

T. C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GIDA MADDESİ OLARAK TÜKETİLEN MAHLEP (*Prunus mahaleb* L.) TIBBİ VE
AROMATİK BİTKİSİNİN UÇUCU YAĞ VE FENOLİK BİLEŞENLERİNİN
BELİRLENMESİ; ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nur Birtan IRMAK

Danışman
Doç. Dr. Şule CEYLAN

ARTVİN-2024

T. C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GIDA MADDESİ OLARAK TÜKETİLEN MAHLEP (*Prunus mahaleb L.*) TIBBİ VE
AROMATİK BİTKİSİNİN UÇUCU YAĞ VE FENOLİK BİLEŞENLERİNİN
BELİRLENMESİ; ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nur Birtan IRMAK

Danışman
Doç. Dr. Şule CEYLAN

ARTVİN-2024

TEZ BEYANNEMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Gıda Maddesi Olarak Tüketilen Mahlep (Prunus mahaleb L.) Tıbbi ve Aromatik Bitkisinin Uçucu Yağ ve Fenolik Bileşenlerinin Belirlenmesi; Antioksidan Ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi*” başlığına sahip olan bu araştırmaı baştan sona kadar danışman hocam Doç. Dr. şule CEYLAN'ın gözetiminde bitirdiğimi, bitki örneklerini kendim elde ettiğimi, çalışma içerisinde bulunan deney ve analizleri ilgili laboratuvar ortamlarında yaptığımı/yaptırdığımı, farklı kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece Artvin oruh niversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin ... ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

...../...../2024

Nur Birtan IRMAK

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GIDA MADDESİ OLARAK TÜKETİLEN MAHLEP (*Prunus mahaleb* L.) TIBBİ
VE AROMATİK BİTKİSİNİN UÇUCU YAĞ VE FENOLİK BİLEŞENLERİNİN
BELİRLENMESİ; ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN
İNCELENMESİ

Nur Birtan IRMAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : .../.../2024

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : .../.../2024

Başkan : Prof. Dr. Hüseyin PEKER

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Şule CEYLAN

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Özlem SARAL

ONAY:

Bu Yüksek Lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 15/02/2024 tarihinde **oybirliği** ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2024 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2024

Prof. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Eski medeniyetlerden günümüze uzanan süreçte bitkiler birçok alanda kullanılmakla beraber tedavi amaçlı da kullanılmaktadır. Eski uygarlıklarda da bitkilerden şifa niyetiyle faydalandığı gibi modern dönemimizde de tedavilerine başvuru bu yöntemler hem doğal hem de yan etkisi en az olan tedavilerdir. Bu çalışmada Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) bitkisinin antimikrobiyal (Disc difüzyon ve MİK yöntemi ile), antioksidan (FRAP, CUPRAC, DPPH yöntemleri ile), fenolik bileşen içerikleri (HPLC-UV yöntemi ile) ve uçucu yağ bileşenleri (SPME ve GC-MS) yöntemleri ile incelenmiştir.

Bu yüksek lisans tezimin başlığı ve konu içeriğinin belirlenmesi konusunda ve tez çalışması boyunca bütün araştırmalarımda her türlü imkanını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Şule CEYLAN'a teşekkürü borç bilirim.

Deneysel çalışmalar ve sonuçların yorumlanması kısmında desteklerinden dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yasemin CAMADAN, Sayın Doç. Dr. Özlem SARAL ve Sayın Prof. Dr. Hüseyin PEKER hocalarıma da teşekkür ederim. Aynı zamanda antibakteriyel özellik belirleme deneyleriyle katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Özge ÖZŞEN BATUR'a teşekkür ederim.

Bu süreçteki çalışmamda bana birçok yardımı dokunan, fikirlerinden yararlandığım değerli ablam Dr. Öğr. Üyesi Deniztan ULUTAŞ KARAKOL'a, yine her konuda bilgisinden faydalandığım, desteğini eksik etmeyen değerli annem Nurcan ULUTAŞ'a, eğitim süresi boyunca her daim arkamda duran ve manevi desteğini sürekli hissettiğim Ziraat Yüksek Mühendisi merhum değerli babam Fatih ULUTAŞ'a, varlığıyla desteğini esirgemeyen değerli abim Sertan Dağıstan ULUTAŞ'a, her türlü işlemlerimde destek sağlayan değerli eşim Ziraat Mühendisi Ebamüslim IRMAK'a, bilgilerime katkıda bulunan değerli dostum Enes AY'a ve çalışma boyunca desteğini esirgemeyen tüm aileme katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Nur Birtan IRMAK

Artvin-2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BEYANNEMESİ	I
JÜRİ KABUL TUTANAĞI	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1 GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
1.2 Fenolik Bileşikler ve Sınıflandırılması	4
1.2.1 Fenolik Asitlerin Yapısı.....	5
1.2.2 Flavonoidlerin Yapısı	7
1.3 Antioksidanların Yapısı ve Gıdalardaki Fonksiyonu.....	8
1.3.1 Antioksidanların Etki Mekanizmaları	9
1.4 Antimikrobiyal Maddelerin Özellikleri.....	10
1.5 Uçucu Yağlar	11
1.6 Mahlep (<i>Prunus mahaleb</i> L.)	12
1.6.1 Mahlebin Kullanım Alanları	13
1.6.2 Mahlep Bitkisinin Sağlık Üzerine Etkileri	15
2 MATERYAL VE YÖNTEM	17
2.1 Materyal	17
2.1.1 Çalışmada Kullanılan Bitki Örneği.....	17
2.1.2 Araştırmada Yer Alan Test Mikroorganizmaları, Temini ve Saklanması	17
2.1.3 Araştırