanidinler, bir ya da birden fazla şekerle bağlanmış olabilirler. Şeker molekülleri 3, 5, 7, 3' ve 5'. karbon atomları ile bağ yapmaktadırlar (Satué-Garcia, Heinonen, & Frankel, 1997). Genellikle bir şeker molekülü antosiyanidinlerin 3. pozisyondaki karbon atomuna bağlanmaktadır (Cemeroğlu *vd.*, 2001) (Şekil 8). Bitkilerde genellikle serbest formda değil şekerler ile oluşturduğu glikozit ya da antosiyanin formunda bulunurlar (Acar, 1998). Antosiyaninler meyve, sebze, çiçek ve diğer bitkilere pembeden mora kadar değişen renkleri veren doğal pigmentlerdir (Dao, Takeoka, Edwards, & Berrios, 1998; Cemeroğlu *vd.*, 2001). Pelargonidin, siyanidin, delfinidin, peonidin ve malvidin antosiyaninlere örnek olarak verilebilir.



Şekil 8. Antosiyanidinler (Özyürek, 2005).

Flavonlar.

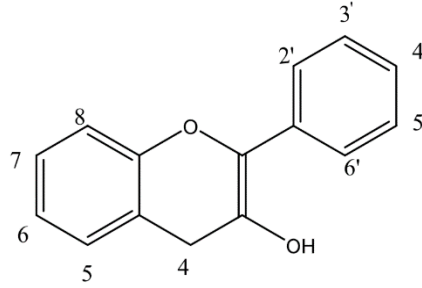
Flavonoidlerin bitki aleminde yaygın olarak rastlanan, hem serbest (aglikon), hem de glikozitleri halinde bulunan bir sınıftır. Flavonlar hetero halkasında C2 ve C3 atomları arasında çift bağın bulunması karakteristiktir (Taşkırın, 2005) (Şekil 9). Açık sarı renkli bileşiklerdir (Saldamlı, 2007). Apigenin ve luteolin önemli flavonlar arasında yer almaktadır (Jaganath, & Crozier, 2010). En önemli kaynakları kereviz ve kırmızı biberdir (Erlund, 2004).



Şekil 9. Flavonlar (Özyürek, 2005).

Flavonoller.

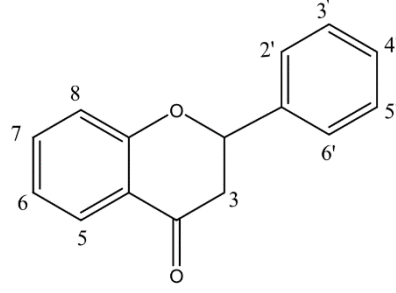
Flavonoller, flavon molekülünün üçüncü pozisyonunda bağlı bir hidroksil molekülünden meydana gelmektedir (Şekil 10). Bitkilerin özellikle yaprak dış kısm ve az miktarda köklerinde bulunurlar. Sebze ve meyvelerde yaygın olarak bulunan flavonoller; kuersetin, kamferol, mirisetin ve izoramnetindir (Crozier, Jaganathb, & Cliffordc, 2009; Corradini *vd.*, 2011). Meyve ve sebzeler de en yaygın bulunan flavonol kuersetindir. Flavonoller ve glikozitleri meyve kabuğunda bol miktarda bulunmaktadır (Hertog, Hollman, & Katan, 1992).



Şekil 10. Flavonoller (Özyürek, 2005).

Flavanonlar.

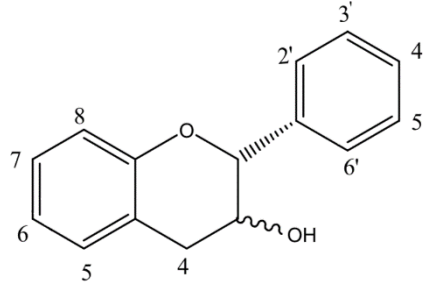
Flavanonlar diğer flavonoidlerden farklı olarak C halkasında doymamış bir karbon-karbon bağına sahiptir (Şekil 11). Turunçgil meyvelerinde ve nane gibi aromatik bitkilerde yüksek oranda bulunmaktadır (Iwashina, 2000; Manach, Morand, Gil-Izquierdo, Bouteloup-Demange, & Remesy, 2003; Beecher, 2003; Manach, Scalbert, Morand, Remesy, & Jimenez, 2004). Hesperetin, naringenin, eriodicytol, hesperidin ve narirutin yaygın flavanonlardır (Manach, & Donovan, 2004).



Şekil 11. Flavanonlar (Özyürek, 2005).

Flavanoller (kateşinler).

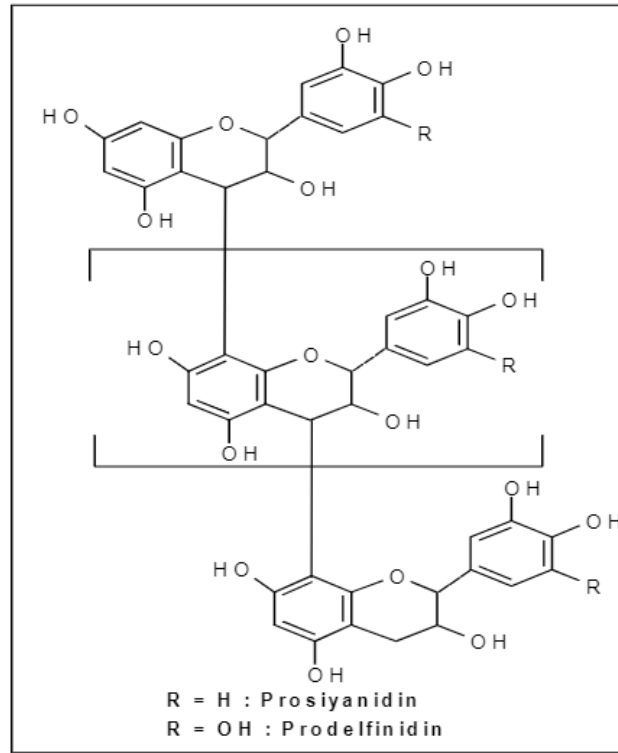
Gıdalarda en yaygın bulunan flavonoid grubunu oluşturmaktadır. Renksiz bileşiklerdir. Üçüncü karbon atomunda bir -OH grubu içerdiğinden flavan-3-ol olarak isimlendirilirler (Aron, & Kennedy, 2008) (Şekil 12). Meyvelerde en çok bulunan flavanol türleri (+)-kateşin, (-)-epikateşin, (+)-gallokateşin ve (-)-epigallokateşindir (Margalit, 2004). Kateşinler kimyasal ve enzimatik olarak havadaki oksijenle reaksiyona girerek kondanse proantosiyanidinleri oluşturmaktadır (Nizamlıoğlu, & Nas, 2010).



Şekil 12. Flavanoller (Özyürek, 2005).

Proantosiyanidinler (kondense tanenler).

Proantosiyanidinler, flavonoidlerin kondanse tanenler grubundadır. Sadece epikateşin/kateşin kondensasyonu ile oluşuyorsa prosiyanidin, kateşin/gallokateşin kondensasyonu ile oluşuyorsa prodelfinidin denir (Şekil 13). Proantosiyanidinler, bitkilerde yaygın olarak bulunan kompleks yapıdaki fenolik bileşiklerdir. Kondense tanenler, meyve yüzeyi ve kabukta daha çok bulunurken az miktarda da meyve etinde bulunmaktadır (Shahidi, & Nacz, 1995).



Şekil 13. Proantosiyandinler (Shahidi, & Naczki, 1995).

Prosiyanidinler, meyvelerde özgün tatların oluşmasında etkili olup acılık ve burukluk gibi duyuşsal iki özelliğın birleşmesiyle meydana gelmektedir. Hangi tadın baskın olacağı proantosiyandinin molekül ağırlığına bağılı olarak değışmektedir. Düşük molekül ağırlığında acılık, yüksek molekül ağırlığında burukluk ağır basmaktadır (Cemeroğlu, 2013).

Antimikrobiyal aktivite.

Steril ürünler haricinde tüketime sunulan her gıda maddesi mikroorganizmalardan oluşan bir mikrofloraya sahiptir. Mikroorganizmaların enzimatik faaliyetleri sonucu çeşitli besin maddelerinin yıkımı ve yeni maddelerin üretimi gıdalarda arzu edilmeyen tat ve koku oluşumuna neden olabilir (Ünlütürk, & Turantaş, 2015). Gıdaların dokusu, besin değeri ve aroması korunarak raf ömrünün artırılması, zararlı mikroorganizmaların üremesinin engellenmesi için gıdalarda sentetik katkı maddeleri kullanımını gerekli kılmaktadır. Günümüzde gıdaların uzak mesafelere taşınma gereksinimi, hazır gıda ürünlerinin tüketiminin artması gibi nedenler sentetik katkı maddelerinin kullanım oranını artırmıştır. Sentetik gıda katkı maddelerinin kullanımındaki artış insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Antimikrobiyal olarak kullanılan sentetik ilaçlara karşı mikroorganizmaların direnç oluşturmaları ve gıdaların güvenliği üzerine ortaya çıkan kaygılar nedeniyle tüketiciler bu gıdalardan sakınmaktadırlar. Sentetik koruyucuların sağlığı olumsuz yönde etkilemesi ve maliyetli olması gibi nedenlerle gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalara karşı doğal

alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır (Rauha *vd.*, 2000; Dağcı, İzmirli, & Dığrak, 2002; Rhodes, Mitchell, Wilson, & Melton, 2006). Bitkilerden elde edilen antimikrobiyal bileşiklerin gıdaların korunmasında sağlıklı bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Agar kuyu difüzyon yöntemi.

Agar kuyu difüzyon yönteminden yararlanılarak herhangi bir maddenin antimikrobiyal olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Bu yöntemin esası belirli konsantrasyondaki maddenin katı besiyerine difüze olması yani yayılması ve difüze olduğu alanda da test mikroorganizmasının gelişimini engelleyip engellemediğine bakılmaktadır (Alanis, Calzada, Cervantes, Torres, & Ceballos, 2005).

Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar.

Escherichia coli; gram negatif, fakültatif anaerob, sporsuz hareketsiz veya hareketli, kısa çubuk şeklinde bir bakteridir (Ünlütürk, & Turantaş, 1998). İnsan ve hayvanların bağırsak florasında doğal olarak bulunan *E. coli*'nin gıdalarda ve sularda bulunması fekal bulaşmanın indikatörü olarak önem taşımaktadır. *E. coli*'nin patojenik suşları ishale neden olan enfeksiyonlar, idrar yolları enfeksiyonları, menenjit, septisemi gibi çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir (Ünlütürk, & Turantaş, 2015). *E. coli* son zamanlarda gıda güvenliğine ciddi tehditlerden biri haline gelmiş olup insanda görülen *E. coli* enfeksiyonlarının daha çok pişmemiş et ve sütlerden kaynaklandığı bilinmekle beraber herhangi bir dışkı bulaşmış et ve diğer gıdalarda bu bakterinin kaynağı olduğu belirtilmektedir (Armstrong, Hollingsworth, & Morris, 1996; Jo *vd.*, 2004). Gıda üretimi yapan tüm işletmeler ürünlerinde bu patojenden kaynaklanan bir kontaminasyon olup olmadığını belirlemek zorundadır (Koochmaraie *vd.*, 2005).

Bacillus cereus, gram pozitif, aerob, endospor oluşturan hareketli çubuk şeklinde bir bakteridir. Sporları 63°C'de 30 dakikalık pastörizasyonda canlı kalabilmektedir. Toprak, su ve çeşitli gıdalarda bulunur. *B. cereus*'un bazı suşları insanlarda gıda zehirlenmelerine neden olmaktadır (Ünlütürk, & Turantaş, 2015).

Salmonella typhimurium; gram negatif, fakültatif anaerobik ve fermentatif, sporsuz, hareketli, çubuk şeklinde bakterilerdir. Doğal olarak insan ve hayvan bağırsağında ve kanalizasyon sularında bulunabilir. Bu bakteriler kanatlı hayvanlarda ve yumurtada ortaya çıktıkları gibi diğer gıdalarda da bulaşma sonucu görülebilmektedir. Gıdalarda yüksek oranda bulduklarında insanlarda bağırsak enfeksiyonu (gastroenteridis) ve septik enfeksiyonlara neden olmaktadır (Ünlütürk, & Turantaş, 2015).

Yersinia enterocolitica; gram negatif fakültatif anaerobik ve fermentatif, sporsuz, düz çubuk veya kokobasil şeklinde bakterilerdir. Doğal olarak dışkı, kanalizasyon suları ve toprakta bulunur. Çeşitli gıdalara ve suya bulaşmasında en önemli kaynağı insanlar oluşturmaktadır. *Y. enterocolitica* insan ve hayvan patojenidir. Ağız yoluyla alındığında insanlarda bağırsak enfeksiyonu ve bazen sepsise neden olur. Psikrofil bir bakteri olan *Y. enterocolitica* soğukta depolanmış gıdalar için potansiyel bir tehlikedir (Ünlütürk, & Turantaş, 2015).

Staphylococcus aureus; gram pozitif, fakültatif anaerob, mezofil, sporsuz, hareketsiz, kok şeklinde ve tuza dayanıklı bir bakteridir. İnsan ve hayvanların derilerinde ve burun mukozasında doğal olarak bulunmaktadır. *S. aureus* insan ve hayvanlarda apseli enfeksiyonlara ve hayvanlarda mastitise neden olmaktadır. Koagülaz ve termostabil nükleaz enzimi üreten *S. aureus* suşları gıdalarda gelişerek ısıya dayanıklı enterotoksin üreterek ve gıda zehirlenmelerine neden olmaktadır (Ünlütürk, & Turantaş, 2015).

Berberidaceae familyası.

Cronquist (1968) yöntemine göre *Berberis* cinsinin taksonomik sıralaması aşağıdaki gibidir.

Bölüm: Spermatophyta

Alt Bölüm: Angiospermae

Sınıf: Magnoliidae

Takım: Ranunculales

Familya: Berberidaceae

Cins: *Berberis*

Berberidaceae familyası yaklaşık 14 cins ve 700 tür içerir (Christenhusz, & Byng, 2016). Bitkiler nadiren küçük genellikle 1-5 m yüksekliğe ulaşabilen asitli çalılardır. Bu bitkilerin kabuğunun ve odununun iç yüzeyi sarı, kahverengi veya mordur. Dalları silindirik, köşeli veya çizgilidir ve bazen balmumu ile kaplanmıştır. Uzun sürgünlerdeki yapraklar çoğunlukla 1-3 parçalı dikene dönüşür. Normal yaprak bu dikenlerin koltuğundan çıkar ve sürgünlerin üzerinde çoğu bir arada demetler halinde bulunur. Çiçekleri sarı renkli salkım şeklinde ve her bir çiçeğin çanak ve taç yaprakları altı parçalıdır. Meyveler parlak kırmızı veya siyahımsı kırmızıdır ve tatları ekşidir (Ghahreman, 1987; Mozaffarian, 2005). Bitkiler mart ayında gelişmeye haziran ayında çiçek açmaya başlamaktadır. Meyveler ekim ayında hasat edilebilmektedir (Rahimi-Madiseh, Lorigoini, Zamani-Gharaghoshi, & Rafieian-Kopei, 2017).

Berberis, familyaya adını veren cins olup bu isim çiçeklerindeki çanak yaprakların deniz hayvanlarının kabuğuna benzeyişi nedeniyle Yunanca “beriberi” kelimesinden gelmektedir. Bu cinse Türkçe de kadın tuzluğu adı da verilmektedir (Ertürk, 1994). *Berberis* cinsinin dünyada yaklaşık 500 türü bulunmaktadır (Khan, Khan, & Rehman, 2015). *Berberis*, Asya, Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'nın ılıman bölgelerinde yetişir (Shamsa, Ahmadiani, & Khosrokhavar, 1999).

Berberis türlerinin odun, kök ve kabukları zehirli berberin alkaloidi (C₂₀H₁₉O₅) içermektedir. Kök, kabuk ve odunlarından elde edilen sarı renkli boya maddesi yün ve deri boyamada kullanılmaktadır. Sarı renkli çiçekleri, kırmızı siyah meyvelerinden dolayı kültüre alınmıştır. Canlı çit yapımında kullanılır. Ancak *Berberis* cinsinin türleri tahıllarda pas hastalığı yapan *Puccinia graminis* adındaki mantara konaklık yaptığından zararlı bitkilerdir. Türkiye’de doğal olarak yetişen dört türü vardır. Bunlar; *B. vulgaris* L., *B. crataegina* DC., *B. cretica* L., *B. integerrima* B.’dir.

***Berberis vulgaris* L. kızamık.**

B. vulgaris; Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika’da yetişebilen yabani bir bitkidir. Türkiye’de genellikle Kuzey Anadolu’da Kastamonu, Tokat illeri ile Çoruh Vadisi ve Kelkit Vadisi gibi Karadeniz ardı kesimlerde yetişmektedir (Anşin, & Özkan, 1993). Kızamık doğada taşlık topraklarda, orman açıklıkları veya çalılıklar arasında 500-1500 m rakımlarında bulunmaktadır (Kayacık, 1981; Anşin, & Özkan, 1993). Bitki en fazla 2 metre boya ulaşabilen, kışın yapraklarını döken, dikenli bir çalıdır. Genç gövdelerin kabuğu üzerinde siyah lentiseller bulunmaktadır. Gövde üzerindeki dikenleri genellikle üçlüdür, yapraklarının kenarları ince dişli eliptik veya yumurtamsı, dikenlerden daha uzun, alt yüzü yeşilimsi ve hafif ağsı damarlıdır (Davis, 1982; Anşin, Okatan, & Özkan, 1994). Nisan ya da mayıs aylarında açan sarı renkli salkım çiçekler 15-25 çiçekten oluşmaktadır. Meyveleri eliptik bir yapıda 8-12 mm boyunda ve olgunlaşınca güzel kırmızı bir renk almaktadır (Yücel, Yaltırık, & Öztürk, 1995). Kırmızı renkli meyvelerinden dolayı süs bitkisi olarak kültüre alınmıştır (Kayacık, 1981) (Şekil 14).



Şekil 14. *Berberis vulgaris* L. meyveleri.

Geleneksel tıpta, bu bitkinin farklı bölümleri hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Meyve, ağaç kabuğu, kök ve sap *B. vulgaris*'in farmasötik bölümleridir. Meyve geleneksel ve modern tıpta bu bitkinin en çok kullanılan organıdır (Rahimi-Madiseh vd., 2017; Madiseh, Heidarian, & Rafieian-kopaei, 2014). Kanı artırmak için *Berberis* meyvesinin kullanıldığına ilişkin en eski bulgular M.Ö. 650'de Asur (şimdiki Irak) imparatoru Asurbanipal'ın kil tabletlerinde yazılmıştır (Karimov, 1993). Tıbbi amaçlar için *B. vulgaris* meyvesi ve kökü üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Berberin, *B. vulgaris*'in kökünden ve kabuğundan alkoloit olarak izole edilmektedir (Özgen, Saraçoğlu, & Geçer, 2012). Diğer meyvelerde olduğu gibi *B. vulgaris* meyvesinde C vitamini ve farklı vitaminler ile tuz içermektedir. Askorbik asidin alzheimer hastalığı olanlarda demans ilerleyişini olumlu yönde etkilediği bulunmuştur (Landmark, 2006). *B. vulgaris* L.'den elde edilen meyve özü, hem kardiyovasküler hem de sinir sistemi üzerinde faydalı olduğu, hipertansiyon, taşikardi ve epilepsi ve kasılma gibi bazı nöronal bozuklukların tedavisinde potansiyel bir kullanım olduğunu ortaya koyan yararlı etkilere sahiptir (Fatehi vd., 2005; Fatehi-Hassanabad, Jafarzadeh, Tarhini, & Fatehi, 2005). Ergenlerde sulu *B. vulgaris* meyve ekstraktının oral kullanımının orta derecede akne üzerinde etkili olduğunu belirtilmiştir (Fouladi, 2012).

***Berberis crataegina* DC. karamuk.**

B. crataegina DC. Dünya'da kuzey ılıman bölgelerinde ve genel yayılışını Türkiye ve İran'da yapmaktadır (Anşin, & Özkan, 1993). Türkiye'nin hemen her tarafından rastlanan karamuk özellikle İzmir, Kırklareli, Ankara, Kastamonu, Çankırı, Kayseri, Konya, Niğde ve

Sivas yöresinde kendiliğinden yetişmektedir. Bilimsel adı *B. crataegina* DC. olan karamuk Anadolu'nun değişik yörelerinde diken üzümü, yıllık çalısı, amberparis, tavşan ekmeği gibi isimlerle de bilinmektedirler (Baytop, 1999). Kurak ve kayalık yamaçlarla, çalılıklar arasında büyüklü küçüklü gruplar halinde bulunan *B. crataegina* DC. 800-1500 m rakımlarda yetişme imkanı bulabilmektedir (Davis, 1982; Anşin, & Özkan, 1993). 2 m'ye kadar boylanabilen kışın yaprağını döken çalılardır. Genç sürgünler koyu kırmızı kahverengindedir (Anşin, & Özkan, 1993). Genç gövdeler üzerinde siyah lentiseller yoktur. Genellikle yapraklar dikenlerden daha uzundur. Yapraklar çoğunlukla dar ters yumurta biçiminde 1-4 cm uzunluktadır. Kenarları kaba dişli veya tamdır. Çiçek kurulları 1-3 cm boyundadır. 6-15 çiçekten oluşmaktadır. Çiçeklenme mayıs-haziran aylarında olmaktadır. Eliptik yapıdaki meyve sonbaharda olgunlaşınca siyah bir renk alır (Davis, 1982). Meyvesi bir ya da birden fazla çekirdek içeren etli meyvelerdir. Bazılarında meyveler tek tek bulunurken bazılarında üzüm salkımı şeklinde görülür. Tadı hafif ekşidir (Baytop, 1999) (Şekil 15).



Şekil 15. *Berberis crataegina* DC. meyveleri.

B. crataegina meyveleri tanen, organik asitler, yüksek oranda C vitamini ve antosiyanin içermektedirler (Baytop, 1999; Gedikli, 2006). Karamuk köklerinde bulunan maddelerin, şark çıbanına karşı etkili olduğu, bakterilerin gelişimini önlediği ve ateş düşürücü etkisinin olduğu belirtilmiştir (Üçer, 2011). Özkal ve Ertürk (1996) *B. crataegina* DC. bitkisinden elde edilen berberin alkaloidi ve ekstralarının güçlü antifungal aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir (Toroğlu, & Çenet, 2006). Karamuk bitkisinin bronşit gibi soğuk algınlığı ve şeker hastalığının tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle bronşit için bitkinin kökleri kaynatılır ve suyu

içilir. Şeker hastalığı tedavisinde ise bitkinin meyvesi yenmektedir. Sivas yöresindeki incelemelerde köklerin kaynatıldığı, kaynatılan suyun sabahları kahvaltıdan önce bir çay bardağı içilerek şeker hastalığında, böbrek sancılarında, kum dökmede ve sarılık gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Karamuk köklerinin yakılmasıyla oluşan külün tuzsuz tereyağıyla karıştırılarak elde edilen merhem her türlü yarayı iyileştirdiği söylenmektedir (Savran, Bağcı, & Kargıoğlu, 2002).

Alan Yazın Derlemesi

Motalleb, Hanachi, Kua, Othman ve Asmah (2005) Malezya/Kuala Lumpur'daki İran pazarından alınan meyvelerin toplam antioksidan aktivitesini ve fenolik içeriğini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında çözücü olarak damıtılmış su, etanol ve metanol kullanmışlardır. Damıtılmış suda *B. vulgaris*, meyve ekstraktlarının %82,52±0,64 serbest radikal süpürme aktivitesi gösterdiği, etanolde %73,62±1,87 serbest radikal süpürme aktivitesi, BHT %67,50±0,53 ve C vitamini %88,56±0,43 serbest radikal süpürme aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. β-karoten ağartma deneyinde %80 metanol ekstraktı ile *B. vulgaris* %60,15 ve C vitamininin %91,17 fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Kızamık meyvesinin sulu ve etanol serbest radikal temizleme faaliyetlerinde anlamlı farklar (p<0,05) ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Arayne, Sultana ve Bahadur (2007) yaptıkları çalışmada *B. vulgaris* bitkisinin botanik yapısını, yenilebilir kullanımlarını, geleneksel ve modern tıpta yapılan çalışmaları incelemişlerdir.

Akbulut, Çalısır, Marakoğlu ve Çoklar (2009) Konya/Seydişehir bölgesinden temin ettikleri kızamık (*B. vulgaris* L.) meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Kızamık meyvelerinin enerji, indirgen şeker, protein, selüloz, yağ, kül, asitlik, askorbik asit, toplam fenolikler, toplam antosiyonin ve suda çözünen katı madde değerlerini sırasıyla 69,25 kcal/g, %6,52, %10,32, 9,42, %0,84, %1,12, %3,10, 256,48 mg/kg, 789,32 mg/100g, 931,05 mg/kg, %19,4 olarak belirlemişler ve kızamık meyvesinin insan beslenmesi için oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Hanachi ve Golkho (2009) Kuala Lumpur'daki İran pazarından kurutulmuş olarak aldığı meyvelerin antioksidan aktivitesini, besleyici ve besleyici olmayan kompozisyonunu değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada sonuçların anlamlı farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir. Antioksidan aktivitenin yanı sıra meyvelerde C vitamini, malik asit gibi besleyici ve tannin gibi besleyici olmayan kompozisyonları da tespit etmişlerdir. Sonuçta *B. vulgaris*'in farklı ekstraksiyon çözücülerinde farklı derecelerde antioksidan aktiviteye sahip oldukları meyvelerin

zengin miktarda C vitamini, malik asit ve tannin içerdiğini tespit etmiştir. Zengin C vitamini miktarı *B. vulgaris* meyvesinin günlük tüketimler için iyi bir C vitamini kaynağı olduğu belirtilmiştir.

Gülsoy, Özkan ve Özkan (2011) Türkiye'nin Eğirdir Gölü havzasından toplanan *B. crataegina* DC. meyvelerinin element bileşimi, organik asitler ve fenolik bileşik konsantrasyonlarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Sonuçta kalsiyumun yapraklarda ve potasyumun meyvelerde en çok bulunan element olduğu belirtilmiştir. Yaprak ve meyvelerin baskın majör fenolik bileşiklerinin rutin ve klorojenik asit olduğu ve rutin, apigeninin, naringenin meyvelerdeki en yüksek konsantrasyonda olduğu belirtilmiştir. Malik asit ve sitrik asidin yapraklarda daha yüksek oranda bulunmuştur. Sonuçlar, element bileşiminin fenolik bileşiklerin ve organik asit konsantrasyonlarının *B. crataegina*'dan elde edilen meyve ve yapraklarda belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir.

Özgen vd. (2012) Sivas'ın çeşitli yerlerinden altı adet kızamik (*B. vulgaris* L.) meyvesinin toplam fenolik, toplam monomerik antosiyanin içerikleri ve antioksidan kapasitelerini analiz etmişlerdir. Şeker ve organik asit bileşimini HPLC ile belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu meyveler arasındaki değişkenliğin çok yüksek olmadığını bulmuşlar en yüksek değişkenliğin FRAP içeriği için (C.V.%17,9) olarak bulmuşlardır. Bu altı farklı kızamik meyvesinin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Ardestani, Sahari, Barzegar ve Abbasi (2013) İran'ın kuzey doğusundaki Ghaen bahçelerinden satın aldıkları *B. integerrima* ve *B. vulgaris*'in bazı fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında iki meyvenin fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta kül, yağ, lif, protein, indirgeyici şekerler, toplam şekerler, pH, toplam fenolikler ve toplam antosiyanin içeriği *B. integerrima*'da *B. vulgaris*'ten anlamlı oranda yüksek olduğunu bulmuşlardır. Nem *B. vulgaris*'te *B. integerrima*'dan önemli derecede yüksek çıkmıştır. İki çeşit arasındaki asitliğin önemli bir farklılık göstermediğini belirtmektedirler. ICP tekniğiyle yaptıkları mineral element değerlendirmesinde *B. vulgaris* meyvelerinde P, Zn, Fe, Na ve K miktarları *B. integerrima* meyvelerinden önemli ölçüde yüksek ve sırasıyla en fazla Mn, Mg, Cu ve Ca miktarlarının *B. integerrima* meyvelerinde çıktığı kaydedilmiştir.

Gündoğdu (2013) Van/Gevaş bölgesinde kendiliğinden yetişen *B. vulgaris* L. meyvelerinin antioksidan özelliklerini, organik asit içeriklerini ve fenolik bileşik içeriklerini belirlemiştir. Yapılan çalışmada kızamik meyvelerinin antioksidan kapasitesi 8,731 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Antioksidan kapasitelerinin ve biyokimyasal bileşiklerin içeriğinin yüksek olması nedeniyle *Berberis* meyvelerinin kıymetli meyveler olarak kabul edildiğini belirtmektedir.

Oyong, Jafari, Tan ve Agoon (2014) İnan/Horasan'dan kuru olarak alınan meyveler ile yaptıkları çalışmada *B. vulgaris* L. var. *asperma* meyvesinin etanolik ekstraktlarını antiproliferatif (çoğalmayı önleyici) madde belirleyerek antikanser aktivitesini araştırmışlardır. İnsan bağırsağı ve meme kanseri hücreleri üzerinde çalışan araştırmacılar önemli stotoksik etki gözlemlemişlerdir. Sonuçta bu çalışmanın *B. vulgaris* L. var. *asperma* meyvesinin yeni kemo koruyucu ve kemoterapötik ilaçların potansiyel kaynağı olarak ümit verici farmakognozik uygulaması olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldız vd. (2014) Anadolu'nun kuzeydoğusunda Çoruh Vadisi'nde yetişen on dokuz kızamık (*B. vulgaris* L.) meyvesinin bazı önemli fizikokimyasal, biyoaktif ve antioksidan kapasitelerini belirlemişlerdir. Sonuçlar, fizikokimyasal özelliklerin çoğu, antioksidan kapasite ve bazı biyoaktif bileşiklerin içeriği için genotipe özgü farklılıklar göstermiştir. Meyve ağırlığı 0,073 g (Çoruh-7) ile 0,267 g (Çoruh-11) arasında değiştiği belirtilmiştir. Toplam fenol içeriğini, litre meyve suyu başına 2532 (Çoruh-9) ile 3419 mg/GAE arasında bulmuşlardır. Çoruh-12 genotipi siyanidin-3-glukozit formunda en yüksek toplam monomerik antosiyanin içeriğine (litre başına 1004 mg meyve suyu) sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam antioksidan seviyeleri üç antioksidan analiz yönteminin hepsinde de Çoruh-8 ve Çoruh-9 genotiplerinin meyvelerinde gözlemlemişlerdir. Kızamık meyvelerinin yüksek fenolik ve antosiyanin içerikleri nedeniyle iyi bir biyoaktif fitokimyasal kaynağı olduğu sonucuna varmışlardır.

Charehsaz vd. (2015) Bayburt'tan temin edilen *B. crataegina* meyvelerinin iyileştirici etkilerinin açıklamak olası risklerini değerlendirmek için metanolik meyve ekstraktının toplam fenolik, flavonoid, proantosiyanidin içerikleri ve antioksidan kapasitesi birkaç in vitro analiz ile değerlendirmişlerdir. Ayrıca meyve eksresinin sitotoksik ve genotoksik etkileri, hem rahim ağzı kanseri hücre çizgisinde (Hela) hem de insan periferik kan lenfositlerinde değerlendirmişleridir. Sonuçta bu ekstraktın ferrik kaynaklı oksidatif strese karşı koruyucu etkiler gösterdiği ve nispeten iyi bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu oksidatif DNA hasarına karşı koruyucu etkiyi ortaya çıkaran lenfositlerdeki H₂O₂ kaynaklı DNA hasarını iyileştirdiğini ve lipit peroksidasyonuna karşı iyi bir aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sharifi ve Poorakbar (2015) İnan/Bijar şehri Qomchqay'dan taze ve kuru hibrit *Berberis* meyvelerinde toplam fenolik ve flavonoid içeriğini değerlendirip karşılaştırmayı, antioksidan aktivitelerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda kurutulmuş meyvelerin sulu ekstraktında maksimum miktarda fenol (59,57±0,83 mg gallik asit/10 g *Berberis*), en yüksek flavonoid içeriği taze meyvenin metanolik ekstraktında (1,93±0,03mg quercetin/10g

Berberis) tespit edilmiştir. Ayrıca taze meyvenin metanolik ekstraktında ve kurutulmuş sulu ekstraktında ($44,62 \pm 0,99/19,88 \pm 1,39$) DPPH* radikal temizleme aktivitesi en yüksek ve en düşük yüzdesine sahip olduğu tespit edilirken taze kızamik sulu ekstraktında ve kurutulmuş kızamik etanolik ekstraktında FRAP ($3,93 \pm 2,40/18,15 \pm 0,84$) ile minimum ve maksimum Fe azaltma seviyesi gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Sonuçta çalışmada kullanılan *Berberis* türlerinin zengin bir antioksidan aktiviteye sahip önemli bir bileşik kaynağı olduğunu gösterilmiştir.

Hoshyar, Mahboob ve Zarban (2016) İran'ın Horasan eyaletinden toplamış oldukları *B. vulgaris* meyvelerini kurutup öğütüp sulu ve alkollü ekstraktlarının biyolojik aktivitesini değerlendirmişlerdir. *Berberis*'in alkollü ekstresinin sulu ekstraktlara kıyasla antioksidan ve antosiyaninler bakımından daha zengin olduğunu bulmuşlardır. Sonuçlar *Berberis*'in güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve alkollü ekstresinin tedavi edilmiş hücrelerde sitotoksik etkisinin olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle *Berberis*'in insan meme kanserine karşı savaşmak için geliştirilen terapötik maddeler için potansiyel olarak kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Rahimi-Madiseh vd. (2017) *Berberis* türlerinin, farmasötik organ, beslenme geçekleri, mineraller, meyve ve diğer organlardaki antioksidanlar, alkoloit bileşikler, hastalıkları önleme ve tedavi etmenin etki mekanizmaları, geleneksel kullanımları bildiren bilimsel makaleleri incelemişlerdir. Sonuçlar *B. vulgaris*'in askorbik asit, K vitamini birkaç triterpenoid, ondan fazla fenolik bileşik ve otuzdan fazla alkoloit içeren çok sayıda fitokimyasal içerdiğini göstermektedir. Bu nedenle *B. vulgaris* anti-kanser, anti-enflamatuvar, antioksidan, antidiyabetik, antibakteriyel, analjezik ve antinosiseptif ve hepatoprotektif etkilere sahip olabileceğini belirtmektedirler. Geleneksel tıpta farklı *Berberis* organlarının kullanımı ve son çalışmalarda doğrulanan bu organların belirli özellikleri ışığında özellikle meyve olmak üzere bunları yeni ilaçlar geliştirmek için kullanmanın mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Aliakbarlu, Sindokht Ghiasi ve Bazargani-Gilani (2018) İran'da yerel bir pazardan satın aldıkları *B. vulgaris* L.'nin aseton, alkol ve su (infüzyon ve kaynatma) ekstraktlarının antioksidan aktivitesini belirlemek için ABTS^{•+}/DPPH* radikal temizleme ve indirgeyici güç yöntemlerini, toplam fenolik içeriklerin ise folin-ciocalteu yöntemini kullanılarak tahmin ettikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. ABTS^{•+} radikal temizleme yönteminde aseton ve etanol ekstraktları en yüksek radikal temizleme aktivitesi gösterirken DPPH* radikal temizleme ve indirgeme güç metodlarında aseton ekstraktı ve kaynatma en güçlü antioksidan aktivite göstermiştir. En yüksek toplam fenolik içerik aseton özütünde (g başına 92,75 mg GAE) bulunmuştur. Sonuçta kızamik meyvesinin aseton özünün gıda endüstrisinde etkili doğal bir antioksidan olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Ersoy, Kupe, Halil ve Ercişli (2018) Erzurum'da yetişen on dört farklı kızamık meyvelerinden elde edilen bazı önemli fizikokimyasal özellikler (bitki büyüme alışkanlığı, meyvenin şekli, rengi, ağırlığı, posa oranı, çözülebilir katı madde oranı, toplam fenolikler, toplam antosiyanin, antioksidan aktivite, organik asitler ve şekerler) incelenmiştir. İncelenen meyveler arasında fizikokimyasal parametrelerin çoğu için önemli farklılıklar gözlenmiştir. Analiz edilen kızamıklarda glikoz ve früktozun baskın şekerler olduğu bulunmuştur.

Goodarzia, Khadivia, Abbasifara ve Akramian (2018) İran'ın doğu bölgesinde Horasan-e-Jonoobi ilinde yetişen çekirdeksiz kızamığın (*B. vulgaris* L. var. *asperma*) fenotipik, pomolojik ve kimyasal varyasyonlarını incelemiştir. Çalışılan meyveler arasında önemli fenotipik, pomolojik ve kimyasal farklılıklar bulunmuştur. Yapılan çalışmaların sonucunda meyvelerin değerli genetik kaynaklar olarak korunması gerektiği ve çekirdeksiz *Berberis* gen havuzunu, üretime uygun çeşitli iyi adapte edilmiş genotipler bulmak için zenginleştirmenin çok önemli olduğu vurgulanmıştır.

Karabulut (2018) Bayburt'tan temin ettiği *B. vulgaris* ve *B. crataegina* meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde miktarları, mineral madde içerikleri ve fenolik madde profillerini inceleyerek iki meyvenin bu özelliklerini karşılaştırmıştır. *B. crataegina* meyvesinin fenolik madde ve antioksidan miktarının *B. vulgaris*'e göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Meyve örneklerinin kuru madde, C vitamini, pH değerleri ve su aktivitesi sonuçları arasında anlamlı oranda farklılıklar tespit edememiştir. Meyve türleri karşılaştırıldığında briks ve kül değeri arasında fark görülürken glikoz, toplam şeker ve malik asit değeri üzerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir. Meyvelerin fenolik madde profilleri HPLC ile belirlenmiş ve iki meyvede de klorojenik asit miktarı fazla oranda çıktığı belirtilmiştir ve vanilik ve kafeik asit karamuk meyvesinin vanilik asit, kafeik asit ve gallik asitin ise kızamık meyvesinin temel fenolik bileşenleri olduğu belirtilmiştir.

Okatan ve Çolak (2018) Uşak ilinin Sivaslı ilçesinden toplanan kızamık genotiplerinin kimyasal ve fizikokimyasal içeriğini tespit etmeyi amaçladıkları çalışmalarında 16 farklı *Berberis* genotipi belirleyerek meyvelerin kimyasal ve fitokimyasal içeriğini analiz etmişlerdir. Sonuçta toplam flavonoid içeriğin 21,66 ile 965,97 mg CAT/100 g FW arasında değiştiğini ve en yüksek askorbik asit değerinin 444,35 en düşük 120,36 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Genotipler arasındaki antioksidan aktivitenin %34,20 ile 126,27 arasında değiştiğini ve toplam fenol içeriğinin 1198,53 ile 2616,78 mg GAE/100 g FW arasında olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada ele alınan genotipler arasındaki istatistiksel analiz tüm ölçümler için anlamlı bir farkın ($p < 0,01$) olduğunu ve toplam antioksidan aktivite ile toplam flavonoidler, SSC (suda

çözünebilir katı madde içeriği), pH, L (parlaklık) arasında önemli bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Gholizadeh-Moghadam, Hosseini ve Alirezalu (2019) Kuzeybatı İran'dan temin ettikleri 18 farklı *Berberis* meyvesinin biyokimyasal bileşenlerini ve *Berberis* genotiplerinin çok değişkenli sınıflandırılmalarını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Toplam fenolik ve flavonoidler en yüksek 94,04 mg GAE/100 ml ile G3 (*B. vulgaris*) meyve ekstraktlarında, toplam antosiyanin içeriği %22,81 ile G8 (*B. vulgaris*) ve antioksidan aktivite %56,84 ile G16'da (*B. vulgaris*) gözlemlenmiştir. Fitokimyasalların (gallik asit, kafeik asit, klorojenik asit, p-kumarik asit, sinamik asit, rutin, apigenin ve kuersetin) HPLC analizinden en bol miktarda bulunan fitokimyasal bileşikler olarak gallik asit ve p-kumarik asitin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çok değişkenli analiz ve ısı haritası görselleştirme tekniklerine dayanarak *Berberis* genotiplerini üç gruba ayırmışlardır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Materyal ve Yöntem

Materyal

Meyve örnekleri.

Araştırma materyali olarak kullanılan *Berberis* meyveleri; Bayburt'un merkez ilçesi, Aydıntepe ilçesi ve köylerinden (Aslandede, Masat, Dağtarla, Darıca, Alapelit, Yaylapınar, Kopuz, Çalidere) 2017 yılında toplanmış buz kutuları içerisinde uygun kaplarda muhafaza edilerek Bayburt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilmiş ve analizler yapıncaya kadar -80°C sıcaklıkta derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Meyvelerin bir kısmı fizikokimyasal analizler için kullanılırken bir kısmı fenolik maddelerin HPLC ile araştırılması, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi için kullanılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Araştırmada kullanılan *Berberis* meyve örnekleri.

Kimyasal maddeler.

Analizlerde kullanılan kimyasal maddelerden bazıları şunlardır; ekstraksiyonda etanol (Merck), antioksidan kapasite tayininde DPPH (Fluka), linoleik asit (Sigma-Aldrich), Tween 40 (Merck), β -karoten (Sigma-Aldrich), kloroform (Merck), ABTS (Sigma-Aldrich), potasyum persülfat (Sigma-Aldrich), Troloks (Sigma-Aldrich), Folin-Cioacaltea (Merck), sodyum karbonat (Na_2CO_3) (Merck), gallik asit (Sigma-Aldrich) kimyasalları kullanılmıştır. HPLC fenolik madde tayininde gallik asit (Fluka), vanillik asit (Fluka), caffeik asit (Fluka), syringic asit (Fluka) ve 4-hidroksibenzoik asit (Sigma-Aldrich), klorogenik asit (Sigma-Aldrich), p-cumarik asit (Sigma-Aldrich), sinapic asit (Sigma-Aldrich), trans-ferulik asit (Sigma-Aldrich) fenolik bileşikleri kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktivitede tryptic soy broth (TSB) (Merck) ve tryptic soy agar (TSA) (Merck) kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivite analizinde kullanılan mikroorganizmalar.

Antimikrobiyal aktivite analizinde kullanılan mikroorganizmalar Bayburt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Tablo 2’de antimikrobiyal aktivite analizinde kullanılan mikroorganizmalar ve suş kodları verilmiştir.

Tablo 2. *Antimikrobiyal Aktivite Analizinde Kullanılan Mikroorganizmalar*

| Tür Adı | Suş Kodu |
|--------------------------------|-----------------|
| <i>Escherichia coli</i> | BC 1402 |
| <i>Bacillus cereus</i> | BC 6830 |
| <i>Salmonella typhimurium</i> | RSSK 95091 |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | ATCC 27729 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | ATCC 25923 |

Meyvelerin fizikokimyasal, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri Bayburt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarında, fenolik bileşiklerin HPLC analizleri ise Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür.

Yöntem

Fizikokimyasal analizler.

Kuru madde tayini.

Sabit tartım ağırlığına gelene kadar 103-105°C'de kurutma dolabında bekletilen alüminyum kurutma kapları desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmış, içine yaklaşık 3 gr yaş örnek konularak 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutma dolabında kurutulmuştur. Daha sonra desikatörde soğutulup hassas terazide ağırlığı ölçülmüştür. Aşağıdaki denklem kullanılarak % kuru madde miktarı hesaplanmıştır (The Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2000).

$$\% \text{Kuru Madde} = [(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)] \times 100$$

m1: Kurutulmuş boş kurutma kabı ve kapağın ağırlığı,

m2: İçerisinde deney örneği bulunan kurutma kabı ve kapağın kurutma öncesi ağırlığı,

m3: İçerisinde deney örneği kurutma kabı ve kurutma işlemi sonrası ağırlığı.

Kül tayini.

Porselen krozeler kullanılmadan bir gün önce %10 HCl'de kaynatılıp musluk suyu ile yıkandıktan sonra saf sudan geçirilmiştir. Sabit tartım ağırlığına gelene kadar 500°C'de kül fırınında bekletilen krozeler desikatörde soğutulup sabit tartıma getirilmiş ve darası kaydedilmiştir (M1). Darası alınmış porselen krozelere yaş meyve örneklerinden yaklaşık 2 gr tartılmıştır. Tartım işleminden sonra porselen krozeler 500°C'deki kül fırınına konularak açık gri-beyaz renk oluşuncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yeterli miktarda yakıldıktan sonra krozeler desikatöre alınıp sabit sıcaklığa gelene kadar bekletilmiş hassas terazide ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir (M2). Aşağıdaki denklem kullanılarak % kül miktarı hesaplanmıştır (Anonymous, 2015).

$$\% \text{Kül} = [(M_2 - M_1) / m] \times 100$$

M1: Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

M2: Yakmadan sonraki kroze ve kül ağırlığı

m: Örnek ağırlığı

pH tayini.

Porselen havanda ezilerek suyu çıkarılan meyvelerin pH değerleri Jenco Electronics, 6173 marka pH metre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm sırasında elektrotlar pH değeri sabitleninceye kadar meyve suyu içerisinde 1-2 dakika bekletilmiş sonuçlar kaydedilmiştir (Cemeroğlu, 2010).

Su aktivitesi (a_w) tayini.

Porselen havanda homojen hale getirilen meyve örneklerinin su aktivitesi sıcaklık kontrollü Aqua Lab marka (Decagon devices, Inc., Pullman, WA) su aktivitesi cihazıyla belirlenmiştir. Cihaz standartlara göre kalibre edilmiş ve her bir örnekten ikişer tane cihazın özel plastik kaplarına konarak ölçüm yapılmış ve ölçümlerin ortalaması alınarak su aktivitesi hesaplanmıştır.

Suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM, %).

Pulp haline getirilen örnekler tülbentten süzülüp Abbe refraktometresinin (Model Ra 250HE, Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd. Japon) prizmasına damlatılarak 20 °C'de suda çözünür kuru madde miktarları okunmuştur (Cemeroğlu, 1992).

Antioksidan aktivite tayini.

Etanol (80:20) ve su ekstraktlarının hazırlanması.

Berberis meyvelerinin ekstraksiyonu için Meng vd. (2011) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. - 80°C' de bulunan meyveler alüminyum kurutma kaplarında alınarak kurutma dolabında kurumaya bırakılmıştır. 55°C'de 3 günde kuruma tamamlanmıştır. Kurumuş olan meyveler havanda hafif parçalanmış ve parçalanan meyvelerden 10'ar gr tartılmış, 10 gr tartımın içinden de 3gramı suyla ve 3 gramı etanol:su (80:20) ile ekstrakte edilmek üzere ayrılmıştır. 3 gr'ların üzerine 30 ml saf su ve etanol:su (80:20) eklenerek 15 saat çalkalayıcıda bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler santrifüj tüplerine alınarak 4°C'de 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjlenen örnekler 110 mm'lik filtre kağıtlarından süzülmüştür. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen meyve ekstraktları toplam fenol, antioksidan aktivite (DPPH•, β -karoten ağartma, ABTS⁺⁺) ve fenolik maddelerin HPLC ile belirlenmesinde kullanılmak üzere ayrı ayrı tüplere konularak -20°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Tablo 3'te etanol:su (80:20) ile ekstraksiyonu yapılan meyvelerin, temin edildiği yer, çeşit ve fizikokimyasal analizler, fenolik madde miktarları, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sonuçlarının ifadesi ve gösteriminde yazım kolaylığı sağlaması açısından kullanılan numaralandırma verilmiştir.

Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Meyvelerin Temin Edildiği Yer, Çeşit ve Numaralandırılması

| MEYVENİN TEMİN EDİLDİĞİ YER | ÇEŞİT | NUMARALANDIRMA | |
|-----------------------------------|--|----------------|-------|
| | | ALKOL | SU |
| Darıca Köyü | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA1 | BvS12 |
| Aslandede Köyü | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA2 | BvS13 |
| Masat Köyü-1 | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA3 | BvS14 |
| Aydıntepe İlçesi | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA4 | BvS15 |
| Alapelit Köyü | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA5 | BvS16 |
| Masat Köyü-2 | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA6 | BvS17 |
| Çalidere Köyü | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA7 | BvS18 |
| Kopuz Köyü | <i>Berberis vulgaris</i> L. (Kızamık) | BvA8 | BvS19 |
| Yaylapınar Köyü | <i>Berberis crataegina</i> DC. (Karamuk) | BcA9 | BcS20 |
| Dağtarla Köyü | <i>Berberis crataegina</i> DC. (Karamuk) | BcA10 | BcS21 |
| Merkez İlçe | <i>Berberis crataegina</i> DC. (Karamuk) | BcA11 | BcS22 |

***DPPH* (2,2-difenil-1-pikhidrazil) radikalini giderme aktivitesinin belirlenmesi.**

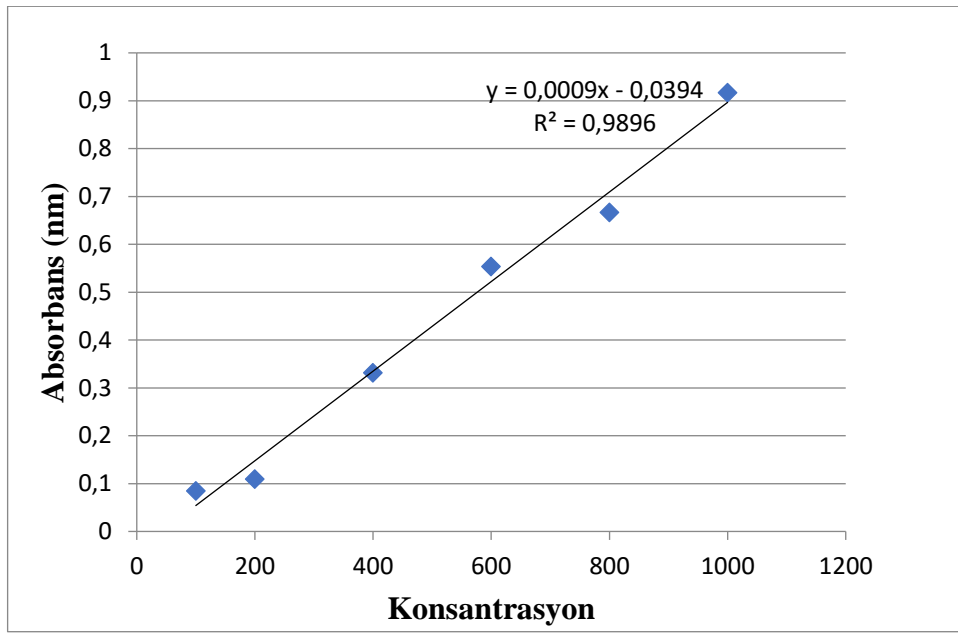
DPPH* radikalini giderme aktivitesi Gülçin'e (2005) göre yapılmıştır. Örneklerin absorbensı 515 nm'de kaydedilmiştir. Azalan absorbens değeri geriye kalan DPPH çözeltisini ya da serbest radikal giderme aktivitesini vermektedir. Her örneğin ve kontrol testlerinin absorbens değeri kullanılarak % inhibisyon değeri aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Burits, & Bucar, 2000).

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

A_{DPPH} : DPPH şahit örneğin absorbens değeri

A_{ekstrakt} : Örnek ekstraktın absorbens değeri

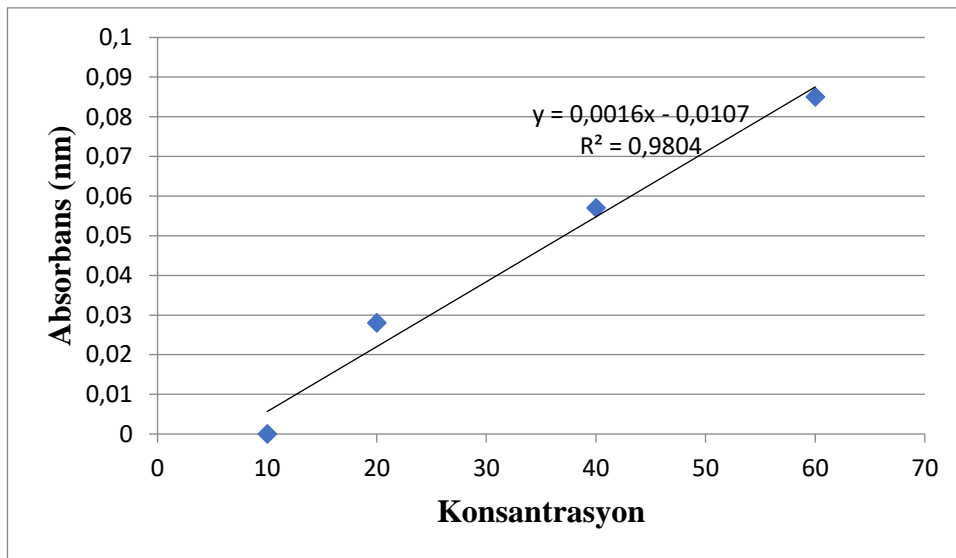
% inhibisyon değerleri hesaplandıktan sonra troloks kalibrasyon eğrileri oluşturularak, numunelerin troloks eş değerleri hesaplanmıştır. Standart troloks kalibrasyon eğrisi Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17. Standart troloks kalibrasyon eğrisi.

β-Karoten ağartma metodu ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi.

Meyve örneklerinin etanol:su (80:20) ve su ile elde edilen ektresinde toplam antioksidan aktiviteleri β-karoten ağartma metodu (Kaur, & Kapoor, 2002) ile belirlenmiştir. Standart madde olarak bütillenmiş hidrosi anisol (BHA) kullanılmıştır. Standart BHA kalibrasyon eğrisi Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Standart BHA kalibrasyon eğrisi.

Degredasyon oranı (DR) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Kaur, & Kapoor, 2002).

$$DR \text{ (Degredasyon oranı)} = \ln(a/b) \times 1/t$$

a: 470 nm'deki ilk absorbans değerini, b: 470 nm'de 100 dakika sonundaki absorbans değerini, t: zamanı ifade etmektedir.

Antioksidan aktivite aşağıdaki denklem kullanılarak kontrole göre inhibisyon yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

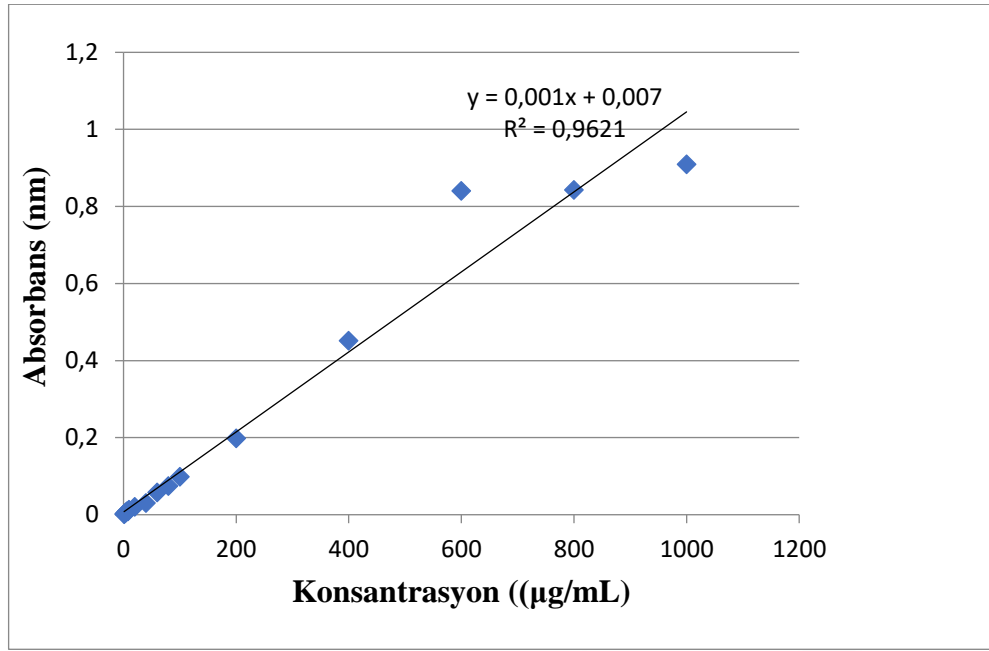
$$AA\% = [(DR_{\text{kontrol}} - DR_{\text{örnek yada standart}}) / DR_{\text{kontrol}}] \times 100$$

ABTS⁺ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6slfonik asit) radikalini giderme aktivitesinin belirlenmesi.

Huang, Ou ve Prior (2005) metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. 0,008 gr ABTS saf su da ozlerek 13,2 mg potasyum persülfatla karıştırılmış, 16 saat bekletildikten sonra koyu mavi bir ozelti elde edilmiştir. Bu ozelti etanol ile absorbansı 734 nm'de 0,7 olacak şekilde seyreltilmiştir. 100 l örnek 2,4 ml ABTS⁺ ozeltisi ile karıştırıldıktan sonra 6 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorbansı okunmuştur. Örneklerin toplam radikal süpürme kapasiteleri Troloksun absorbansının azalmasıyla hesaplanmıştır. Standart troloks kalibrasyon eğrisi şekil 17'de verilmiştir.

Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.

Eksraktlardan toplam fenolik madde tayininde Gülçin, Oktay, Küfrevioğlu ve Aslan'ın (2002) uyguladıkları yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Hazırlanan ekstraktlardan 1 ml alınarak 5 ml FCR (1:10) ile karıştırılmıştır. 3 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra %7,5'lik Na₂CO₃ ozeltisinden 4 ml ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 90 dakika karanlıkta inkübe edildikten sonra 760 nm'de absorbanslar okunmuştur. Standart olarak gallik asit kullanılarak kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (mikrogram GAE/mg örnek) olarak sunulmuştur. Standart gallik asit kalibrasyon eğrisi şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Standart gallik asit kalibrasyon eğrisi.

Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesi.

Fenolik bileşiklerin HPLC ile analizi Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Ekstraksiyonla elde edilen örnekler 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilerek HPLC viallerine 100 µl aktarılmış ve yüksek performanslı sıvı kromatografisine (HPLC) enjekte edilmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesinde Gündoğdu (2013) metodu bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Tablo 4'te HPLC analizinde uygulanan koşullar ve gradient elusyon programı verilmiştir.

Tablo 4. HPLC Çalışma Koşulları ve Gradient Elusyon Programı

| HPLC Çalışma Koşulları | Gradient Elusyon Programı | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------|----------|
| | A (%) | B (%) | Süre(dk) |
| Dedektör | Shimadzu SPP-M20A PDA | | |
| Kolon | OSD-3 inertsiL,5 µm, (25 x 4,6 mm) | | |
| Mobil Sistem | 10 | 90 | 0 |
| Mobil Faz | 25 | 75 | 15 |
| | 40 | 60 | 20 |
| | B: Su+%2 Asetik asit | | |
| Kolon Sıcaklığı | 50 | 50 | 30 |
| Enjeksiyon Hacmi | 10 | 90 | 40 |
| Dalga Boyu | 254 (210-360nm arası) | | |

Bileşiklerin miktarlarının tespitinde bileşiklere ait HPLC kromatogramlarından elde edilmiş alanlar ve standart maddeleri ara stok çözeltileri ile hazırlanmış kalibrasyon eğrilerinden yararlanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivitenin araştırılması.

Patojen mikroorganizmalar Tryptic Soy Broth (TSA) besiyerinde aerobik ortamda 37°C'de %1 inokülasyon olacak şekilde geliştirilmiş ve antimikrobiyal aktivite analizinde kullanılmıştır. Her patojen mikroorganizma için iki petri kutusu hazırlanmış, petrilerin her biri altı eşit bölmeye ayrılmış ve numaralandırılmıştır. Hazırlanan petri kutularının her birine 50 µl patojen mikroorganizma aktarılmış ve üzerine 30 ml, 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak steril hale getirilen TSA besiyeri dökülmüştür. Besiyeri dökülen petriler sekiz çizilerek besiyeri ile mikroorganizmanın karışması sağlanmıştır. Besiyeri katılaştıktan sonra besiyerine yaklaşık 5 mm çaplı 6 kuyucuk açılmış kuyucuklara 20 µl TSA besiyeri bırakılmıştır. Daha sonra ekstraksiyonu yapılan örneklerden 100 µl alınarak kuyucukların içi doldurulmuş ve 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda kuyucukların etrafındaki zon çapları mm olarak kaydedilerek antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir.

İstatiksel analizler.

Elde edilen verilerin hepsinde fizikokimyasal ve biyokimyasal parametrelerin ortalama değerleri tekyönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak karşılaştırıldı. Tüm veriler ortalama değer \pm standart sapma şeklinde belirlendi, $p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Araştırma kapsamında 2017 yılında Bayburt'un ilçe ve köylerinden temin edilen on bir (sekiz kızamık ve üç karamuk meyvesi) meyvenin bazı önemli fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi, fenolik madde profili ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Meyveler, bazı fizikokimyasal özellikler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite özellikleri bakımından elde edilen veriler istatistiksel analize tabi tutularak, fenolik içerikleri HPLC sonuçlarına göre ve antimikrobiyal aktivitesi agar kuyu difüzyon yöntem sonuçlarına göre karşılaştırılmıştır.

Fizikokimyasal Analizler

Berberis meyvelerinin incelenen fizikokimyasal (kuru madde, SÇKM, kül, su aktivitesi, pH) özellikleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

Kuru madde miktarı.

Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan kuru madde miktarı %28,47-%41,61 aralığında değişmiştir (Tablo 5). En düşük kuru madde %28,47 ile Alapelit köyünde yetişen kızamık meyvesinde, en yüksek kuru madde ise %41,61 ile Merkez ilçede yetişen karamuk meyvesinde tespit edilmiştir. Diğer meyvelerin kuru madde miktarlarında istatistiki açıdan farklılıklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Kül miktarı.

Kül tayini yapılan *Berberis* meyvelerin kül miktarı %0,65-%2,13 aralığında tespit edilmiştir (Tablo 5). %0,65 ile Masat köyünde (Masat-2) yetişen kızamık meyvesi en düşük kül içeriğine, %2,13 ile Merkez ilçede yetişen karamuk meyvesi en yüksek kül içeriğine sahiptir. Araştırılan meyve örnekleri arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

pH tayini.

Analiz edilen meyvelerin pH aralığı 2,44-3,25'tir (Tablo 5). En düşük pH değeri 2,44 ile Aydıntepe'de yetişen kızamık meyvesinde, en yüksek pH değeri 3,25 ile Yaylapınar'da yetişen karamuk meyvesinde tespit edilmiştir. Meyvelerin pH değeri, istatistiki açıdan benzerlikler göstermektedir ($p<0,05$).

Su aktivitesi (a_w) tayini.

En düşük su aktivite değeri 0,931 ile Merkez ilçeden ve Yaylapınar köyünden temin edilen karamuk meyvelerinde, en yüksek su aktivite değeri 0,947 ile Aslandede köyünden temin edilen kızamık meyvesinde tespit edilmiştir. Meyvelerin su aktivite değerinde istatistiki açıdan farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

Suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM, %).

Berberis meyve örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriği Tablo 5'te verilmiştir. Analiz edilen meyvelerin SÇKM içeriği %18,10-%27,75 aralığında değişmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı en az %18,10 ile Aslandede köyünde yetişen kızamık meyvesinde tespit edilmiş, en yüksek %27,75 ile Merkez ilçede yetişen karamuk meyvesinde tespit edilmiştir. Meyve örneklerinde SÇKM değerinde istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ($p<0,05$).

Tablo 5. *Berberis* Meyvelerinin Fizikokimyasal İçeriği

| Meyveler (Genotip) | % Kuru Madde | % SÇKM | % Kül Tayini | Su Aktivitesi (a_w) | pH Tayini |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Darıca (Kızamık) | 29.89±2.18 ^{cd} | 19.25±0.77 ^a | 0.84±0.02 ^{gh} | 0.938±0.000 ^{bc} | 2.76±0.02 ^b |
| Aslandede (Kızamık) | 29.34±0.34 ^{cd} | 18.10±1.41 ^a | 0.68±0.04 ^h | 0.947±0.002 ^a | 2.84±0.30 ^{ab} |
| Masat-1 (Kızamık) | 30.20±1.21 ^{cd} | 19.55±2.33 ^a | 0.99±0.05 ^{fg} | 0.945±0.001 ^a | 2.73±0.03 ^b |
| Aydıntepe (Kızamık) | 28.49±3.27 ^d | 19.20±0.14 ^a | 0.76±0.05 ^h | 0.942±0.001 ^{abc} | 2.44±0.04 ^b |
| Alapelit (Kızamık) | 28.47±0.67 ^d | 20.40±0.70 ^a | 1.45±0.02 ^{cd} | 0.946±0.002 ^a | 2.80±0.14 ^{ab} |
| Masat-2 (Kızamık) | 31.17±0.71 ^{cd} | 18.60±2.40 ^a | 0.65±0.06 ^h | 0.944±0.000 ^a | 2.66±0.04 ^b |
| Çalidere (Kızamık) | 34.55±0.26 ^{bc} | 20.85±5.02 ^a | 1.68±0.02 ^b | 0.938±0.001 ^{bc} | 2.87±0.11 ^{ab} |
| Kopuz (Kızamık) | 29.27±0.43 ^{cd} | 18.85±0.49 ^a | 1.08±0.01 ^{ef} | 0.943±0.002 ^{ab} | 2.64±0.04 ^b |
| Yaylapınar (Karamuk) | 39.59±1.12 ^{ab} | 26.30±0.14 ^a | 1.52±0.10 ^{bc} | 0.931±0.000 ^{de} | 3.25±0.02 ^a |
| Dağtarla (Karamuk) | 34.71±0.66 ^{bc} | 23.00±0.00 ^a | 1.27±0.02 ^{de} | 0.937±0.000 ^{cd} | 2.74±0.11 ^b |
| Merkez (Karamuk) | 41.61±1.88 ^a | 27.75±6.01 ^a | 2.13±0.02 ^a | 0.931±0.001 ^e | 3.23±0.04 ^a |

* Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmış ve aynı harfle gösterilen ortalamalar $p<0,05$ önem seviyesinde aynı olarak kabul edilmiştir.

Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite

Berberis meyvelerinin incelenen toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analiz (β -karoten, DPPH^{*}, ABTS⁺⁺) sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı.

Berberis meyvelerinin farklı ekstraktlarındaki toplam fenolik madde içerikleri Tablo 6'da verilmiştir. Toplam fenolikler etanol ekstraktlarında daha yüksek miktarda gözlenmiştir. En düşük toplam fenolik BvS19 numaralı örnek ekstraktında 148,0 µg GAE/mg KM, en yüksek toplam fenolik içerik BvA5 numaralı örnek ekstraktında 448,3 µg GAE/mg KM olarak tespit edilmiştir. Ekstraktların tümü arasında önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

β -karoten ağartma kapasitesi.

β -karoten ağartma yönteminde standart olarak kullanılan BHA (Bütil Hidroksi Anisol) %96,22 antioksidan aktivite göstermiştir. Etanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi daha yüksek, BHA'ya kıyasla düşük çıkmıştır. β-karotenin ağartmasını BcS22 numaralı örnek en düşük (%62,83), BvA5 numaralı örnek en yüksek (%92,19) oranda inhibe etmiştir (Tablo 6).

DPPH' radikalini giderme aktivitesi.

Berberis meyve ekstraktlarının DPPH' radikalini giderici etkileri Tablo 6'da verilmiştir. BcA11 numaralı ekstraktın radikal süpürme aktivitesi %11,92 ile en düşük, BvS18 numaralı ekstraktın radikal süpürme aktivitesi %40,44 ile en yüksek olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre etanol ekstraktlarının su ekstraktlarına göre en güçlü radikal süpürme aktivitesi göstermiştir.

ABTS^{•+} serbest radikalini giderme aktivitesi.

Ekstraktların ABTS^{•+} radikal temizleme aktiviteleri Tablo 6'da verilmiştir. ABTS hem sulu hem de organik çözücülerde çözünür bu nedenle ABTS^{•+} radikal temizleme metodu hem hidrofilik hem de lipofilik bileşiklerin antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Yöntemde ABTS çözeltilisinin mavi-yeşil rengi hidrojen veya elektron vermesi ile renksiz hale gelmektedir (Aliakbarlu *vd.*, 2017). Yapılan analizlerde etanol ekstraktlarının ABTS^{•+} radikal temizleme aktivitesi daha yüksek çıkmıştır. Ekstraktların ABTS^{•+} radikal temizleme aktivitesi %33,06-%92,85 aralığında değişmiştir (Tablo 6). BvA8 numaralı örneğin ABTS^{•+} radikal temizleme aktivitesi %33,06 ile en düşük, BcS20 numaralı örneğin %92,85 ile en yüksek çıkmıştır.

Tablo 6. *Berberis* Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktiviteleri

| Kod | Toplam fenolik madde (μg GAE/mg KM) | β -Karoten (%) | DPPH* (%) | ABTS ⁺⁺ (%) |
|-------|---|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| BvA1 | 316.0 \pm 58.8 ^{abcd} | 73.64 \pm 0.90 ^{efghi} | 26.70 \pm 0.19 ^{de} | 42.53 \pm 4.28 ^{ef} |
| BvA2 | 334.7 \pm 61.9 ^{abcd} | 88.77 \pm 0.38 ^{ab} | 26.98 \pm 0.19 ^{de} | 57.77 \pm 3.84 ^{bcdef} |
| BvA3 | 440.2 \pm 79.9 ^{ab} | 79.50 \pm 0.70 ^{cdef} | 26.53 \pm 0.19 ^{de} | 48.44 \pm 13.70 ^{def} |
| BvA4 | 341.1 \pm 63.0 ^{abcd} | 82.42 \pm 0.60 ^{bcd} | 27.35 \pm 0.19 ^{cde} | 50.04 \pm 4.67 ^{cdef} |
| BvA5 | 448.3 \pm 81.2 ^a | 92.19 \pm 0.26 ^a | 33.46 \pm 0.17 ^{abcd} | 34.3 \pm 20.0 ^f |
| BvA6 | 398.0 \pm 72.7 ^{abc} | 89.26 \pm 0.36 ^{ab} | 34.38 \pm 0.17 ^{abc} | 38.0 \pm 22.3 ^f |
| BvA7 | 328.1 \pm 81.4 ^{abcd} | 77.54 \pm 0.77 ^{cdefg} | 27.26 \pm 0.19 ^{cde} | 36.51 \pm 9.21 ^f |
| BvA8 | 334.7 \pm 61.9 ^{abcd} | 84.87 \pm 0.52 ^{abc} | 26.24 \pm 0.19 ^e | 33.06 \pm 11.17 ^f |
| BcA9 | 189.4 \pm 37.3 ^{cd} | 67.78 \pm 1.11 ^{hij} | 15.98 \pm 0.21 ^g | 76.28 \pm 1.46 ^{abcde} |
| BcA10 | 247.0 \pm 47.1 ^{abcd} | 82.91 \pm 0.58 ^{bcd} | 19.04 \pm 0.21 ^{fg} | 75.10 \pm 3.72 ^{abcde} |
| BcA11 | 170.7 \pm 34.1 ^{cd} | 83.40 \pm 0.57 ^{bc} | 11.92 \pm 0.22 ^g | 48.14 \pm 5.40 ^{def} |
| BvS12 | 195.0 \pm 38.2 ^{cd} | 67.78 \pm 2.81 ^{hij} | 26.88 \pm 2.45 ^{de} | 86.01 \pm 0.72 ^{ab} |
| BvS13 | 163.4 \pm 32.9 ^d | 70.25 \pm 2.60 ^{ghij} | 25.17 \pm 2.50 ^{ef} | 76.52 \pm 0.82 ^{abcde} |
| BvS14 | 337.1 \pm 62.4 ^{abcd} | 69.02 \pm 2.70 ^{hij} | 27.92 \pm 2.42 ^{bcde} | 83.53 \pm 0.70 ^{abc} |
| BvS15 | 307.9 \pm 57.4 ^{abcd} | 80.91 \pm 1.66 ^{cde} | 29.34 \pm 2.37 ^{bcde} | 83.10 \pm 0.53 ^{abc} |
| BvS16 | 355.8 \pm 65.5 ^{abcd} | 72.73 \pm 2.38 ^{fghi} | 27.77 \pm 2.37 ^{bcde} | 80.40 \pm 12.45 ^{abcd} |
| BvS17 | 396.3 \pm 72.4 ^{abc} | 82.65 \pm 1.51 ^{bcd} | 34.75 \pm 2.18 ^{ab} | 81.98 \pm 0.60 ^{abcd} |
| BvS18 | 232.4 \pm 44.6 ^{abcd} | 72.73 \pm 2.38 ^{fghi} | 40.44 \pm 1.99 ^a | 76.54 \pm 0.41 ^{abcde} |
| BvS19 | 148.0 \pm 30.3 ^d | 75.21 \pm 2.16 ^{defgh} | 27.16 \pm 2.44 ^{de} | 86.57 \pm 4.85 ^{ab} |
| BcS20 | 191.0 \pm 37.6 ^{cd} | 77.69 \pm 1.94 ^{cdefg} | 13.60 \pm 2.90 ^g | 92.85 \pm 0.03 ^a |
| BcS21 | 211.3 \pm 41.0 ^{bcd} | 66.78 \pm 4.23 ^{ij} | 17.30 \pm 2.77 ^g | 91.35 \pm 1.13 ^{ab} |
| BcS22 | 202.4 \pm 39.5 ^{cd} | 62.83 \pm 3.25 ^j | 18.72 \pm 2.73 ^{fg} | 91.21 \pm 1.08 ^{ab} |

* Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmış ve aynı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0,05$ önem seviyesinde aynı olarak kabul edilmiştir.

Kızamık ve karamuk meyvelerinin bazı fiziksel, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analiz sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analiz sonuçları Ek-1’de verilmiştir.

Fenolik Bileşiklerin HPLC Analizi

Fenolik bileşik kompozisyonunu belirlemek için gerçekleştirilen analiz sonrası elde edilen HPLC kromatogram sonuçlarına göre *Berberis* meyvelerinde gallik asit, 4-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, sringik asit, p-kumarik asit, transferulic asit ve sinapik asit fenolik bileşikleri tanımlanmıştır. HPLC analizi sonrasında ortaya çıkan kromatogramlar ve kromatogram sonuç tabloları Ek-2 ve Ek-3’te verilmiştir.

Meyve örnekleri su ve etanol:su (80:20) ile ekstre edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre genel olarak etanolle yapılan ekstraksiyon örneklerinde aranan fenolik bileşiklerin daha fazla oranda çıktığı tespit edilmiştir. Klorojenik asit ve sringik asitin *Berberis* meyve

ekstraktlarında en bol bulunan fenolik bileşikler olarak bulunmuştur. Araştırılan genotiplerde 4-hidroksibenzoik asit ve p-kumarik asit varlığı gözlenememiştir.

Berberis meyve ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin varlığı en yüksek konsantrasyondan başlamak üzere klorojenik asit (2147,935-79,109 mg/kg), sringik asit (867,850-13,634 mg/kg), gallik asit (507,050-41,186 mg/kg), sinapik asit (221,869-136,127 mg/kg), kafeik asit (152,225-34,677 mg/kg), vanilik asit (68,742-3,308 mg/kg), trans-ferulik asit (38,894-0 mg/kg) olarak sıralanabilir. Yüksek konsantrasyonlarda klorojenik asit, sringik asit, gallik asit, sinapik asit, kafeik asit, vanilik asit ve trans-ferulik asit sırasıyla BvA1 (1990,482 mg/kg), BvA2 (867,850 mg/kg), BvA8 (507,050 mg/kg), BvA2 (221,868 mg/kg), BvS18 (152,225 mg/kg), BcA11 (68,742 mg/kg) ve BvA6 (38,894 mg/kg) meyve ekstraktlarından elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Alkol ve Su Ekstraktlarının Fenolik Bileşen Konsantrasyonları

| Temin Edilen Yer (Alkol ve Su Ekstraktları) | Gallik Asit (ppm) | 4-Hidroben asit (ppm) | Klorojenik asit (ppm) | Vanillik asit (ppm) | Kafeik asit (ppm) | Sringik asit (ppm) | p-Kumarik asit (ppm) | transFerulik asit (ppm) | Sinapik asit (ppm) |
|---|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Darıca(BV/A) | 330.407 | - | 1990.482 | 3.599 | 79.235 | 450.493 | - | - | 187.628 |
| Darıca(BV/S) | 248.962 | - | 1457.368 | 7.519 | 83.052 | 167.997 | - | - | 147.936 |
| Aslandede(BV/A) | 270.764 | - | 2147.935 | 39.599 | 62.666 | 867.850 | - | - | 221.869 |
| Aslandede(BV/S) | 70.612 | - | 1527.302 | 7.649 | 57.785 | 161.276 | - | - | 138.455 |
| Aydıntepe(BV/A) | 330.031 | - | 1746.525 | 55.326 | 125.701 | 498.830 | - | 37.616 | 137.746 |
| Aydıntepe(BV/S) | 71.751 | - | 1938.942 | 60.915 | 83.891 | 133.377 | - | - | 207.935 |
| Çalidere(BV/A) | 308.482 | - | 1678.213 | 4.657 | 79.176 | - | - | 3.140 | 146.024 |
| Çalidere(BV/S) | 237.531 | - | 1692.855 | 48.325 | 152.225 | 168.403 | - | 13.022 | 146.292 |
| Kopuz(BV/A) | 507.050 | - | 1773.266 | 4.123 | 90.684 | 549.545 | - | - | 137.539 |
| Kopuz(BV/S) | 76.685 | - | 1357.626 | 6.049 | 78.679 | 177.098 | - | - | 139.624 |
| Masat-1(BV/A) | 301.783 | - | 1820.423 | 3.308 | 61.259 | 429.763 | - | - | 153.159 |
| Masat-1(BV/S) | 76.907 | - | 1838.733 | 7.688 | 73.575 | 159.643 | - | - | 136.127 |
| Alapelit(BV/A) | 173.777 | - | 1619.128 | 52.789 | 134.749 | 559.397 | - | 26.400 | 149.360 |
| Alapelit(BV/S) | 242.706 | - | 1459.171 | 23.640 | 115.551 | 180.529 | - | 0.145 | 142.547 |
| Masat-2(BV/A) | 299.670 | - | 1723.521 | 39.585 | 129.781 | 541.082 | - | 38.894 | 138.978 |
| Masat-2(BV/S) | 71.155 | - | 1510.845 | 28.114 | 121.391 | 189.415 | - | 8.881 | 143.345 |
| Yaylapınar(BC/A) | 285.826 | - | 466.083 | 23.110 | 76.845 | 538.558 | - | 0.232 | 136.504 |
| Yaylapınar(BC/S) | 138.940 | - | 225.764 | 46.429 | 80.466 | 326.977 | - | 19.473 | 148.021 |
| A/Dağtarla(BC/A) | 275.804 | - | 869.295 | 68.742 | 77.577 | 472.667 | - | 30.090 | 142.288 |
| Dağtarla(BC/S) | 200.513 | - | 767.036 | 4.007 | 68.073 | 204.618 | - | 14.682 | 137.678 |
| Merkez(BC/A) | 218.348 | - | 446.648 | 52.048 | 67.934 | 549.820 | - | 7.841 | 148.370 |
| Merkez(BC/S) | 41.186 | - | 79.109 | 3.951 | 34.677 | 13.634 | - | - | 136.605 |

- ; belirlenememiştir.

Antimikrobiyal Aktivite

Kızamık ve karamuk meyvelerinin su ekstraktlarının beş bakteri suşuna karşı antimikrobiyal aktivitesi agar kuyu difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışılan bakteri suşlarına karşı BvS15 *S. typhimurium*, *S. aureus*'a, BcS20 ve BcS22 *S. aureus*'a karşı etkili (**), BvS15 *B. cereus*, *Y. enterocolitica* 'ya BcS20 ve BcS22 *S. typhimurium*, *Y. enterocolitica*'ya BcS21 *S. aureus*'a karşı az etkilidir (*). Ekstraktların *E. coli*'ye karşı etkisi gözlenememiş olup antimikrobiyal aktivite sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Ekstraktların Antimikrobiyal Aktiviteleri

| Ekstraktlar | <i>Esheria coli</i> | <i>Bacillus cereus</i> | <i>Salmonella typhimurium</i> | <i>Yersinia enterocolitica</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
|-------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| BvS12 | - | - | - | - | - |
| BvS13 | - | - | - | - | - |
| BvS14 | - | - | - | - | - |
| BvS15 | - | + | + | + | + |
| BvS16 | - | - | - | - | - |
| BvS17 | - | - | - | - | - |
| BvS18 | - | - | - | - | - |
| BvS19 | - | - | - | - | - |
| BcS20 | - | - | + | + | + |
| BcS21 | - | - | - | - | + |
| BcS22 | - | - | + | + | + |

-; Etki belirlenmemiştir.

*; 1-7 mm çaplı kuyu etrafındaki inhibisyon zonu

**; 8-15 mm çaplı kuyu etrafındaki inhibisyon zonu

BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Sonuç

2017 yılında Bayburt'un ilçe ve köylerinde doğal olarak yetişen kızamık ve karamuk meyvelerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin, antioksidan kapasitesinin, fenolik madde profillerinin ve antimikrobiyal aktivitelerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler istatistiksel analize tabi tutularak, yabancı meyveler bazı fizikokimyasal özellikler, antioksidan aktivite, fenolik madde profili ve antimikrobiyal aktivitesi bakımından kendi içinde ve yetiştiği yer bazında mukayese edilmiş olup, iki meyve arasındaki farklılık karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda araştırma sonucu elde edilen bulgular araştırma kapsamında daha önce yapılan bilimsel araştırmaların verileri ile kıyaslanmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda *Berberis* meyvelerinde belirlenen fizikokimyasal özelliklerin daha önce yapılmış olan bilimsel çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür. Bazı parametrelerde görülen daha düşük veya daha yüksek değerler arasındaki farklılıkların incelenen tür farklılığı, iklim, coğrafya, farklı büyüme koşulları, olgunlaşma seviyesi, toprak yapısı gibi farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Kurutulmuş meyvelerin etanol:su (80:20) ve su ekstraktlarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları arasında istatistiksel farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulanan analiz sonuçları incelendiğinde kızamık ve karamuk meyvelerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Meyvelerin antioksidan kapasitelerinin tam olarak ifade edilebilmesi için canlılardaki fizyolojik koşulları daha fazla yansıtacak, kesinliği ve tekrarlanabilirliği yüksek antioksidan aktivite tayin yöntemleri ile analiz edilmeleri sonucunda daha kesin bir yargıya varılabilecektir.

Berberis meyve ekstraktlarında HPLC ile yapılan analizlerde gallik asit,4-hidroksi benzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, sringik asit, p-kumarik asit, trans-ferulik asit, sinapik asit fenolik bileşiklerinin varlığı araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre etanol ekstraktlarındaki fenoliklerin su ekstraktlarına göre daha yüksek miktarda olduğu klorojenik asitin diğer fenolik bileşiklere göre daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız meyvelerin bazı su ekstraktlarının *B. cereus*, *S. typhimurium*, *Y. enterocolitica* ve *S. aureus* suşlarına karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışmada yabani olarak kendiliğinden yetişen ve ekonomik olarak da yeterli değerlendirilme alanı olmayan kızamik ve karamuk meyvelerinin bazı fizikokimyasal, fenolik, antioksidan ve antimikrobiyal kapasitelerinin belirlenmesi sonucunda tüketici sağlığını olumlu etkileyecek gıda bileşenlerini önemli ölçüde içerdikleri ortaya konmuştur.

Tartışma

Gıdalarda suyun uzaklaştırılmasından sonra geriye kalan kısma kuru madde denir. Kuru madde miktarı meyvelerin kurutulması veya taze olarak tüketilmesinin belirlenmesi açısından önemli bir kriterdir (Akın, Karabulut, & Topcu, 2008). Araştırma sonucu elde ettiğimiz verilere göre kuru madde miktarı %28,47-%41,61 aralığında değişmektedir. Demir (2006) *B. vulgaris* 'te kuru madde miktarını ortalama $31,22 \pm 1,177$ olarak tespit etmiş, Karabulut (2018) ise kuru madde miktarını *B. vulgaris*'te $29,03 \pm 0,27$ *B. crataegina*'da $32,77 \pm 2,43$ olarak tespit etmiştir. Demir (2006) ve Karabulut'un (2018) sonuçları ile *Berberis* meyvelerinden elde ettiğimiz sonuçlar arasında benzerlik görülmektedir.

Kül, organik maddenin yanmasından sonra kalan inorganik kalıntıdır (Egan, Kirk, & Sawyer, 1981). Araştırmamızda *Berberis* meyvelerinin kül içeriği %0,65-%2,13 aralığında tespit edilmiştir. Demir (2006) *B. vulgaris*'te kül miktarını ortalama $3,44 \pm 0,087$, Akbulut vd. (2009) *B. vulgaris*'te %1,12, Yıldız vd. (2014) *B. vulgaris*'te %0,65-%0,93, Karabulut (2018) *B. vulgaris* 'te $1,09 \pm 0,016$; *B. crataegina*'da $1,36 \pm 0,07$ olarak tespit etmiştir. Elde ettiğimiz veriler Demir (2006)'ya göre düşük, Yıldız vd. (2014)'e göre yüksek, Akbulut vd. (2009) ve Karabulut'la (2018) paralellik göstermektedir. Kül miktarındaki bu farklılıkların meyvelerin yetiştirme koşullarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırmamızda pH değeri 2,44-3,25 aralığında bulunmuştur. Demir (2006) ortalama pH değerini 5,50, Akbulut vd. (2009) 3,35, Ahmed, Anjum, Naz, Khan ve Hussain (2013) 3,13-4,43, Ardestani vd. (2013) 3,06, Yıldız vd. (2014) 2,68-3,26, Karabulut (2018) *B. vulgaris* 'te $2,85 \pm 0,16$, *B. crataegina* 'da $3,05 \pm 0,01$, Okatan ve Çolak (2018) %2,59-%3,21 olarak tespit etmiştir. Yapılan bu bilimsel çalışmalar ve elde ettiğimiz veriler benzerlik göstermektedir.

Gıdalarda bulunan suyun özellikleri hakkında bilgi edinebilmek için su aktivitesinin bilinmesi gerekmektedir. Genellikle yaş meyve ve sebzelerin su aktiviteleri $a_w = 0,970-0,996$ aralığında tespit edilmiştir (Cemeroğlu, Karadeniz, & Özkan, 2003). Analizi yapılan meyvelerin su aktivite ölçümleri 0,931-0,947 aralığında değişmekte olup su aktivite değerleri

Cemeroğlu vd. (2003) göre düşük bulunmuştur. Su aktivitesi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda Karabulut (2018) *B. vulgaris* 'te 0,95 *B. crataegina*'da 0,94 olarak tespit etmiştir. Su aktivitesi analiz sonuçlarımız yapılan bu bilimsel çalışma ile kıyaslandığında düşük çıkmıştır.

Meyvenin tür ve çeşitlere bağlı olarak besleyicilik değerini artıran, meyvedeki asit miktarı ile dengeli bir oran oluşturduğunda da meyve tadını etkileyen suda çözünebilir kuru madde miktarının yüksek olması istenilen bir özelliktir (Çuhacı, 2018). Araştırmamızda elde ettiğimiz verilere göre SÇKM değeri %18,10-%27,75 aralığında değişmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalarda SÇKM değerini Özgen vd. (2012) *B. vulgaris*'te %19,27-21,80, Ardestani vd. (2013) *B. vulgaris*'te %17,33, Yıldız vd. (2014) *B. vulgaris*'te %17,40-%21,10, Ersoy vd. (2018) *B. vulgaris*'te %16,93-%20,85, Karabulut (2018) *B. vulgaris* 'te %23, *B. crataegina*'da %29,5, Okatan ve Çolak (2018) 15,47-20,83 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen değerlerle literatürde belirtilen değerler benzerlik göstermektedir.

Meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitesi, yapılarındaki fenolik maddelerden, A, C, E vitaminlerinden, karotenoidlerden ve bazı mineral maddelerden kaynaklanmaktadır (Kaur, & Kapoor, 2002). Araştırmamızda toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metoduyla, antioksidan aktiviteleri; DPPH* radikali giderme aktivitesi, ABTS⁺⁺ radikali giderme aktivitesi ve β-karoten ağartma yöntemiyle belirlenmiştir.

Motalleb vd. (2005) toplam fenolik içeriğini %80 metanoldeki *B. vulgaris* meyve ekstraktında 28000 mg /100 gr, sudaki *B. vulgaris* meyve ekstraktında 10000 mg/100 gr, Özgen vd. (2012) 2565-3629 mg GAE/lt, Yıldız vd. (2014) *B. vulgaris*'te 2532-3419 mg GAE/lt, Ersoy vd. (2018), 2281-3462 mg GAE/lt, Karabulut (2018) *B. vulgaris*'te ekstraktında 71,70 µg GAE/mg KM, *B. crataegina*'da 73,55 µg GAE/mg KM, Okatan ve Çolak (2018) 1198,53-2616,78 mg GAE/100 gr FW, Gholizadeh-Moghadam vd. (2019) 25,98 ile 94,04 mg GAE/100 ml aralığında tespit edilmiştir. Araştırmamız sonucu elde edilen bulgular (148,0-448,3 µg GAE/mg KM) Karabulut'a (2018) göre oldukça yüksek çıkmıştır.

Motalleb vd. (2005), β-karoten ağartma yöntemiyle belirlenen *B. vulgaris* meyvelerinin antioksidan aktivitesini etanol ekstraktında %73,62, su ekstraktında %82,52, Yıldız vd. (2014) *B. vulgaris*'te %90,64-%75,01, Karabulut (2018) *B. vulgaris*'te %87,35 *B. crataegina*'da %90,50 olarak tespit etmiştir. Araştırmamızda β-karoten ağartma analiz verileri %62,83-%92,19 aralığında değişmektedir. Elde edilen veriler Motalleb vd. (2005), Yıldız vd. (2014), Karabulut'un (2018) verileri ile paralellik göstermektedir.

DPPH radikal temizleme aktivitesi analiz sonuçlarımıza göre %11,92-%40,44 aralığında tespit edilmiştir. Motalleb vd. (2005) *B. vulgaris*'in sulu ekstraktının DPPH* serbest

radikal temizleme aktivitesini $82,52 \pm 0,64 \text{ mg mL}^{-1}$ ve etanolik ekstratlar için $0,658 \pm 0,03 \text{ mg mL}^{-1}$. Gündoğdu (2013) DPPH• radikal temizleme ile *B. vulgaris* meyvesinin antioksidan içeriğini $1292,86 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$ olarak tespit etmiş, Karabulut (2018) *B. vulgaris*'te $15,65 \text{ mg/mL}$, *B. crataegina*'da $6,03 \text{ mg/mL}$, Gholizadeh-Moghadam vd. (2019) *B. vulgaris*'te en yüksek antioksidan aktiviteyi %56,84 ve en düşük antioksidan aktiviteyi %13,20 olarak tespit etmiştir.

Yapılan analizlerde ABTS⁺ radikalini temizleme aktivitesi %33,06-%92,85 aralığında tespit edilmiştir. zgen vd. (2012) ABTS⁺ ile radikal temizleme aktivitesiyle antioksidan kapasitesini %7,13, Yıldız vd. (2014) ABTS değerini litre meyve suyu başına troloks eş değer mmol olarak ifade edilen oruh-9 (56,10), oruh-8(55,02), oruh-3 (54,20) ve oruh-15 (53,20) olarak tespit etmişlerdir.

Antioksidan aktivite analiz sonuçları incelendiğinde her yöntem için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Antioksidan aktivite belirlemede her örneğin içerdiği antioksidan ile oksidan arasındaki reaksiyon tam olarak bilinemediğinden farklı yöntemlerle antioksidan aktivite ölçümleri yapılması sonucu daha doğru veriler elde edilebilecektir.

Antioksidan aktivite ile fenolik içerik arasında pozitif bir korelasyon vardır (Wang, & Lin, 2000). HPLC analiz sonuçlarına göre meyve ekstraktlarındaki fenolik içerik klorojenik asit ($2147,935-79,109 \text{ mg/kg}$), sringik asit ($867,850-13,634 \text{ mg/kg}$), gallik asit ($507,050-41,186 \text{ mg/kg}$), sinapik asit ($221,869-136,127 \text{ mg/kg}$), kafeik asit ($152,225-34,677 \text{ mg/kg}$), vanilik asit ($68,742-3,308 \text{ mg/kg}$), trans-ferulik asit ($38,894-0 \text{ mg/kg}$) olarak sıralanabilir. Tanımlanan fenolik bileşikler içerisinde klorojenik asit diğer fenoliklere göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Klorojenik asit ve türevleri; antioksidan, kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu, plazma ve karaciğerdeki kolesterol, triaçilgliserol ve mineral konsantrasyonlarını düzenleyici etki göstermektedir (Upadhyay, & Rao, 2013). Sringik asidin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Mariod, İbrahim, İsmail, & İsmail, 2010). Fenolik bileşiklerin antimikrobiyal, antikanserojen aktiviteye sahip olduğu ve bağışıklık sistemini glendirdiği de bilinmektedir (Surh vd., 1999). Gıdalarla birlikte fenolik bileşik alımının bu bileşiklerin antioksidan aktivitesinden dolayı birçok önemli hastalığa yakalanma riskini azaltabileceği araştırmalarla ortaya konmuştur (Hertog, Feskens, Hollman, Katan, & Kromhout, 1993; Surh vd., 1999; Surh, 2002).

Araştırmamızdan elde edilen veriler, Karabulut (2018) tarafından bildirilen veriler karşılaştırıldığında; klorojenik asit, sringik asit, gallik asit, sinapik asit, kafeik asit fenoliklerinin hem alkol hem su ekstresi için Karabulut (2018)'de belirtilen değere göre daha yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Aynı araştırmada sringik asit, trans-ferulik asit ve sinapik asit tespit edilememişken bizim çalışmamızda bu fenoliklerin varlığı tespit edilmiştir. Gündoğdu (2013)

B. vulgaris meyveleri ile yaptığı çalışmada klorojenik asitin baskın fenolik bileşik olduğunu belirlemiştir. Sonucun çalışmamızla uyumlu olduğu görülmektedir. Gülsoy vd. (2011) *B. crataegina* DC. meyve ekstraktlarında apigenin, rutin, klorojenik asit ve sinamik asit içeriğini sırasıyla 20,08 mg/kg, 27,09 mg/kg, 70,24 mg/kg ve 1,10 mg/kg olarak bildirmiştir. Gholizadeh-Moghadam vd. (2019) *Berberis* meyve ekstraktlarında gallik asit ve p-kumarik asiti en çok bulunan fenolik bileşikler olduğunu; gallik asit (334,82 mg/L), kafeik asit (51,78 mg/L), klorojenik asit (119,53 mg/L), p-kumarik asit (257,09 mg/L), sinamik asit (0,57 mg/L), rutin (7,61 mg/L), apigenin (4,44 mg/L) ve kersetin (37,20 mg/L) sırasıyla G14, G1, G1, G9, G16, G1, G7 ve G5 meyve ekstraktlarında, en yüksek konsantrasyonda tespit edildiği bildirilmiştir.

Bitki türlerindeki fenolik bileşiklerin ve flavonoid konsantrasyonlarının içeriğindeki değişkenlik genetik yapı, yetiştikleri çevresel koşullar (ışık, sıcaklık, CO seviyesi, toprak koşulları, nem, gübre), hasat zamanı ve depolama koşulları ile ilişkili olabilir (Dixon, & Paiva, 1995; Prior vd., 1998; Ninfali, & Bacchiocco, 2003).

Sağlık üzerinde olumsuz etkisi olan birçok patojen mikroorganizma bilinçsiz kullanılan antibiyotiklere karşı dirençli hale gelmektedir. Antimikrobiyal özellikteki bitkilerle patojen mikroorganizmaların gelişimleri kontrol altına alınabilmektedir. Bu yönüyle antimikrobiyal özellikteki bitkiler hem tedavi edici özelliklerinin yanı sıra antibakteriyel ilaçların geliştirilmesi için yapılan araştırmalarda model olarak da kullanılabilirler. Bu amaçla bitkisel maddeler, mikrobiyolojik, farmakolojik ve bitki savunma mekanizması bakımından çok yönlü olarak araştırılmaktadır (Kalaycıoğlu, & Öner 1994; Dağcı vd., 2002). Antimikrobiyal aktivite araştırmamızda meyve ekstraktlarının *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan literatür taramasında *B. vulgaris* ve *B. crataegina* meyveleri ile yapılan antimikrobiyal aktivite analiz sonuçlarıyla karşılaşılmamış olup bu nedenle karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak Awan, Ali, Ali, Hussain ve Qazalbash (2014) yaptıkları bilimsel araştırmada *Berberis calliobotrys*, *Berberis orthobotrys*, *Berberis ptedumbellata* meyvelerinin metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini, agar kuyu difüzyon yöntemi ile incelemişler ve ekstraktların *E. coli*, *Pseudomonas spp*, *Bacillus cereus* bakteriyel suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Öneriler

Antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelleri bakımından ümit verici olarak değerlendirilen her iki yabani meyvenin de ıslah çalışmalarıyla birlikte kültürel üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ve verimlerinin artırılması kaydıyla fonksiyonel niteliği oldukça yüksek meyveler arasına girebilecekleri ve çok çeşitli yeni gıda ürünlerine işlenerek tüketiminin

artabileceği öngörülmektedir. Ülkemizin hemen her bölgesinde kendiliğinden yetişebilen bu meyvelerin, gıda sanayi ve ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği düşünölmektedir. Tüketiminin artırılmasıyla birlikte insan sağlığı üzerine olumlu etkiler yapabilecek olan bu meyvelerin değerlendirilme alanlarının genişletilerek, sofralarımıza ulaşmalarını sağlayacak yeni araştırmaların hız kazanması gerekmektedir.



Kaynakça

- Acar, J. (1998). *Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Ahmed, M., Anjum, M. A., Naz, R. M. M., Khan, M. R., & Hussain, S. (2013). Characterization of indigenous barberry germplasm in Pakistan: variability in morphological characteristics and nutritional composition. *Fruits*, 68(5), 409–422. DOI: 10.1051/fruits/2013085
- Akbulut, M., Çalısır, S., Marakoğlu, T., & Çoklar, H. (2009). Some Physicomechanical and Nutritional Properties of Barberry (*Berberis vulgaris* L.) Fruits. *Journal of Food Process Engineering*, 32 (2009), 497-511. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2007.00229.x
- Akın, B. E., Karabulut, İ., & Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armenica* L.) varieties. *Food Chemistry*, 107(2), 939–948. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.052>
- Akkuş, İ. (1995). *Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri*. Konya: Mimoza Yayınları.
- Alanis, A. D., Calzada, F., Cervantes, J. A., Torres, J., & Ceballos, J. M. (2005). Antibacterial properties of some plants used in Mexican traditional medicines for the treatment of gastrointestinal disorder. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(2005), 153-157. DOI:10.1016/j.jep.2005.02.022
- Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C., & Shahidi, F. (2001). Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9(3),1410-1416. DOI:10.1021/jf000595h
- Al-Gubory, K. H., Fowler, P. A., & Garrel, C. (2010). The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 42(10),1634-1650. DOI: 10.1016 / j.biocel.2010.06.001
- Aliakbarlu, J., Sindokht Ghiasi, S., & Bazargani-Gilani, B. (2018). Effect of extraction conditions on antioxidant activity of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruit extracts. *Veterinary Research Forum*, 9(4), 361- 365. DOI:10.30466/vrf.2018.33090
- Alirezalu, A., Salehi, P., Ahmadi, N., & Sonboli, A. (2018). Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 452-470. DOI: 10.1080/10942912.2018.1446146
- Anonymous. (2015). Meyve ve sebze mamulleri-Hidroklorik asitte çözünmeyen kül tayini. TS ISO 763 / 23 Ekim 2015.
- Anşın, R., Okatan, A., & Özkan, Z. C. (1994). *Doğu karadeniz bölgesi'nin önemli yan ürün veren odunsu ve otsu bitkileri*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, TUBİTAK, Proje No: TOAG-903, Sonuç Raporu, s. 173.

- Anşın, R., & Özkan, Z. C. (1993). *Tohumlu bitkiler (spermatophyta) odunsu taksonlar*. (1. Baskı). Trabzon: KTÜ Orman Fakültesi Yayınları.
- Arayne, M. S., Sultana, N., & Bahadur, S. S. (2007). The berberis story: *Berberis vulgaris* in therapeutics. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science*, 20(1), 83-92. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/6470233>
- Ardestani, S. B., Sahari, M. A., Barzegar, M., & Abbasi S. (2013). Some physicochemical properties of Iranian native barberry fruits (abi and poloei): *Berberis integerrima* and *Berberis vulgaris*. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 1, 60-67. Retrieved from <https://journal.ugm.ac.id/jfps/article/viewFile/1846/1653>
- Armstrong, G. L., Hollingsworth, J., & Morris, J. G. (1996). Emerging food borne pathogens: *Escherichia coli* O157:H7 as a model of entry of a new pathogen into the food supply of the developed world. *Epidemiologic Reviews*, 18(1), 29-51. DOI: 10.1093 / oxfordjournals.epirev.a017914
- Aron, P. M., & Kennedy, J. A. (2008). Flavan-3-Ols: Nature, Occurrence and Biological Activity. *Molecular Nutrition Food Research*, 52(1):79-104. Retrieved from DOI: 10.1002 / mnfr.200700137
- Awan, M. S., Ali, S., Ali, A., Hussain, A., & Qazalbash, M. A. (2014). A comparative study of barberry fruits in terms of its nutritive and medicinal contents from CKNP region, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(2), 9-17. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/328476299>
- Bagchi, K., & Puri, S. (1998). Free radicals and antioxidants in health and disease. *Eastem Mediterranean Health Journal*, 4(2), 350-360. Retrieved from https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/118217/emhj_1998_4_2_350_360.pdf
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191-203. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.07.042
- Bast, A., Haenen, G., & Doelmen, J. A. (1991). Oxidants and antioxidants: State of the art. *The American Journal of Medicine*, 91(3), 2-13. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90278-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90278-6)
- Baysal, A. (1981). Beslenme Sorunları. *Gıda Teknolojisi Derneği Dergisi*, 6(5), 3-10. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/78178> adresinden edinilmiştir.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de bitkiler ile tedavi (geçmişte ve bugün)*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Becker, L. B., Vanden Hoek, T. L., Shao, Z. H., Li, C. Q., & Schumacker, P. T. (1999). Generation of superoxide in cardiomyocytes during ischemia before reperfusion. *American Journal Physiological Society*, 277(6), 2240-2246. DOI: 10.1152 / ajpheart.1999.277.6.H2240
- Beckman, K. B., & Ames, B. N. (1998). The free radical theory of aging matures. *American Physiological Society Physiological Reviews*, 78(2), 547-579. DOI: 10.1152 / physrev.1998.78.2.547
- Beecher, G. R. (2003). Overview of Dietary Flavonoids: Nomenclature, Occurrence and Intake. *American Society for Nutritional Sciences*, 133(10), 3248-3254. DOI.org/10.1093/jn/133.10.3248S

- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Phenolic compounds, in food chemistry*. Berlin: Springer.
- Berger, M. M. (2005). Can oxidative damage be treated nutritionally? *Clinical Nutrition*, 24(2), 172-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.10.003>
- Bilaloğlu, G. V., & Harmandar, M. (1999). *Flavonoidler*. İstanbul: Bakanlar Matbaacılık Ltd. Şti.
- Bolanos, J. P., Moro, M. A., Lizasoain, I., & Almeida, A. (2009). Mitochondria and reactive oxygen and nitrogen species in neurological disorders and stroke: therapeutic implications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61(14), 1299-1315. doi:10.1016/j.addr.2009.05.009
- Bronze, M., Figueira, M., & Mecha, E. (2012). *Flavonoids and its contribution to a healthier life. Handbook on flavonoids: dietary sources, properties and health benefits*. ABD: Nova Science Publisher.
- Burtis, C. A., & Ashwood, E. R. (2005). *Vitaminler*. (Aslan D. Eds.). *Klinik kimyada temel ilkeler*. Ankara: Palme Yayınları.
- Burits, M., & Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14(5), 323–328. DOI: 10.1002 / 1099-1573 (200008) 14: 5% 3C323 :: AID-PTR621% 3E3.0.CO; 2-Q
- Cadenas, E., & Sies, H. (1998). The lag phase. *Free Radical Research*, 28(6), 601-609. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9736312>
- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R., & De Vos, C. H. R. (2008). Changes in antioxidants and metabolite profiles during production of tomato paste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 964- 973. doi: 10.1021/jf072990e
- Carr, A. C., & Frei, B. (1999). Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1086-1107. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1086>
- Cemeroğlu, B. (1992). *Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metotları*. Ankara: Biltav Yayınları.
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda analizleri*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B. (2013). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. (1.Cilt). Ankara: Bizim Büro Basımevi.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., & Özkan, M. (2003). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., & Özkan, M. (2001). *Meyve ve sebzelerin bileşimi soğukta depolanmaları*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Charehsaz, M., Sipahi, H., Celep, E., Üstündağ, A., Cemiloğlu Ülker, Ö., Duydu, Y., Aydın, A., & Yesilada, E. (2015). The fruit extract of *Berberis crataegina* DC: exerts potent antioxidant activity and protects DNA integrity. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23(1), 24 DOI 10.1186/s40199-015-0108-7
- Chauhan, V., & Chauhan, A. (2006). Oxidative stress in Alzheimer's disease. *Pathophysiology*, 13(3), 195-208. DOI: 10.1016/j.pathophys.2006.05.004

- Cheeseman, K., & Slater, T. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49(3), 481-493. DOI: 10.1093/oxfordjournals.bmb.a072625
- Christenhusz, J. M., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Cnubben, N. H. P., Rietjens, I. M. C. M., Wortelboer, H., Van-Zanden, J., & Van Bladeren, P. J. (2001). The Interplay of Glutathione Related Processes in Antioxidant Defense. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 10(4), 141- 152. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21782570>
- Cochrane, C. G. (1991). *Molecular aspects of inflammation*, Mosbach/Baden: Springer.
- Corradini, E., Foglia, P., Giansanti, P., Gubbiotti, R., Samperi, R., & Lagana, A. (2011). Flavonoids: chemical properties and analytical methodologies of identification and quantitation in foods and plants. *Natural Product Research*, 25(5), 469-495. DOI: 10.1080/14786419.2010.482054
- Cos, P., Calomme, M., Pieters, L., Vlietinck, A., & Vanden Berghe, D. (2000). Structure-activity relationship of flavonoids as antioxidant and pro-oxidant compounds. *Studies in Natural Products Chemistry*, 22, 307-341. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80029-0](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80029-0)
- Cronquist, A. (1968). *The evolution and classification of flowering plants*. London: Nelson.
- Crozier, A., Jaganath, B., & Clifford, M. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26(8), 1001-1043. DOI: 10.1039/b802662a
- Cüce, M., & Sökmen, A. (2017). In vitro production protocol of *Vaccinium uliginosum* L. (bog bilberry) growing in the Turkish flora. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41, 294-304. doi:10.3906/tar-1704-19.
- Çaylak, E. (2011). Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 73-83. https://www.academia.edu/1599669/Hayvan_ve_bitkilerde_oksidatif_stres_ile_antioksidanlar adresinden edinilmiştir.
- Çuhacı, Ç. (2018). *Seçilmiş üstün özellikli melez kayısı genotiplerinin verim ve meyve kalite özellikleri ile biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 513606)
- Dağcı, E., İzmirli, M., & Dığrak, M. (2002). Kahramanmaraş ilinde yetişen bazı ağaç türlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1), 38-46. <https://arastirmax.com/en/system/files/dergiler/181524/makaleler/5/1/arastirmax-kahramanmaras-ilinde-yetisen-bazi-agac-turlerinin-antimikrobiyal-aktivitelerinin-arastirilmesi.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Dao, L. T., Takeoka, G. R., Edwards, R. H., & Berrios, J. De J. (1998). Improved Method for the Stabilization of Anthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3564-3569. <https://doi.org/10.1021/jf980359v>
- D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Marsella, R. (2007). Polyphenols, Dietary Sources and Bioavailability. *Annali dell'Istituto Superiore*

di Sanità, 43(4), 348-61. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/5642981>

- Darley-USmar, V., & Halliwell, B. (1996). Blood radicals. Reactive nitrogen species, reactive oxygen species, transition metal ions, and the vascular system. *Pharmaceutical Research*, 13(5), 649-662. DOI: 10.1023 / a: 1016079012214
- Darrow, G. M. (1975). *Minor temperate fruits. (Advances in fruit breeding)*. (Ed.J. Janick and J.N.Moore). West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.
- Davies, K. J. A., & Goldberg, A. L. (1987). Oxygen Radicals Stimulate Intracellular Proteolysis and Lipid-Peroxidation by Independent Mechanisms in Erythrocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 262(17), 8220-8226. Retrieved from <http://www.jbc.org/content/262/17/8220.full.pdf>
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the east aegean islands* (7). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- De Zwart, L. L., Meerman, J. H. N., Commandeur, J. N. M., & Vermeulen, N. P. E. (1999). Biomarkers of free radical damage applications in experimental animals and in humans. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(1/2), 202-226. DOI: 10.1016 / s0891-5849 (98) 00.196-8
- Deaton, C. M., & Marlin, D. J. (2003). Exercise-associated oxidative stress. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 2(3), 278-291. [https://doi.org/10.1053/S1534-7516\(03\)00070-2](https://doi.org/10.1053/S1534-7516(03)00070-2)
- Delibaş, N., & Özçankaya, R. (1995). Serbest radikaller. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2(3), 11-17. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/196201> adresinden edinilmiştir.
- Demir, H. (2006). Erzurum'da Yetişen Madımak, Yemlik ve Kızamık Bitkilerinin Bazı Kimyasal Bileşimi. *Bahçe*, 35(1-2), 55-60. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39656> adresinden edinilmiştir.
- Desmarchelier, C., Ciccia, G., & Coussio, J. (2000). Recent advances in the search for antioxidant activity in South American plants. *Studies in Natural Products Chemistry*, 22, 343-367. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80030-7](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80030-7)
- Devasagayam, T. P. A., Boloor, K. K., & Ramsarma, T. (2003). Methods for estimating lipid peroxidation: Analysis of merits and demerits (minireview). *Indian Journal of Biochemistry & Biophys*, 40(5), 300-308. Retrieved from <http://eprints.iisc.ernet.in/17129/1/methods.pdf>
- Dixon, R. A., & Paiva, N. L. (1995). Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. *Plant Cell*, 7(7), 1085-1097. DOI: 10.1105/tpc.7.7.1085.
- Duke, V. A., Bogenschutz-Godwin, M. J., Doke, P. A. & Duccellier, J. (2002). *Handbook of medicinal herbs*. (Second Edition). USA: CRC pres LLC.
- Dündar, Y., & Aslan, R. (1999). Oksidan-Antioksidan Denge ve Korunmasında Vitaminlerin Rolü. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 9(12), 32-39. <https://www.researchgate.net/publication/291945332> adresinden edinilmiştir.
- Ebadi, M. (2001). *Antioxidants and free radicals in health and disease: an introduction to reactive oxygen species, oxidative injury, neuronal cell death and therapy in neurodegenerative diseases*. Arizona: Prominent Press.

- Egan, H., Kirk, R. S., & Sawyer, R. (1981). *Pearson's chemical analysis of foods*. (8th Edition). London, England: Longman Scientific & Technical Press.
- Ercisli, S., Tosun, M., Karlıdağ, H., Dzubur, A., Hadziabulic, S., & Aliman, Y. (2012). Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L.) genotypes from Northeastern Turkey. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(3), 271-276. DOI: 10.1007 / s11130-012-0292-2
- Erlund, İ. (2004). Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutrition Research*, 24(10), 851-874. DOI: 10.1016/j.nutres.2004.07.005
- Ersoy, N., Kupe, M., Halil, I. S., & Ercişli, S. (2018). Physicochemical diversity among barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits from eastern anatolia. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 336-342. DOI:10.15835/nbha46211111
- Ertürk, İ. (1994). *Berberis crataegina* DC. (*Karamuk*) üzerinde araştırmalar (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 37975)
- Fatehi, M., Saleh, T. M., Fatehi-Hassanabad, Z., Farrokhfal, K., Jafarzadeh, M., & Davodi, S. (2005). A pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruit extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(1), 46-52. DOI: 10.1016 / j.jep.2005.05.019
- Fatehi-Hassanabad, Z., Jafarzadeh, M., Tarhini, A., & Fatehi, M. (2005). The antihypertensive and vasodilator effects of aqueous extract from *Berberis vulgaris* fruit on hypertensive rats. *Phytotherapy Research*, 19(3), 222-225. DOI: 10.1002 / ptr.1661
- Fouladi, R. F. (2012). Aqueous Extract of dried fruit of *Berberis vulgaris* L. in *Acne vulgaris*, a clinical trial. *Journal of Dietary Supplements*, 9(4), 253-261. DOI: 10,3109 / 19390211.2012.726702
- Fridovich, I. (1997). Superoxide anion radical, superoxide dismutases and related matters. *The Journal Biological Chemistry*, 272(30), 18515-18525.
- Fukai, T., Folz, R. J., Landmesser, U., & Harrison, D. G. (2002). Extracellular superoxide dismutase and cardiovascular disease. *Cardiovascular Research*, 55(2), 239-249. DOI: 10.1016 / s0008-6363 (02) 00.328-0
- Fukumoto, L. R., & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3597-3604. DOI: 10,1021 / jf000220w
- Gardner, P. T., White, T. A. C., Mcphail, D. B., & Duthie, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68(4), 471-474. DOI: 10.1016 / S0308-8146 (99) 00225-3
- Garewal, H. S. (1997). *Antioxidants and disease prevention*. Florida: CRC Press LLC.
- Gedikli, F. (2006). *Ceviz (Juglans regia), karadut (Morus nigra), karamuk (Berberis crataegina), Kök boya (Rubia tinctorum) ve kıvıldağaç (Alnus glutinosa)'nın, protein Elektroforez jellerinin boyanmasında kullanılabilirliğinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 182023)
- Getoff, N. (2007). Anti-aging and aging factors in life. The role of free radicals. *Radiation Physics and Chemistry*, 76(10), 1577-1586. DOI: 10.1016 / j.radphyschem.2007.01.002

- Ghahreman, A. (1987). *Flora of Iran/Flora of Iran in natural colors*. Tahran-Iran: Research institute of forests and Pastures Botany Department.
- Gholizadeh-Moghadam, N., Hosseini, B., & Alirezalu, A. (2019). Classification of barberry genotypes by multivariate analysis of biochemical constituents and HPLC profiles. *Phytochemical Analysis*, 30(4), 385–394. <https://doi.org/10.1002/pca.2821>
- Girotti, A. W. (1998). Lipid hydroperoxide generation, turnover and effector action in biological systems. *Journal of Lipid Research*, 39(8), 1529-1542. Retrieved from <http://www.jlr.org/content/39/8/1529.full.pdf>
- Goodarzia, S., Khadivvia, A., Abbasifara, A., & Akramian, M. (2018). Phenotypic, pomological and chemical variations of the seedless barberry (*Berberis vulgaris* L. var. *asperma*). *Scientia Horticulturae*, 238, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.040>
- Gökbulut, A., & Şarer, E. (2008). Carotenoids and health. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 37(2), 123-144. https://doi.org/10.1501/Eczfak_0000000496
- Gutteridge, J. M. C. (1995). Lipid Peroxidation and Antioxidants as Biomarkers of Tissue Damage. *Clinical Chemistry*, 41(12), 1819-1828. Rerieved from <http://clinchem.aaccjnls.org/content/clinchem/41/12/1819.full.pdf>
- Gülçin, İ. (2002). *Isırgan otunun (Urtica dioica) antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, oksidatif enzimlerin karakterizasyonu ve bazı in vivo etkilerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Gülçin, İ. (2005). The Antioxidant and radical scavenging activities of black pepper (*Piper Nigrum*) seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(7), 491-499. DOI: 10.1080 / 09637480500450248
- Gülçin, İ., Oktay, M., Küfrevioğlu, İ., & Aslan, A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L) Ach. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(3), 325-329. DOI: 10.1016 / s0378-8741 (01) 00.396-8
- Gülsoy, S., Ozkan, G., & Özkan, K. (2011). Mineral Elements, Phenolics and Organic Acids of Leaves and Fruits from *Berberis crataegina* DC. *Asian Journal of Chemistry*, 23(7), 3071-3074. Rerieved from <https://www.researchgate.net/publication/286771376>
- Gündoğdu, M. (2013). Determination of Antioxidant Capacities and Biochemical Compounds of *Berberis vulgaris* L. Fruits. *Advances in Environmental Biology*, 7(2), 344-348. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/267036388>
- Güner, A. (2012). *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler)*. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- Gürkan, A. S., & Bozdağ-Dündar, O. (2005). Coenzyme Q10. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara*, 34(2), 129-154. <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/24/524/6567.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Haigh, R. (1986). Safety and necessity of antioxidants: EEC approach. *Food and Chemical Toxicology*, 24(10-11), 1031–1036. DOI: 10,1016 / 0278-6915 (86) 90284-X
- Halliwell, B. (1992). Reactive oxygen species and the central nervous system. *Journal of Neurochemistry*, 59(5), 1609-1623. DOI: 10.1111 / j.1471-4159.1992.tb10990.x

- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1985). The Importance of free radicals and catalytic metal ions in human diseases. *Molecular Aspects of Medicine*, 8(2), 89-193. [https://doi.org/10.1016/0098-2997\(85\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0098-2997(85)90001-9)
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1989). *Free radicals in biology and medicine*. (2nd Edition). Londra: Oxford University Press (Clarendon).
- 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. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/228847515>
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481-504. DOI: 10.1016 / S0031-9422 (00) 00235-1
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1992). Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of Vegetables and Fruits Commonly Consumed in the Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2379-2383. <https://doi.org/10.1021/jf00024a011>
- Hertog, M. L., Feskens, E. M., Hollman, P. H., Katan, M. B., & Kromhout, D. (1993). Dietary Antioxidant Flavonoids and Risk of Coronary Heart-Diseases the Zutphen Elderly Study. *Lancet*, 342(8878), 1007–1011. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)92876-U](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)92876-U)
- Hoshyar, R., Mahboob, Z., & Zarban, A. (2016). The antioxidant and chemical properties of *Berberis vulgaris* and its cytotoxic effect on human breast carcinoma cells. *Cytotechnology*, 68(4), 1207–1213 <https://doi.org/10.1007/s10616-015-9880-y>
- Hu, J. (2001). Oxidative stress and aging. B-180 Medical Laboratories Free Radical and Radiation Biology Program [DX Reader version]. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.536.8737&rep=rep1&type=pdf>
- Huang, D. J., Ou, B. X., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind anti-oxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856. DOI: 10,1021 / jf030723c
- Islam, R., & Khanma, I. S. (2017). Plant derivatives as promising materials for processing and packaging of meat-based products – focus on antioxidant and antimicrobial effects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), 1745-4549. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12862>
- Iwashina, T. (2000). The structure and distribution of the flavonoids in plants. *Journal of Plant Research*, 113(3), 287-299. DOI: 10.1007 / PL00013940
- İmahori, Y., Takemura, M., & Bai, J. (2008). Chilling-induced oxidative stress and antioxidant responses in mume (*Prunus mume*) fruit during low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, 49(1), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.10.017>
- İşbilir, Ş. S. (2008). *Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 177375)
- Jaganath, I. B., & Crozier, A. (2010). *Dietary flavonoids and phenolic compounds. In plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition and pharmacology*. New York: Wiley.

- Jo, M., Kim, J., Lim, J., Kang, M., Koh, H., Park, Y., Yoon, D., Chae, J., Eo, S., & Lee, J. H. (2004). Prevalence and characteristics of Escherichia coli O157:H7 from major food animals in Korea. *International Journal of Food Microbiology*, 95(1), 41-49. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.01.016
- Kalaycıoğlu, A., & Öner, C. (1994). Bazı bitki ekstraktlarının antimutajenik etkilerinin Amest-Salmonella test sistemi ile araştırılması. *Turkish Journal of Botany*, 18, 117-122.
- Kamiloğlu, O., Ercişli, S., Şengül, M., Toplu, C., & Serçe, S. (2009). Total phenolics and antioxidant activity of jujube (*Zizyphus jujube* Mill.) genotypes selected from Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(2), 303-307. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/229010283>
- Karabulut, A. (2018). *Bayburt ilinde doğal olarak bulunan Berberis vulgaris L. ve Berberis crataegina DC. yabancı meyvelerinin biyokimyasal karakterizasyonu* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No: 504625)
- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest Radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 50-59. <https://docplayer.biz.tr/135868305-Mehmet-akif-ersoy-universitesi-saglik-bilimleri-enstitusu-dergisi-maku-sag-bil-enst-derg.html> adresinden edinilmiştir.
- Karadeniz, F. (1994). *Elma suyunda fenolik madde dağılımı ve konsantreye işleme sırasında değişimi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No: 34892)
- Karimov, A. (1993). Berberis alkaloids. *Chemistry of Natural Compounds*, 29(4), 415-438. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00630564>
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94(4), 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.004>
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant Activity and Total Phenolic Content of Some Asian Vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(2), 153-161. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00552.x>
- Kawanishi, S., Hiraku, Y., & Oikawa, S. (2001). Mechanism of guanine-specific DNA damage by oxidative stress and its role in carcinogenesis and aging. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 488(1), 65-76. [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(00\)00059-4](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(00)00059-4)
- Kayacık, H. (1981). *Orman ve park ağaçlarının özel sistematigi* (Cilt II, 4. Baskı), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Keleş, O., Ak, S., Bakirel, T., & Alpınar, K. (2001). Screening of some Turkish plants for antibacterial activity. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(4), 559-565. Retrieved from <http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-01-25-4/vet-25-4-20-0008-21.pdf>
- Keskin, H., & Erkmén, G. (1987). *Besin kimyası*. (5. Baskı). İstanbul: Güray Matbaacılık.
- Khan, T., Khan, I. A., & Rehman, A. (2015). Evaluation and detailing of taxonomic and historical perspectives on genus *Berberis* from Pakistan. *Journal of Environment and Bio-Sciences*, 6(4), 361-367. Retrieved from <https://www.academia.edu/17158921>

- Kinnula, V. L., & Crapo, J. D. (2004). Superoxide dismutases in malignant cells and human tumors. *Free Radical Biology and Medicine*, 36(6), 718-744. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2003.12.010>
- Koca, N., & Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki Doğal Antioksidan Bileşikler. *Gıda*, 30(4), 229-236. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr> adresinden edinilmiştir.
- Koç, L. Y. (2012). *Bazı bitki ekstrelerinin antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik etkileriyle, kanserli dokularda adenozin deaminaz enzimi üzerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No.328255)
- Koohmaraie, M., Arthur, T. M., Bosilevac, J. M., Guerini, M., Shachelford, S. D., & Wheeler, T. L. (2005). Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef. *Meat Science*, 71(1), 79-91. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.012>
- Kuhnlein, H. V. (1989). Nutrient values in indigenous wild berries used by the nuxalk people of bella coola, British Columbia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2(1), 28-36. DOI: 10.1016/0889-1575(89)90059-8
- Landmark, K. (2006). Could intake of vitamins C and E inhibit development of Alzheimer dementia?. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening: Tidsskrift for Praktisk Medicin, ny Raekke*, 126(2), 159-161. Retrieved from <https://europepmc.org/abstract/med/16415937>
- Li, Y., & Schellhorn, H. E. (2007). New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. *Journal of Nutrition*, 137(10), 2171-2184. DOI: 10,1093 / jn / 137.10.2171
- Lindley, M. G. (1998). The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. *Trend in Food Science and Technol*, 9(8-9), 336-340. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00050-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00050-8)
- Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 134(12), 3479-3485. DOI: 10,1093 / jn / 134.12.3479S
- Madhavi, D., Kulkarni, A., Nimbalkar, S., & Jadhav, S. (1996). *Lipid oxidation in biological and food systems in food antioxidants*. New York: CRP Press.
- Madiseh, M. R., Heidarian, E., & Rafieian-kopaei, M. (2014). Biochemical components of *Berberis lycium* fruit and its effects on lipid profile in diabetic rats. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 3(1), 15-19. Retrieved from <http://eprints.skums.ac.ir/4719/1/20.pdf>
- Maier, G., Mayer, P., Dietrich, H., & Wucherpfennig, K. (1990). Polyphenoloxidasen und ihre anwendung bei der stabilisierung von fruchtsaeften. *Flüssiges Obst*, 57(4), 230-239. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Polyphenoloxidasen-und-ihre-Anwendung-bei-der-von-Maier-ayer/98a28881ec4f303131d098c3236235062ce50333>
- Manach, C., & Donovan, J. L. (2004). Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. *Free Radical Research*, 38(8), 771-785. DOI: 10.1080/10715760410001727858
- Manach, C., Morand, C., Gil-Izquierdo, A., Bouteloup-Demange, C., & Remesy, C. (2003). Bioavailability in humans of the flavanones hesperidin and narirutin after the ingestion of two doses of orange juice. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(2), 235-242. DOI: 10.1038 / sj.ejcn.1601547
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., & Jimenez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>

- Margalit, I. Y. (2004). *Concepts in wine technology*. San Francisco: The Wine Appreciation Guild.
- Marinova, E. M., & Yanishlieva, N. V. (2003). Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperatures. *Food Chemistry*, 81(2), 189-197. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00411-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00411-9)
- Mariod, A. A., Ibrahim, R. M., Ismail, M., & Ismail, N. (2010). Antioxidant Activities of Phenolic Rich Fractions (PRFs) Obtained From Black Mahlab (*Monechma ciliatum*) and White Mahlab (*Prunus mahaleb*) Seedcakes. *Food Chemistry*, 118(1), 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.085>
- Matsuzaki, S., Szwed, P. A., Szwed, L. I., & Humphries, K. M. (2009). Regulated production of free radicals by the mitochondrial electron transport chain: Cardiac ischemic preconditioning. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61(14), 1324-1331. DOI: 10.1016/j.addr.2009.05.008
- Memişoğulları, R. (2005). Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Dicle Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, 30-39. <http://www.tipdergi.duzce.edu.tr/Dokumanlar/cb5e3aba-f37a-445d-addd-79800c90c141.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Meng, J., Fang, Y., Zhang, A., Chen, S., Xu, T., Ren, Z., & Han, G. (2011). Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Chinese Raisins Produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, 44 (2011), 2830–2836. doi:10.1016/j.foodres.2011.06.032
- Mercan, U. (2004). Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 15(1-2), 91-96. [http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/2004/15_1-2/2004_15_\(1-2\)_91-96.pdf](http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/2004/15_1-2/2004_15_(1-2)_91-96.pdf) adresinden edinilmiştir.
- Merken, H. M., Merken, C. D., & Beecher, G. R. (2001). Kinetics Method for the Quantitation of Anthocyanins, Flavonol and Flavones in Food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 2727-2732. DOI: 10,1021 / jf001266s
- Miller, D. M., Buettner, G. R., & Aust, S. D. (1990). Transition metals as catalysts of “autoxidation” reactions. *Free Radical Biology and Medicine*, 8(1), 95-108. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(90\)90148-C](https://doi.org/10.1016/0891-5849(90)90148-C)
- Moghaddam, P. R., Fallahi, J., Shajari, M. A., & Mahallati, M. N. (2013). Effects of harvest date, harvest time, and post-harvest management on quantitative and qualitative traits in seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.). *Industrial Crops and Products*, 42, 30-36. DOI: 10.1016 / j.indcrop.2012.05.007
- Motalleb, G., Hanachi, P., Kua, S. H., Othman, F., & Asmah, R. (2005). Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in *Berberis vulgaris* fruit extract. *Australian Journal of Biological Sciences*, 5(5), 648-653. <https://doi.org/10.3923/jbs.2005.648.653>
- Mozaffarian, V. (2005). *Trees and shrubs of Iran*. Tehran Iran: Farhang Moaser.
- Muller, F. L., Liu, Y., & Van Remmen, H. (2004). Complex III releases superoxide to both sides of the inner mitochondrial membrane. *Journal of Biological Chemistry*, 279(47), 49064-49073. DOI: 10,1074 / jbc.M407715200

- Namiki, M. (1990). Antioxidant/antimutagens in food. *CRC Critical Review Food Science and Nutrition*, 29, 273-300. DOI: 10,1080 / 10408399009527528
- Nawar, W. W. (1996). *Lipids*. In "food chemistry". 3rd ed. O.R. fennema (Ed). New York: Marcel Dekker.
- Ninfali, P., & Bacchiocca, M. (2003). Polyphenols and antioxidant capacity of vegetables under fresh and frozen conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(8), 2222-2226. DOI: 10,1021 / jf020936m
- Nizamlioğlu, M. N., & Nas, S. (2010). Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35. <https://docplayer.biz.tr/5977874-Meyve-ve-sebzelerde-bulunan-fenolik-bilesikler-yapilari-ve-onemleri.html> adresinden edinilmiştir.
- Nordberg, J., & Arner, E. S. J. (2001). Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine*, 31(11), 1287-1312. DOI: 10.1016 / s0891-5849 (01) 00.724-9
- Okatan, V., & Çolak, A. M. (2018). Chemical and Phytochemicals Content of Barberry (*Berberis vulgaris* L.) Fruit Genotypes From Sivashlı District of Uşak Province of Western Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 51(1), 1-6. DOI: 10.30848/PJB2019-1(5)
- Oyong, G. G., Jafari N., Tan, Ma. C. S., & Agoo, E. M. G. (2014, March). *In vitro anti-neoplastic properties of Berberis vulgaris L. var. asperma*. Presented at the DLSU Research Congress 2014 De La Salle University, Manila, Philippines. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/>
- Özden, S. (2006). *Bazı pestisitlerin oksidatif stres oluşturma potansiyellerinin ve antioksidan sistemler üzerine etkilerinin sıçanlarda araştırılması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 192919)
- Özgen, M., Saraçoğlu, O., & Geçer, E. N. (2012). Antioxidant capacity and chemical properties of selected barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Hortic Environ Biotechnol*, 53(6), 447-451. <https://doi.org/10.1007/s13580-012-0711-1>
- Özkal, N., & Ertürk, K. İ. (1996, Mayıs) *Berberis crataegina* DC. Bitkisinden elde edilen berberin alkaloidi ve ekstrelerinin antimikrobiyal aktiviteleri. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Ankara.
- Özyürek, M. (2005). *Bazı içeceklerin toplam antioksidan aktivitelerinin tayininde yeni bir yöntem geliştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 197429)
- Papas, A. M. (1999). *Dietand atioxidant status*. In A. M. Papas (Ed.), *Antioxidant status, diet, nutrition, and health*. Boca Raton, Lodon, New York, Washington: DC: CRC Press.
- Perkins, A. V. (2006). Endogenous anti-oxidants in pregnancy and preeclampsia. *Australian New Zealand Journal Obstetrics and Gynaecology*, 46(2), 77-83. DOI: 10.1111/j.1479-828X.2006.00532.x
- Peschel, W., Sanchez-Rabaneda, F., Diekmann, W., Plescher, A., Gartzia, I., Jimenez, D., Lamuela-Ravento, R., Buxaderas, S., & Codina, C. (2006). An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97(1), 137-150. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.033>

- Peyrat-Maillard, M. N., Bonnely, S., & Berset, C. (2000). Determination of the antioxidant activity of phenolic compounds by coulometric detection. *Talanta*, 51(4), 709-716. [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(99\)00331-8](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(99)00331-8)
- Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63(7), 1035-1042. DOI: 10.1021/np9904509
- Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., & Mainland, C. M. (1998). Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Vaccinium Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(7), 2686-2693. DOI: 10.1021/jf980145d
- Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopei, M. (2017). *Berberis vulgaris*: specifications and traditional uses. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 20(5), 569-587. doi: [10.22038 / IJBMS.2017.8690](https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.8690)
- Rauha, J.-P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., Kahkonen, M., Kujala, T., & Vuorela, P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56(1), 3-12. DOI: 10.1016/s0168-1605(00)00218-x
- Reische, D. W., Lillard, D. A., & Eitenmiller, R. R. (1998). *Food lipids. In chemistry, nutrition and biotechnology*. (C. C. Akoh And D. B. Min, Eds.). New York: Marcel Dekker.
- Reiter, R. J., Acuna-Castroviejo, D., DunXian, T., & Burkhardt, S. (2006). Free Radical-Mediated Molecular Damage. Mechanisms for the Protective Actions of Melatonin in the Central Nervous System. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 939(1), 200-215. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb03627.x>
- Reiter, R. J., Melchiorri, D., Sewerynek, E., Poeggeler, B., Barlow-Walden, L., Chuang, J., Ortiz, G. G., & Acuna-Castroviejo, D. A. (1995). Review of the evidence supporting melatonin's role as an antioxidant. *Journal of Pineal Research*, 18(1), 1-11. DOI: 10.1111/j.1600-079X.1995.tb00133.x
- Rhodes, P., Mitchell, J., Wilson, M., & Melton, L. (2006). Antilisterial activity of grape juice and grape extracts derived from *Vitis vinifera* variety Ribier. *International Journal of Food Microbiology*, 107(3), 281-286. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.022
- Sajjad, Y., Leonard, M., & Doyle, M. (2000). Antioxidant levels in the cord blood of term fetus. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 20(5), 468-471. DOI: 10.1080/014436100434613
- Saldamli, İ. (2007). *Gıda kimyası*. (3. Baskı). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Satué-Garcia, M. T., Heinonen, M., & Frankel, E. N. (1997). Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin liposome systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(9), 3362-3367. <https://doi.org/10.1021/jf970234a>
- Savran, A., Bağcı, Y., & Kargioğlu, M. (2002). Gemerek (Sivas) ve çevresindeki bazı bitkilerin yerel adları ve etnobotanik özellikleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 313-321. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akufemubid/issue/1607/20068> adresinden edinilmiştir.

- Schuster, B., & Herrmann, K. (1985). Hydroxybenzoic and Hydroxycinnamic Acid Derivatives in Soft Fruits. *Phytochemistry*, 24(11), 2761-2764. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)80722-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)80722-0)
- Shahidi, F., & Naczki, M. (1995). *Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications*. Lancaster (Pennsylvania): Technomic Publishing Company Inc.
- 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. DOI: 10.1016 / s0378-8741 (98) 00.122-6
- Sharifi, F., & Poorakbar, L. (2015). The survey of antioxidant properties of phenolic compounds in fresh and dry hybrid Barberry fruits (*Berberis integerrima*×*vulgaris*). *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36(3), 1609-1617. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/713897> adresinden edinilmiştir.
- Silva, F. A. M., Borges, F., Guimaraes, C., Lima, J. L. F. C., Matos, C., & Reis, S. (2000). Phenolic Acids and Derivatives; Studies on the Relationship among Structure, Radical Scavenging Activity and Physicochemical Parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2122-2126. DOI: 10,1021 / jf9913110
- Singh, R. P., Sharad, S., & Kapur, S. (2004). Free radicals and oxidative stress neurodegenerative diseases: relevance of dietary antioxidants. *Journal Indian Academy of Clinical Medicine*, 5(3), 218-225. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Shashwat_Sharad/publication/265407101
- Smatana, L., Kytka, J., & Kadarova, S. (1988). Results of Breeding and Growing Minor Fruit Species in czechoslovakia. *Acta Horticulturae*, 224, 83-87. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1988.224.9>
- Sroka, Z., & Cisowski, W. (2003). Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and antiradical activity of some phenolic acids. *Food and Chemical Toxicology*, 41(6), 753-758. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(02\)00329-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(02)00329-0)
- Stadtman, E. R. (1992). Protein oxidation and aging. *Science*, 257(5074), 1220-1224. DOI: 10.1126/science.1355616
- Stremitz, F. R., Lorenz, P., Tawara, J. N., Zenewicz, L. A., & Lewis, K. (2000). Synergy in medicinal plant: antimicrobial action of berberine potentiated by 5'-methoxyhydnocarpin, a multidrug pump inhibitor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(4), 1433-1437. DOI: 10.1073 / pnas.030540597
- Surh, Y. J., Hurh, Y. J., Kang, J. Y., Lee, E., Kong, G., & Lee, S. J. (1999). Resveratrol, an Antioxidant Present in Red Wine, Induces Apoptosis in Human Promyelocytic Leukemia (HL-60) Cells. *Cancer Letters*, 140(1-2), 1-10. DOI: 10.1016 / s0304-3835 (99) 00.039-7
- Surh, Y. J. (2002). Anti-tumor Promoting Potential of Selected Spice Ingredients With Antioxidative and Anti-inflammatory Activities: A short review. *Food and Chemical Toxicology*, 40(8), 1091-1097. DOI: 10.1016 / s0278-6915 (02) 00.037-6
- Tapiero, H., Tew, K. D., Ba, G. N., & Mathe, G. (2002). Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(4), 200-207. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12109813>

- Taşkıran, Ş. (2005). *4'-didodesil-3-hidroksiflavon temelli floresan problemlerin sentez tasarımları* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kururlu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 166200)
- The Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). (2000). *Official Methods of Analysis*. (17th Edition). Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- Topdaş, E. F. (2018). *Çaşırın (Ferula orientalis L.) esansiyel yağı ile farklı ekstraktlarının antioksidan, antimikrobiyal ve in vitro nöroprotektif aktivitelerinin araştırılması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 512042)
- Toroğlu, S., & Çenet M. (2006). Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-20. <https://docplayer.biz.tr/351001-Tedavi-amacli-kullanilan-bazi-bitkilerin-kullanim-alanlari-ve-antimikrobiyal-aktivitelerinin-belirlenmesi-icin-kullanilan-metodlar.html> adresinden edinilmiştir.
- Tosun, M., Ercisli, S., Karlıdağ, H., & Şengül, M. (2009). Characterization of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes for their physicochemical properties. *Journal of Food Science*, 74(7), 575-579. DOI: 10.1111 / j.1750-3841.2009.01297.x
- Tütem, E., & Apak, R. (1991). Simultaneous spectrophotometric determination of cystine and cysteine in amino acid mixtures using copper (II)-neocuproine reagent. *Analytica Chimica Acta*, 255(1), 121-125. [https://doi.org/10.1016/0003-2670\(91\)85096-B](https://doi.org/10.1016/0003-2670(91)85096-B)
- Upadhyay, R., & Rao, L. J. M. (2013). An outlook on chlorogenic acids: Occurrence, chemistry, technology, and biological activities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(9), 968-984. DOI: 10,1080 / 10408398.2011.576319
- Urquiaga, I., & Leighton, F. (2000). Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research*, 33(2), 55-64. DOI: 10,4067 / s0716-97602000000200004
- Uysal, M. (1998). Serbest radikaller, lipid peroksitleri ve organizmada prooksidan antioksidan dengeyi etkileyen koşullar. *Klinik Gelişim*, 11(1-2), 336-341.
- Üçer, M. (2011). *Bitkilerle tedavi sempozyumu (Sivas yöresinde yerel bitkilerden yapılan ilaçlar)*. İstanbul: Merkezefendi Geleneksel Tıp Derneği.
- Ünlütürk, A., & Turantas, F. (1998). *Gıda mikrobiyolojisi*. (1. Baskı). İzmir: Mengi Tan Basımevi.
- Ünlütürk, A., & Turantaş, F. (Derl.) (2015). *Gıda mikrobiyolojisi* (4. Baskı). İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84. DOI: 10.1016 / j.biocel.2006.07.001
- Wang, S. Y., & Lin, H. S. (2000). Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 140-146. DOI: 10.1021/jf9908345
- Vinson, J. A. (2006). Oxidative stress in cataracts. *Pathophysiology*, 13(3), 151-162. DOI: 10.1016 / j.pathophys.2006.05.006

- Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi J., Tomas Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004). Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59(3), 113–122. DOI: 10.1007 / s11130-004-0049-7
- Yavaşer, R. (2011). *Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 300122)
- Yazıcı, C., & Köse, K. (2004). Melatonin: Karanlığın Antioksidan Gücü. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2), 56-65. http://sagens.erciyes.edu.tr/dergi/2004_2/Cevat%20derleme.pdf adresinden edinilmiştir.
- Yıldız, H., & Baysal, T. (2003). Bitkisel Fenoliklerin Kullanım Olanakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mühendisliği Dergisi*, 29-35. http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/1f1f19176d38348_ek.pdf adresinden edinilmiştir.
- Yıldız, H., Ercişli, S., Şengül, M., Topbaş, E. F., Beyhan, Ö., Çakır, Ö., Narmanlıoğlu, H. N., & Orhan, E. (2014). Some Physicochemical Characteristics, Bioactive Content and Antioxidant Characteristics of Non Sprayed Barberry (*Berberis vulgaris* L.) Fruits from Turkey. *Erwerbs Obstbau*, 56(4), 123-129. DOI 10.1007/s10341-014-0216-4
- Young, I. S., & Woodside, J. V. (2001). Antioxidants in Health and Disease. *Journal of Clinical pathology*, 54(3), 176-186. Retrieved from <https://jcp.bmj.com/content/jclinpath/54/3/176.full.pdf>
- Yücel, E., Yalıtık, F., & Öztürk, M. (1995). *Süs bitkileri*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.

Ekler

Ek-1. Kızamık ve Karamuk Meyvelerinin Bazı Fiziksel, Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçlarına ait Korelasyon Değerleri

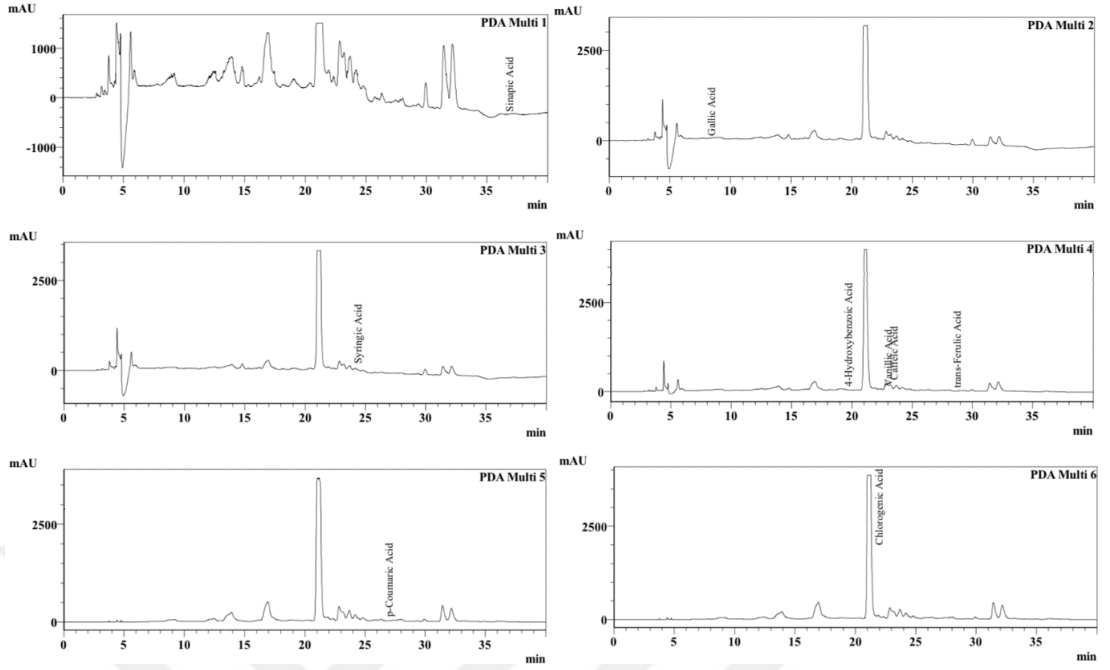
| | | Korelasyon | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|------------|-----------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------------|--------|
| | | T_fenolik | B_Karoten | DPPH* | ABTS*+ | CUPRAC | KM | SCKM | Kül | Su_aktivitesi | pH |
| T_fenolik | Pearson Correlation | 1 | .577** | .475** | -.523** | .686** | .529* | 0.390 | .600** | -.569** | .434* |
| | Sig. (2-tailed) | | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.073 | 0.003 | 0.001 | 0.044 |
| | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| B_Karoten | Pearson Correlation | .577** | 1 | 0.258 | -.625** | .453** | 0.300 | 0.352 | .477* | -0.272 | 0.117 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | | 0.091 | 0.000 | 0.002 | 0.175 | 0.108 | 0.025 | 0.126 | 0.604 |
| | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| DPPH* | Pearson Correlation | .475** | 0.258 | 1 | -0.235 | .705** | 0.335 | 0.239 | .485* | -0.287 | 0.304 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.001 | 0.091 | | 0.125 | 0.000 | 0.128 | 0.285 | 0.022 | 0.105 | 0.170 |
| | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| ABTS*+ | Pearson Correlation | -.523** | -.625** | -0.235 | 1 | -.559** | -.622** | -.459* | -.514* | .560** | -0.371 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | 0.000 | 0.125 | | 0.000 | 0.002 | 0.032 | 0.014 | 0.001 | 0.089 |
| | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| CUPRAC | Pearson Correlation | .686** | .453** | .705** | -.559** | 1 | .520* | 0.369 | 0.411 | -.557** | 0.250 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | | 0.013 | 0.091 | 0.058 | 0.001 | 0.262 |
| | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| KM | Pearson Correlation | .529* | 0.300 | 0.335 | -.622** | .520* | 1 | .825** | .763** | -.868** | .785** |
| | Sig. (2-tailed) | 0.011 | 0.175 | 0.128 | 0.002 | 0.013 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| SCKM | Pearson Correlation | 0.390 | 0.352 | 0.239 | -.459* | 0.369 | .825** | 1 | .693** | -.719** | .592** |
| | Sig. (2-tailed) | 0.073 | 0.108 | 0.285 | 0.032 | 0.091 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Kül | Pearson Correlation | .600** | .477* | .485* | -.514* | 0.411 | .763** | .693** | 1 | -.688** | .709** |
| | Sig. (2-tailed) | 0.003 | 0.025 | 0.022 | 0.014 | 0.058 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Su_aktivitesi | Pearson Correlation | -.569** | -0.272 | -0.287 | .560** | -.557** | -.868** | -.719** | -.688** | 1 | -.680** |
| | Sig. (2-tailed) | 0.001 | 0.126 | 0.105 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 |
| | N | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 22 | 22 | 22 | 33 | 22 |
| pH | Pearson Correlation | .434* | 0.117 | 0.304 | -0.371 | 0.250 | .785** | .592** | .709** | -.680** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.044 | 0.604 | 0.170 | 0.089 | 0.262 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |

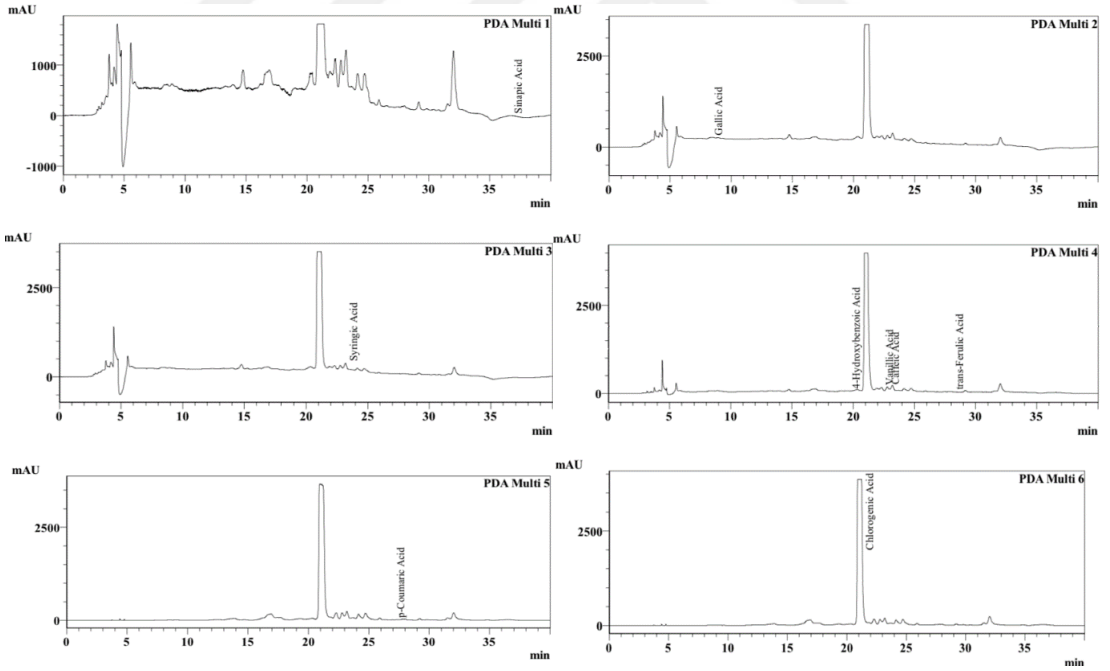
** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

* . Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir.

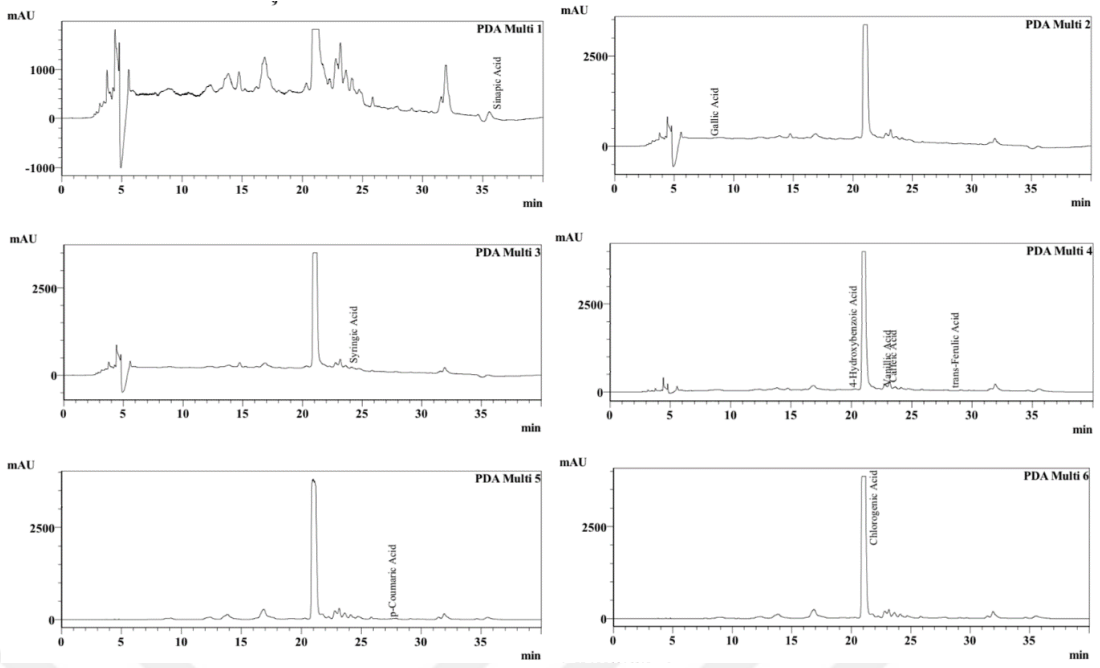
Ek-2. HPLC Analizi Sonucu Elde Edilen Kromatogramlar (Dalga boyları sırasıyla; 215 nm, 232 nm, 233 nm, 245 nm, 330 nm, 340 nm)



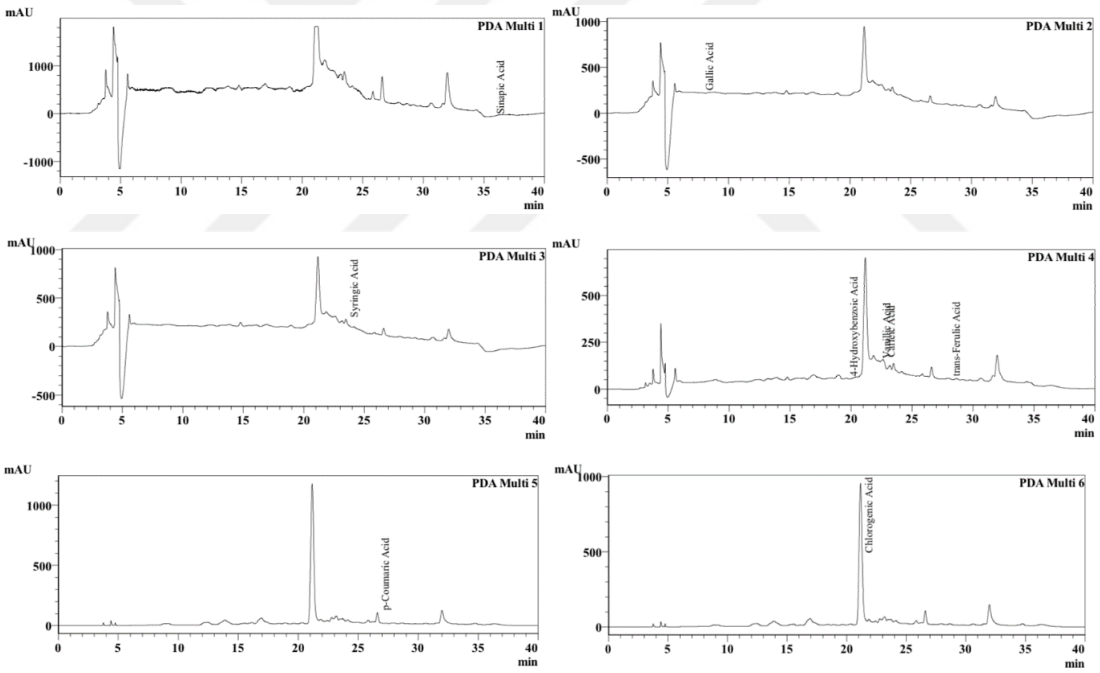
Şekil 1. BvA1 numaralı örneğin kromatogramları.



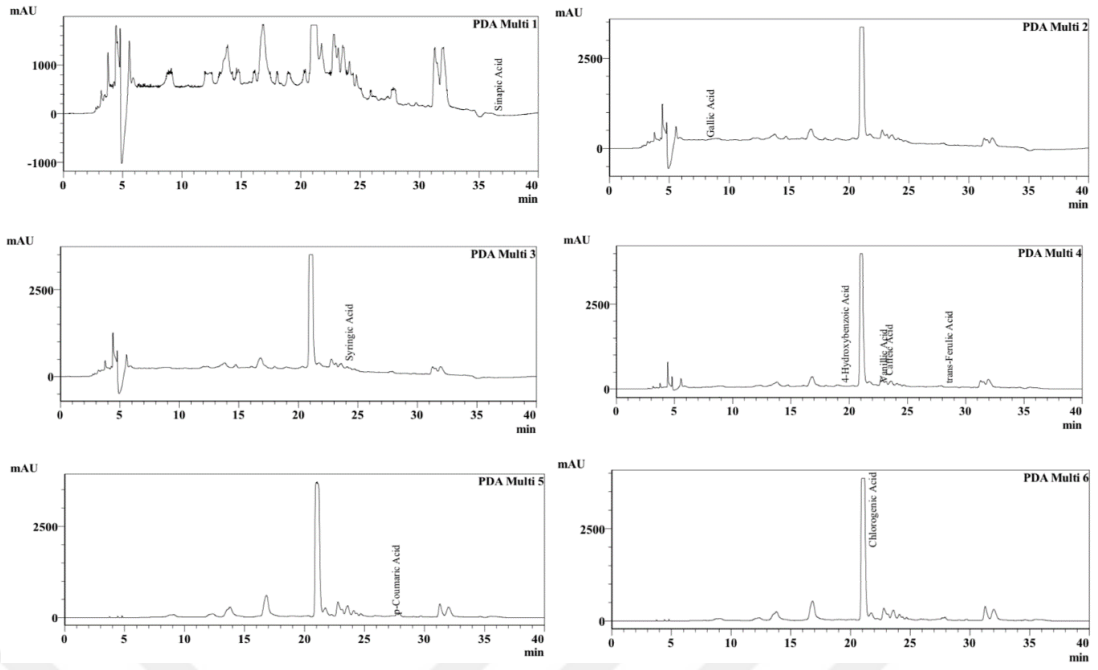
Şekil 2. BvA2 numaralı örneğin kromatogramları.



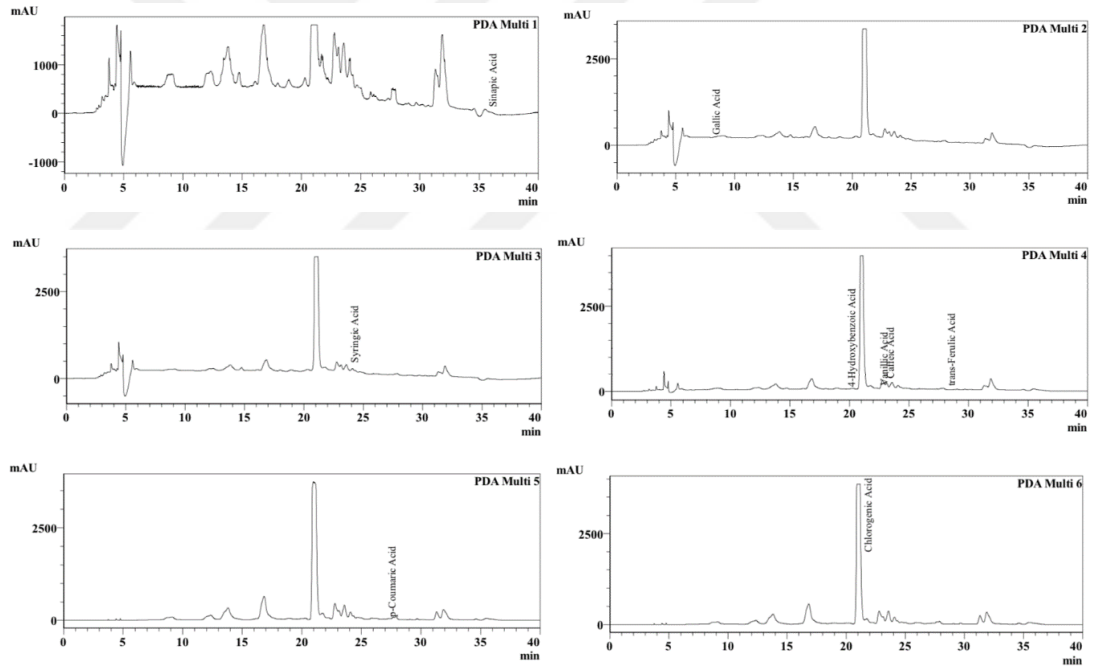
Şekil 3. BvA3 numaralı örneğin kromatogramları.



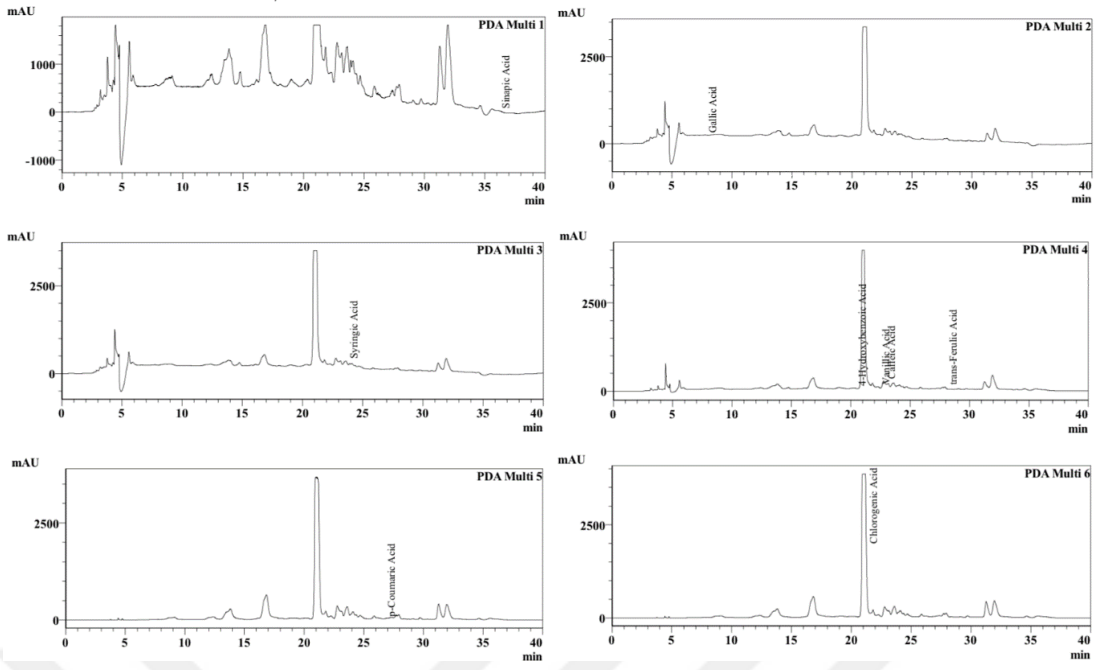
Şekil 4. BvA4 numaralı örneğin kromatogramları.



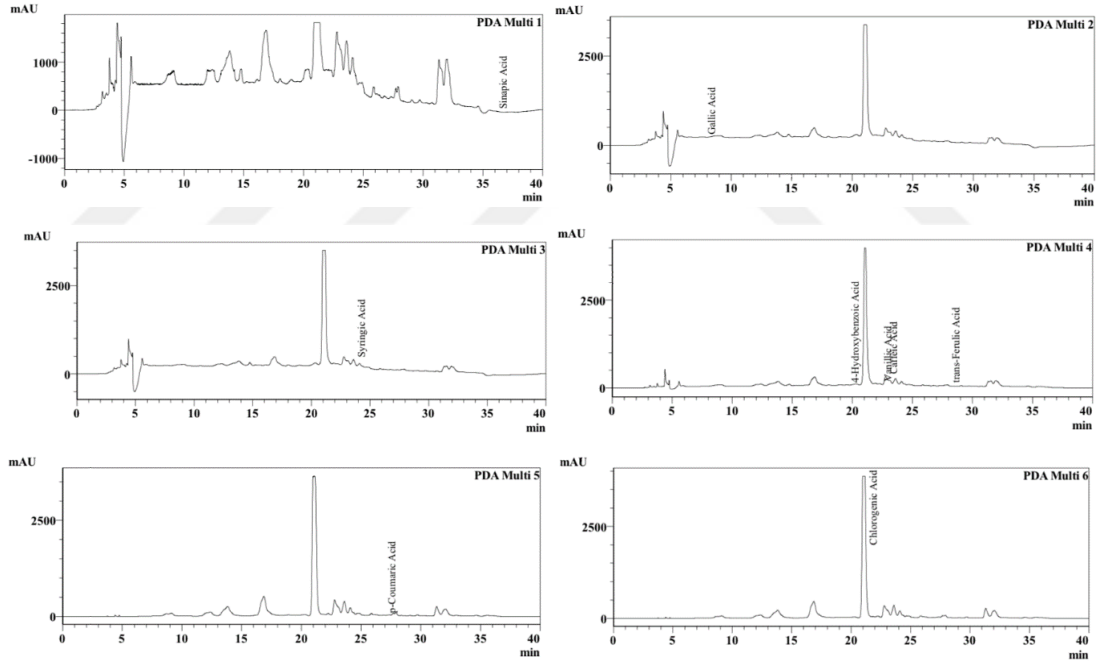
Şekil 5. BvA5 numaralı örneğin kromatogramları.



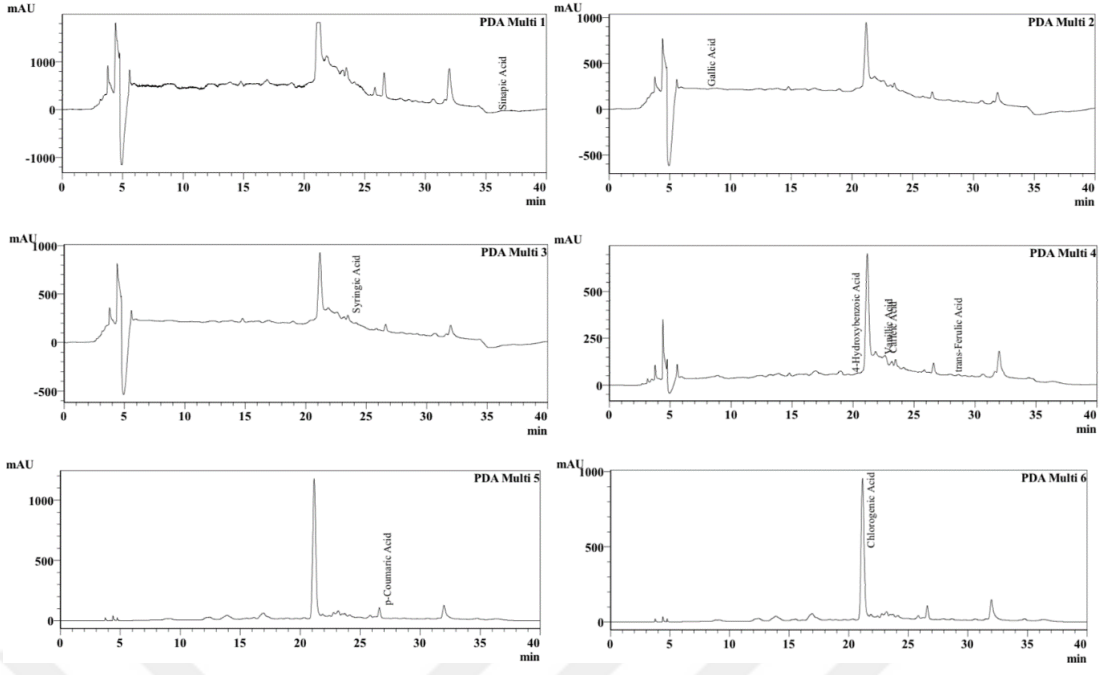
Şekil 6. BvA6 numaralı örneğin kromatogramları.



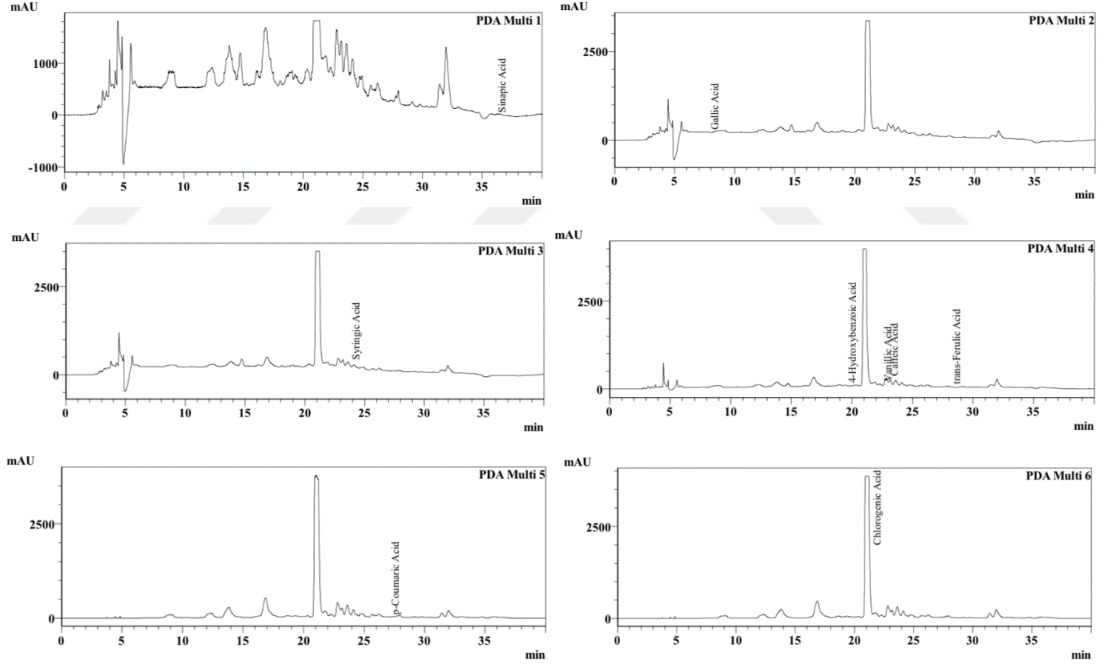
Şekil 7. BvA7 numaralı örneğin kromatogramları.



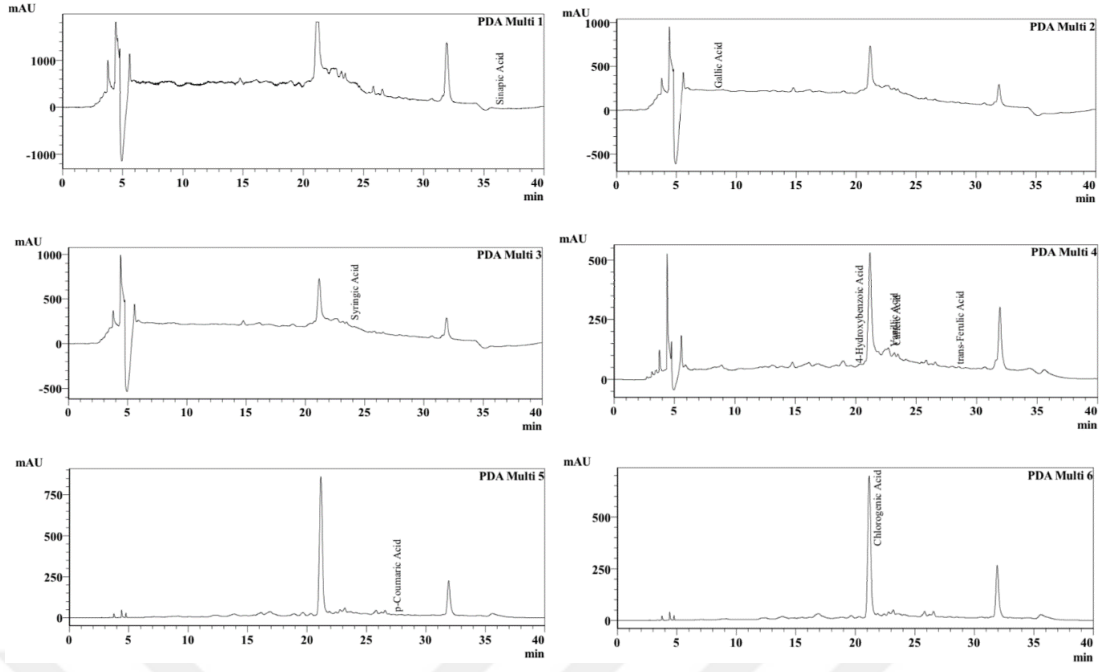
Şekil 8. BvA8 numaralı örneğin kromatogramları.



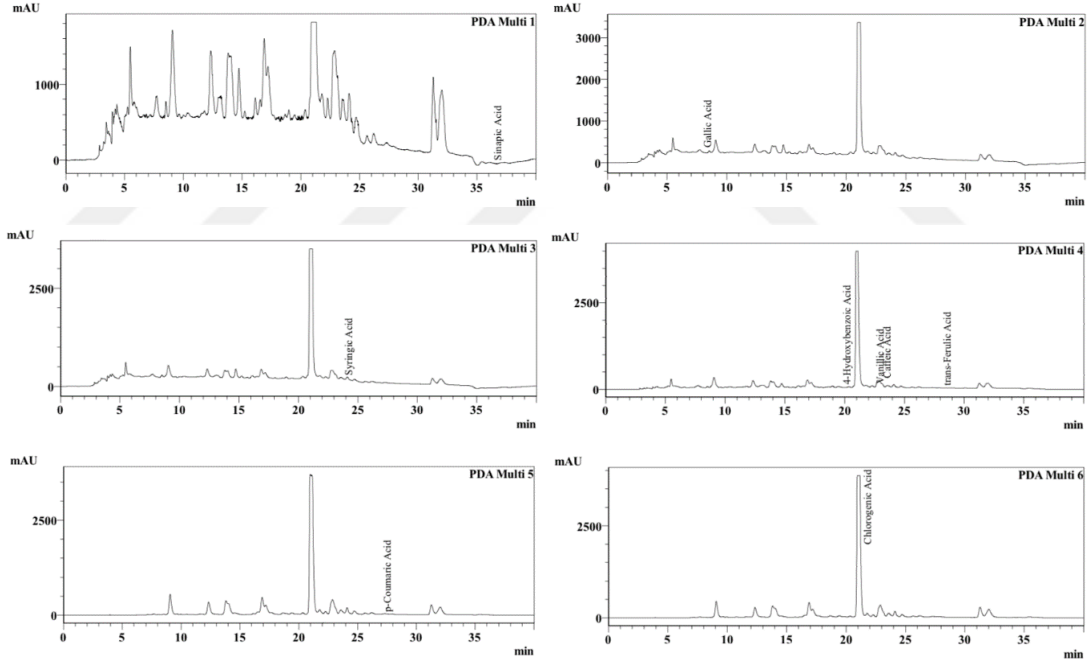
Şekil 9. BcA9 numaralı örneğin kromatogramları.



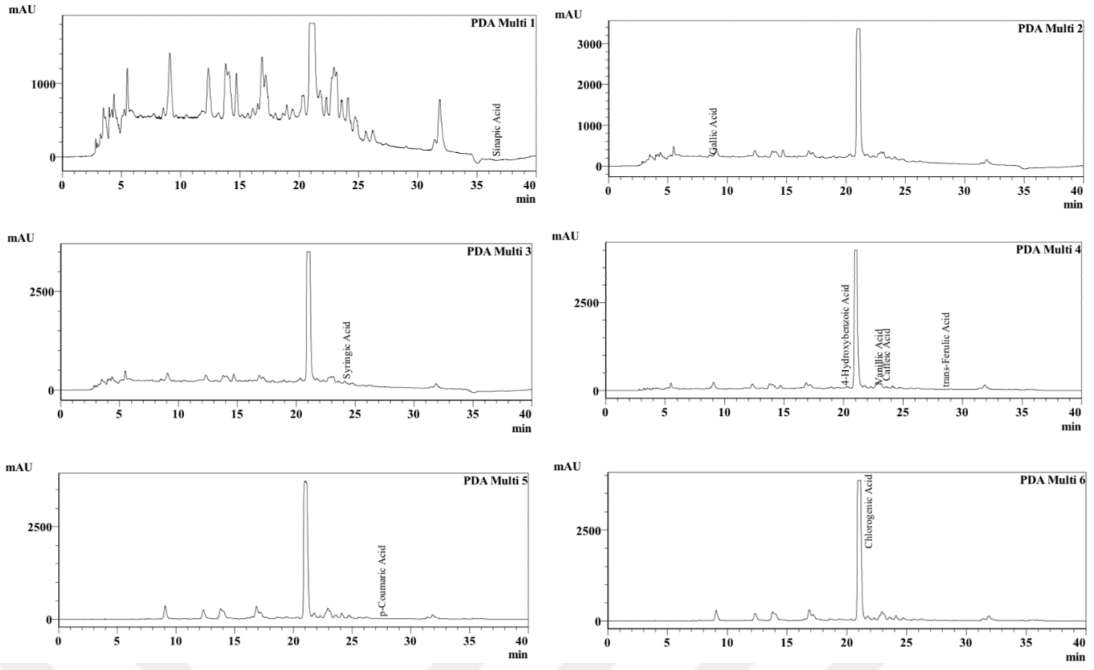
Şekil 10. BcA10 numaralı örneğin kromatogramları.



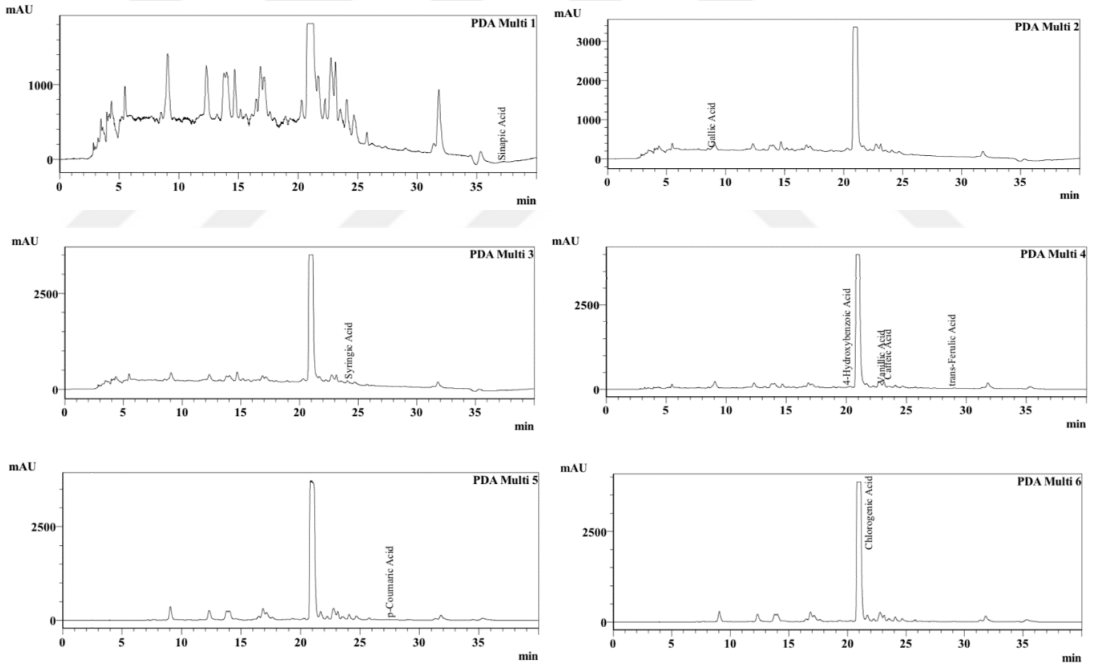
Şekil 11. BcA11 numaralı örneğin kromatogramları.



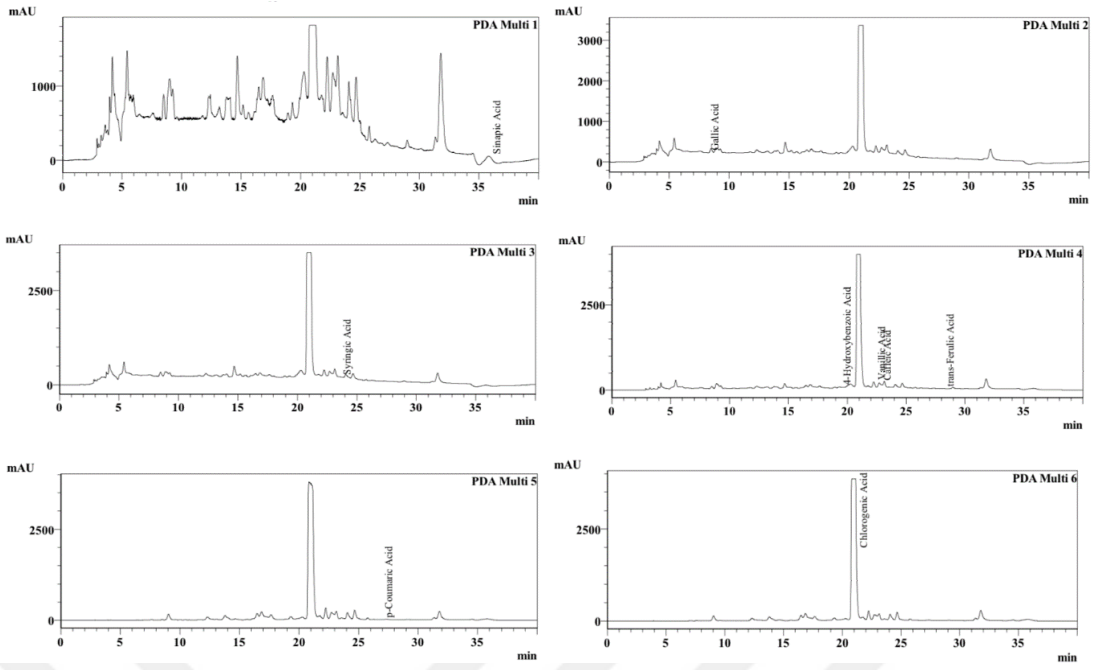
Şekil 12. BvS12 numaralı örneğin kromatogramları.



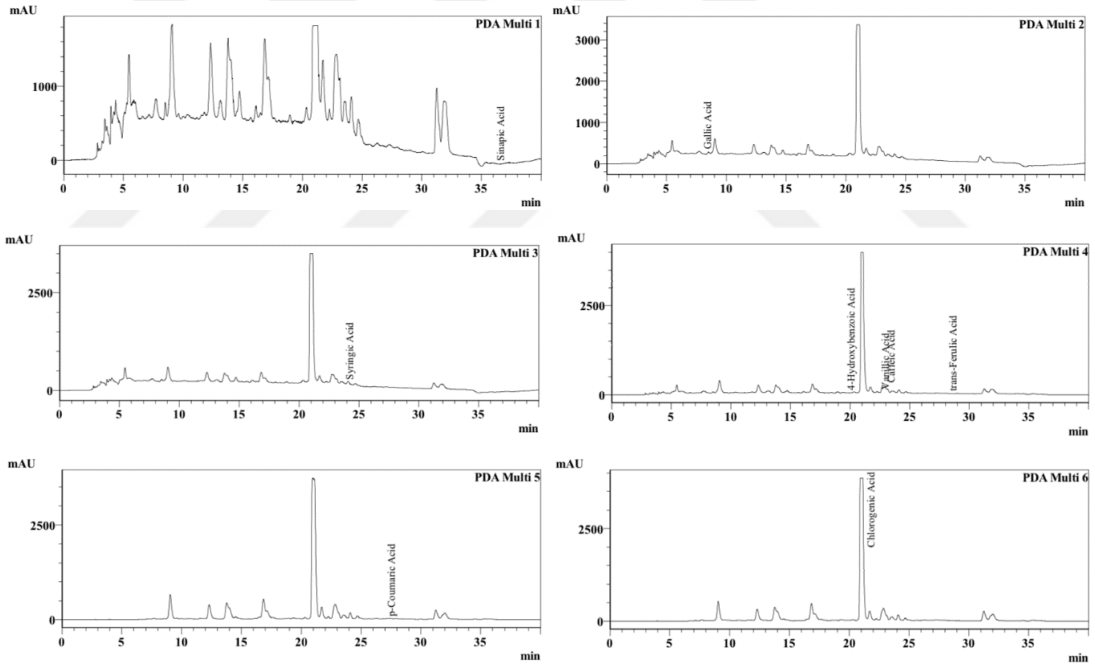
Şekil 13. BvS13 numaralı örneğin kromatogramları.



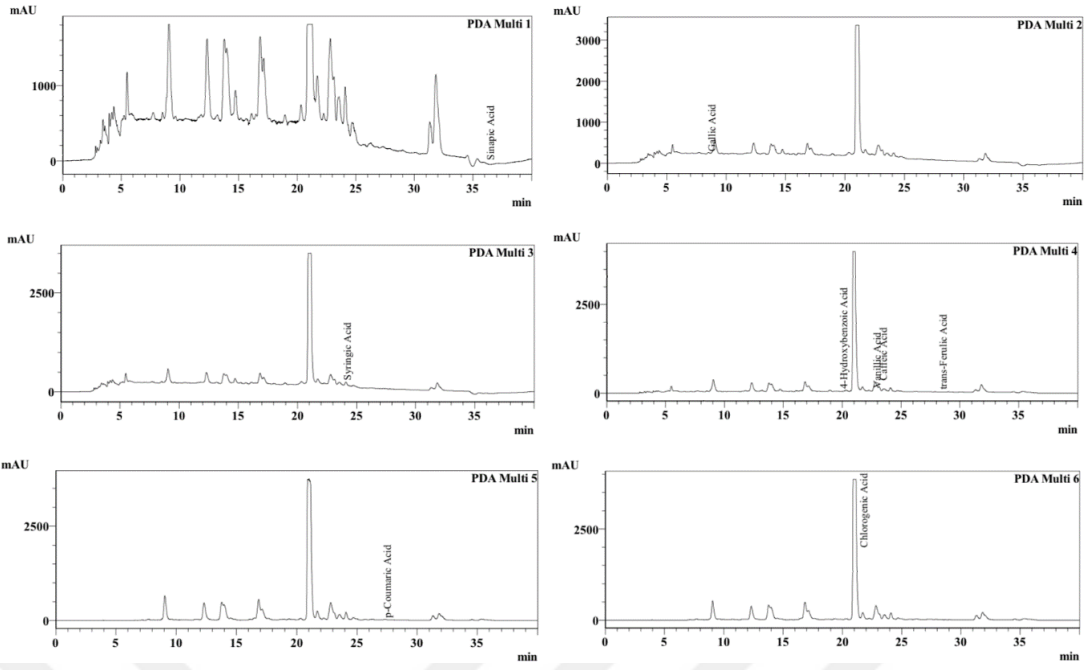
Şekil 14. BvS14 numaralı örneğin kromatogramları.



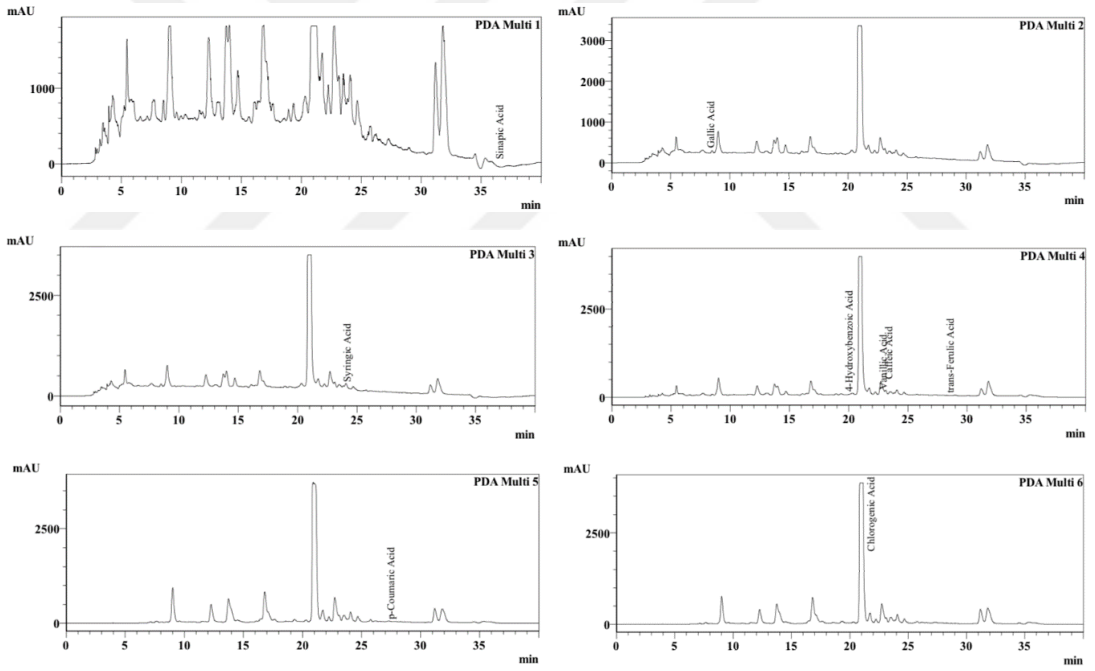
Şekil 15. BvS15 numaralı örneğin kromatogramları.



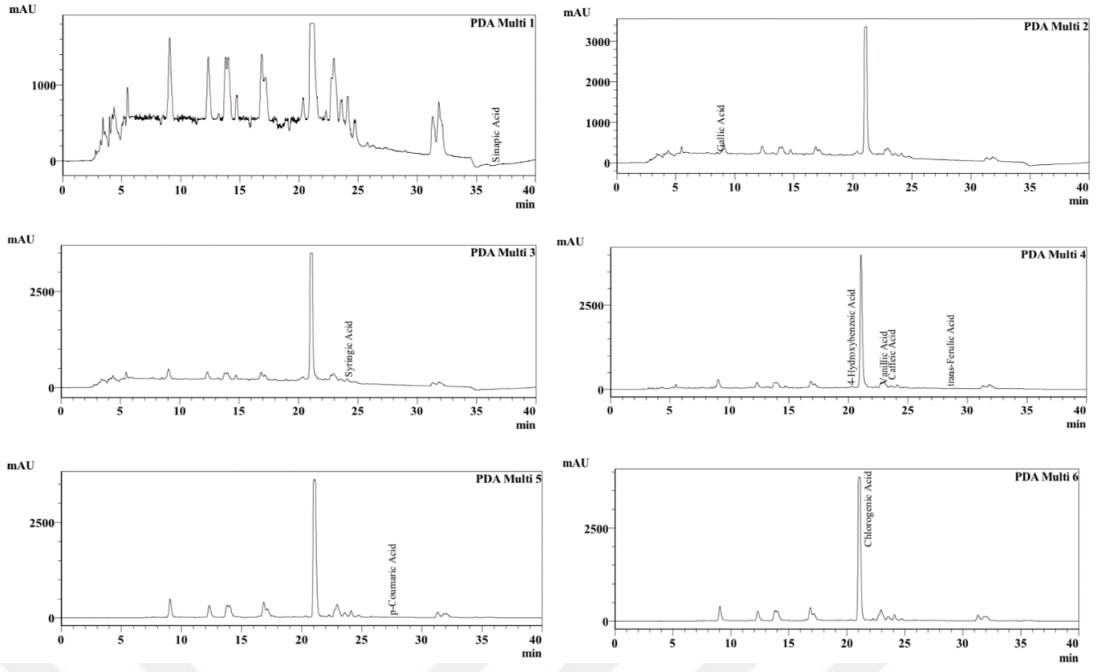
Şekil 16. BvS16 numaralı örneğin kromatogramları.



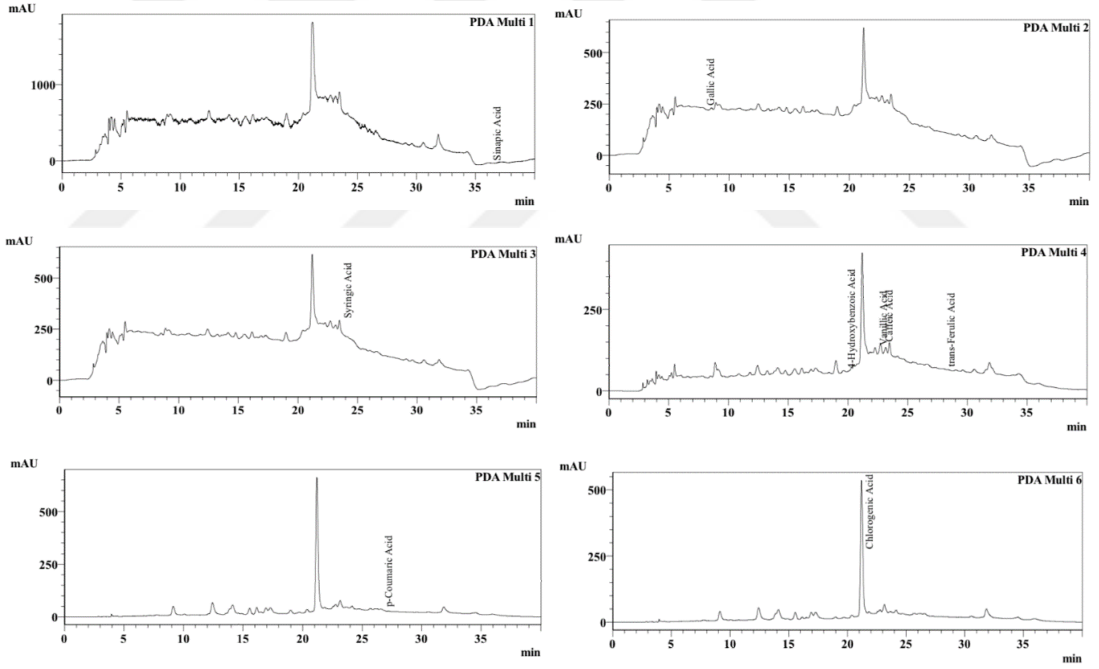
Şekil 17. BvS17 numaralı örneğin kromatogramları.



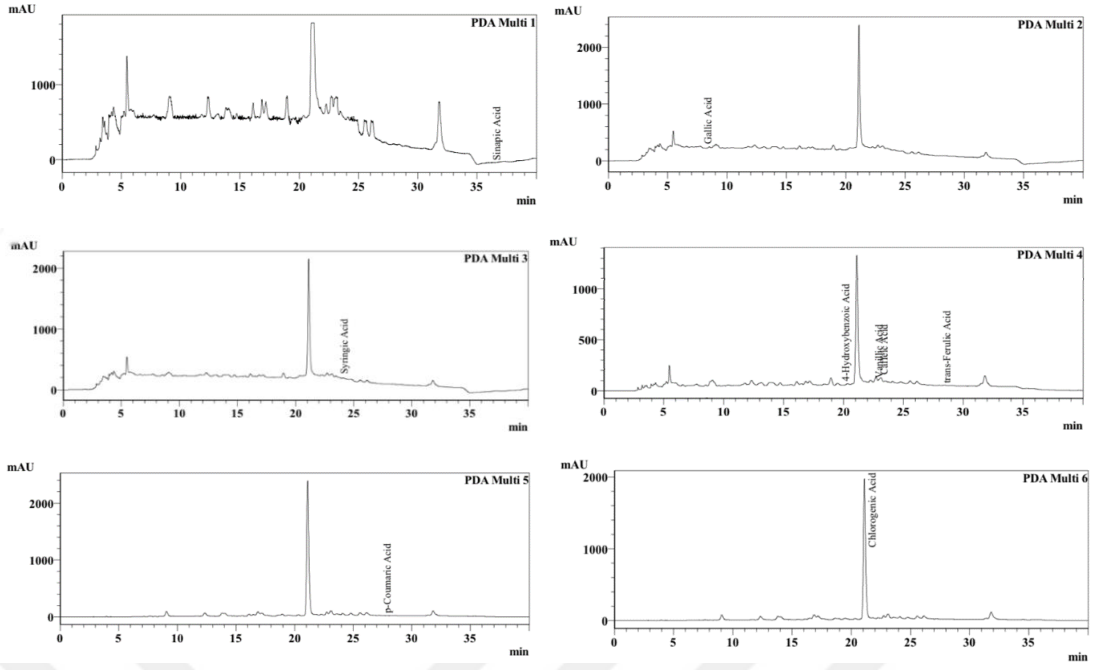
Şekil 18. BvS18 numaralı örneğin kromatogramları.



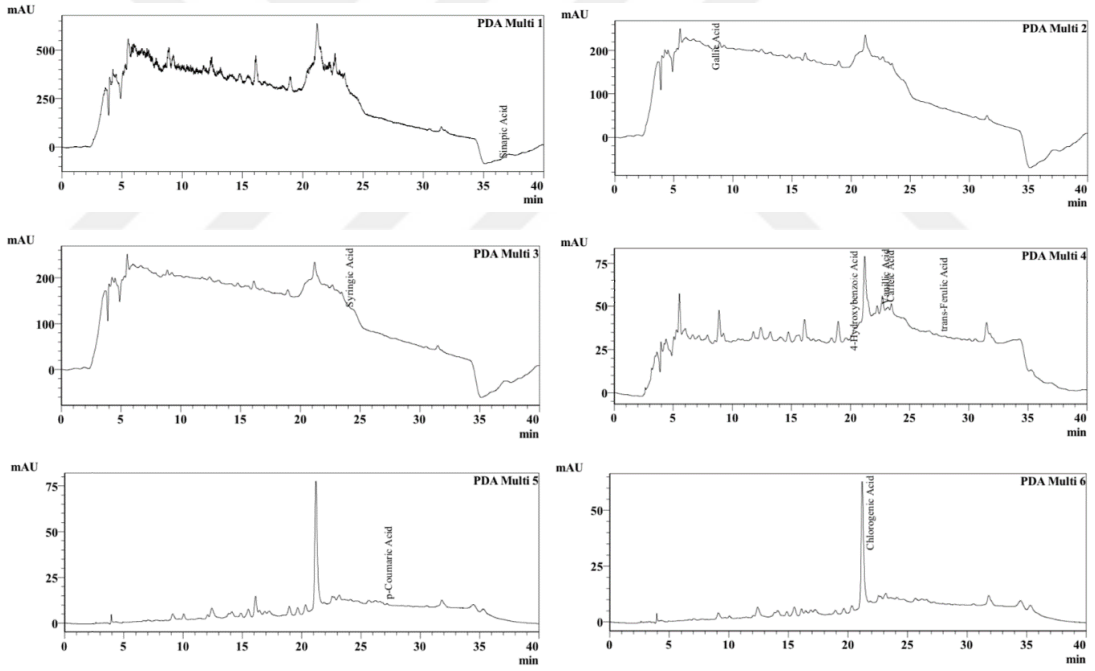
Şekil 19. BvS19 numaralı örneğin kromatogramları.



Şekil 20. BcS20 numaralı örneğin kromatogramları.



Şekil 21. BcS21 numaralı örneğin kromatogramları.



Şekil 22. BcS22 numaralı örneğin kromatogramları.

Ek-3. HPLC Kromatogramı Sonuç Tabloları

Tablo 1. BvA1 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alınma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.771 | 22880711 | 800631 | 330.407 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.065 | 7891823 | 126755 | - |
| Klorojenik asit | 21.270 | 116240183 | 3867746 | 1990.482 |
| Vanillik asit | 22.349 | 205582 | 17261 | 3.599 |
| Kafeik asit | 22.832 | 3535341 | 215979 | 79.235 |
| Sringik asit | 23.691 | 15849126 | 544063 | 450.493 |
| p-Kumarik asit | 26.315 | 2186489 | 76943 | - |
| trans-Ferulik asit | 28.046 | 394089 | 27859 | - |
| Sinapik asit | 36.171 | 1559709 | 44181 | 187.628 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 2. BvA2 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alınma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.298 | 18475212 | 771350 | 270.764 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.526 | 855587 | 29160 | - |
| Klorojenik asit | 21.227 | 125731592 | 3865804 | 2147.935 |
| Vanillik asit | 22.302 | 2264746 | 124843 | 39.599 |
| Kafeik asit | 22.773 | 2347086 | 140933 | 62.666 |
| Sringik asit | 23.193 | 27762811 | 614537 | 867.850 |
| p-Kumarik asit | 26.964 | 59307 | 4521 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.990 | 227784 | 13469 | - |
| Sinapik asit | 36.653 | 2592821 | 50443 | 221.869 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 3. BvA3 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alınma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.715 | 20766377 | 741049 | 301.783 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.457 | 781423 | 24929 | - |
| Klorojenik asit | 21.195 | 105988953 | 3865568 | 1820.423 |
| Vanillik asit | 22.271 | 188963 | 17246 | 3.308 |
| Kafeik asit | 22.768 | 2246191 | 133430 | 61.259 |
| Sringik asit | 23.616 | 15257351 | 500561 | 429.763 |
| p-Kumarik asit | 26.880 | 79918 | 5575 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.897 | 251436 | 16782 | - |
| Sinapik asit | 35.526 | 519755 | 35184 | 153.159 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 4. BvA4 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.665 | 22852898 | 736601 | 330.031 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.338 | 4307181 | 116908 | - |
| Klorojenik asit | 21.205 | 101534280 | 3855160 | 1746.525 |
| Vanillik asit | 22.300 | 3164301 | 153514 | 55.326 |
| Kafeik asit | 22.798 | 6867684 | 321134 | 125.701 |
| Sringik asit | 23.621 | 17228926 | 588993 | 498.830 |
| p-Kumarik asit | 26.903 | 626106 | 39432 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.960 | 3340138 | 87029 | 37.616 |
| Sinapik asit | 35.993 | 54715 | 29233 | 137.746 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 5. BvA5 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.733 | 11311225 | 427353 | 173.777 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 18.984 | 7898423 | 134833 | - |
| Klorojenik asit | 21.173 | 93854744 | 3865422 | 1619.128 |
| Vanillik asit | 22.255 | 3019165 | 140211 | 52.789 |
| Kafeik asit | 22.765 | 7516550 | 351730 | 134.749 |
| Sringik asit | 23.589 | 18957852 | 600389 | 559.397 |
| p-Kumarik asit | 26.915 | 881395 | 40609 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.903 | 2498216 | 107381 | 26.400 |
| Sinapik asit | 35.978 | 405113 | 13653 | 149.360 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 6. BvA6 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.738 | 20610321 | 770349 | 299.670 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.477 | 1753169 | 90102 | - |
| Klorojenik asit | 21.173 | 100147631 | 3865378 | 1723.521 |
| Vanillik asit | 22.230 | 2263918 | 113616 | 39.585 |
| Kafeik asit | 22.760 | 7160238 | 336913 | 129.781 |
| Sringik asit | 23.570 | 18435028 | 628259 | 541.082 |
| p-Kumarik asit | 26.881 | 672511 | 37054 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.879 | 3436064 | 101627 | 38.894 |
| Sinapik asit | 35.483 | 91883 | 5631 | 138.978 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 7. BvA7 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.730 | 21261220 | 468702 | 308.482 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 20.283 | 4878356 | 103232 | - |
| Klorojenik asit | 21.173 | 97416422 | 3865437 | 1678.213 |
| Vanillik asit | 22.274 | 266115 | 22401 | 4.657 |
| Kafeik asit | 22.760 | 3531150 | 200312 | 79.176 |
| Sringik asit | 23.585 | 2707859 | 143054 | - |
| p-Kumarik asit | 26.638 | 424548 | 41713 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.918 | 752264 | 57589 | 3.140 |
| Sinapik asit | 36.054 | 304483 | 6569 | 146.024 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 8. BvA8 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.710 | 35928408 | 771616 | 507.050 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.539 | 2962292 | 105722 | - |
| Klorojenik asit | 21.163 | 103146276 | 3865438 | 1773.266 |
| Vanillik asit | 22.257 | 235569 | 18525 | 4.123 |
| Kafeik asit | 22.768 | 4356459 | 232541 | 90.684 |
| Sringik asit | 23.587 | 18676608 | 635222 | 549.545 |
| p-Kumarik asit | 26.900 | 779899 | 37972 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.912 | 492975 | 37112 | - |
| Sinapik asit | 36.014 | 48480 | 2517 | 137.539 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 9. BcA9 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.744 | 19587768 | 788040 | 285.826 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.582 | 526054 | 17248 | - |
| Klorojenik asit | 21.161 | 24348323 | 953125 | 466.083 |
| Vanillik asit | 22.221 | 1321561 | 110656 | 23.110 |
| Kafeik asit | 22.619 | 3363956 | 116566 | 76.845 |
| Sringik asit | 23.474 | 18362988 | 528850 | 538.558 |
| p-Kumarik asit | 26.599 | 1127232 | 87375 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.956 | 533905 | 14411 | 0.232 |
| Sinapik asit | 35.709 | 17240 | 2120 | 136.504 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 10. BcA10 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.730 | 18847495 | 779750 | 275.804 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.532 | 2413302 | 91692 | - |
| Klorojenik asit | 21.135 | 48654251 | 2048476 | 869.295 |
| Vanillik asit | 22.412 | 3931662 | 147270 | 68.742 |
| Kafeik asit | 22.751 | 3416481 | 163249 | 77.577 |
| Sringik asit | 23.494 | 16482074 | 489424 | 472.667 |
| p-Kumarik asit | 26.880 | 62169 | 5905 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.949 | 2775199 | 67205 | 30.090 |
| Sinapik asit | 35.690 | 191745 | 11760 | 142.288 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 11. BcA11 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.790 | 14603450 | 787902 | 218.348 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.587 | 1900505 | 59855 | - |
| Klorojenik asit | 21.161 | 23176771 | 698016 | 446.648 |
| Vanillik asit | 22.463 | 2976763 | 119216 | 52.048 |
| Kafeik asit | 22.679 | 2724889 | 123748 | 67.934 |
| Sringik asit | 23.468 | 18684448 | 489154 | 549.820 |
| p-Kumarik asit | 26.891 | 63868 | 5169 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.956 | 1105114 | 32165 | 7.841 |
| Sinapik asit | 35.659 | 375259 | 19604 | 148.370 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 12. BvS12 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.726 | 16864772 | 322366 | 248.962 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.479 | 1989773 | 56568 | - |
| Klorojenik asit | 21.152 | 84103683 | 3854703 | 1457.368 |
| Vanillik asit | 22.282 | 429795 | 37639 | 7.519 |
| Kafeik asit | 22.849 | 3809089 | 203179 | 83.052 |
| Sringik asit | 23.563 | 7785114 | 264374 | 167.997 |
| p-Kumarik asit | 26.859 | 527950 | 33960 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.902 | 127848 | 6321 | - |
| Sinapik asit | 36.058 | 362153 | 13956 | 147.936 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 13. BvS13 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.132 | 3691025 | 242291 | 70.612 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.459 | 2156514 | 70030 | - |
| Klorojenik asit | 21.141 | 88319363 | 3864727 | 1527.302 |
| Vanillik asit | 22.283 | 437249 | 39217 | 7.649 |
| Kafeik asit | 22.925 | 1997096 | 141438 | 57.785 |
| Sringik asit | 23.570 | 7593264 | 263352 | 161.276 |
| p-Kumarik asit | 26.827 | 419896 | 26236 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.861 | 8314 | 787 | - |
| Sinapik asit | 35.975 | 76102 | 10417 | 138.455 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 14. BvS14 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.114 | 4155977 | 244420 | 76.907 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.358 | 2375302 | 66268 | - |
| Klorojenik asit | 21.131 | 107092681 | 3864362 | 1838.733 |
| Vanillik asit | 22.243 | 439473 | 39504 | 7.688 |
| Kafeik asit | 22.739 | 3129451 | 173677 | 73.575 |
| Sringik asit | 23.524 | 7546629 | 251516 | 159.643 |
| p-Kumarik asit | 26.806 | 396010 | 20049 | - |
| trans-Ferulik asit | 28.087 | 19563 | 1453 | - |
| Sinapik asit | 36.391 | 5878 | 1500 | 136.127 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 15. BvS15 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.110 | 3775107 | 247754 | 71.751 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.323 | 2103494 | 75293 | - |
| Klorojenik asit | 21.131 | 113133351 | 3864662 | 1938.942 |
| Vanillik asit | 22.237 | 3483972 | 217767 | 60.915 |
| Kafeik asit | 22.704 | 3869275 | 188662 | 83.891 |
| Sringik asit | 23.478 | 6796862 | 255523 | 133.377 |
| p-Kumarik asit | 26.826 | 25857 | 2714 | - |
| trans-Ferulik asit | 28.064 | 479974 | 15971 | - |
| Sinapik asit | 35.811 | 2172425 | 71573 | 207.935 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 16. BvS16 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.732 | 16402652 | 316316 | 242.706 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.395 | 1990526 | 48671 | - |
| Klorojenik asit | 21.131 | 84212424 | 3864804 | 1459.171 |
| Vanillik asit | 22.260 | 1351898 | 71533 | 23.640 |
| Kafeik asit | 22.748 | 6139732 | 249337 | 115.551 |
| Sringik asit | 23.531 | 8142834 | 268724 | 180.529 |
| p-Kumarik asit | 26.853 | 453080 | 29540 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.931 | 527431 | 19384 | 0.145 |
| Sinapik asit | 35.918 | 199561 | 10723 | 142.547 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 17. BvS17 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.105 | 3731133 | 246493 | 71.155 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.425 | 2390449 | 61277 | - |
| Klorojenik asit | 21.141 | 87327370 | 3864428 | 1510.845 |
| Vanillik asit | 22.260 | 1607799 | 81182 | 28.114 |
| Kafeik asit | 22.807 | 6558600 | 298466 | 121.391 |
| Sringik asit | 23.534 | 8396509 | 280005 | 189.415 |
| p-Kumarik asit | 26.844 | 453364 | 25877 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.875 | 1183204 | 37505 | 8.881 |
| Sinapik asit | 35.805 | 223650 | 6417 | 143.345 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 18. BvS18 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Altkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.691 | 16020407 | 323592 | 237.531 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.358 | 3079936 | 98243 | - |
| Klorojenik asit | 21.120 | 98299032 | 3864477 | 1692.855 |
| Vanillik asit | 22.245 | 2763852 | 150220 | 48.325 |
| Kafeik asit | 22.720 | 8769862 | 449885 | 152.225 |
| Sringik asit | 23.498 | 7796682 | 317074 | 168.403 |
| p-Kumarik asit | 26.824 | 530666 | 42351 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.872 | 1493991 | 56444 | 13.022 |
| Sinapik asit | 35.847 | 312574 | 17435 | 146.292 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 19. BvS19 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 8.115 | 4139540 | 243641 | 76.685 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.515 | 1344741 | 42269 | - |
| Klorojenik asit | 21.131 | 78091172 | 3866121 | 1357.626 |
| Vanillik asit | 22.272 | 345746 | 30114 | 6.049 |
| Kafeik asit | 22.936 | 3495475 | 175072 | 78.679 |
| Sringik asit | 23.557 | 8044890 | 268701 | 177.098 |
| p-Kumarik asit | 26.861 | 102119 | 6834 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.869 | 49083 | 2458 | - |
| Sinapik asit | 35.948 | 111377 | 11466 | 139.624 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 20. BcS20 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.765 | 8738052 | 245110 | 138.940 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.637 | 1931974 | 61596 | - |
| Klorojenik asit | 21.190 | 9861695 | 528263 | 225.764 |
| Vanillik asit | 22.271 | 2655385 | 131772 | 46.429 |
| Kafeik asit | 22.721 | 3623665 | 143543 | 80.466 |
| Sringik asit | 23.473 | 12323274 | 323374 | 326.977 |
| p-Kumarik asit | 26.556 | 327669 | 13143 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.979 | 1978242 | 65572 | 19.473 |
| Sinapik asit | 36.157 | 364735 | 13674 | 148.021 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 21. BcS21 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alıkonma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|------------------------|-----------------|----------|-----------|-------------|
| Gallik Asit | 7.723 | 13286103 | 270171 | 200.513 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.500 | 2523296 | 72675 | - |
| Klorojenik asit | 21.104 | 42489971 | 1976707 | 767.036 |
| Vanillik asit | 22.262 | 228933 | 20961 | 4.007 |
| Kafeik asit | 22.710 | 2734858 | 134760 | 68.073 |
| Sringik asit | 23.458 | 8830461 | 258748 | 204.618 |
| p-Kumarik asit | 27.205 | 81058 | 4530 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.979 | 1618642 | 52220 | 14.682 |
| Sinapik asit | 35.994 | 52651 | 6732 | 137.678 |

- ; belirlenememiştir.

Tablo 22. BcS22 Numaralı Örneğe Ait HPLC Kromatogram Sonuçları

| Fenolik Bileşikler | Alınma Süresi | Alan | Yükseklik | Kons. (ppm) |
|---------------------------|----------------------|-------------|------------------|--------------------|
| Gallik Asit | 7.855 | 1517481 | 53447 | 41.186 |
| 4-Hidroksibenzoik asit | 19.613 | 27434 | 1788 | - |
| Klorojenik asit | 21.194 | 1021241 | 58631 | 79.109 |
| Vanillik asit | 22.247 | 225740 | 12875 | 3.951 |
| Kafeik asit | 22.692 | 339856 | 17403 | 34.677 |
| Sringik asit | 23.439 | 3378726 | 56996 | 13.634 |
| p-Kumarik asit | 26.614 | 77497 | 3075 | - |
| trans-Ferulik asit | 27.236 | 9652 | 676 | - |
| Sinapik asit | 35.957 | 20295 | 3550 | 136.605 |

- ; belirlenememiştir.

Özgeçmiş

1978 yılında Şebinkarahisar'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Şebinkarahisar'da tamamladı. 2002 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu. 2012 yılında Bayburt Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğüne İş ve Meslek Danışmanı olarak atandı. 2015 yılında Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı zamanda C sınıfı iş sağlığı güvenliği uzmanı olan Arzu Yaşar EROĞLU Bayburt Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğünde İş ve Meslek Danışmanı olarak görevini sürdürmektedir.

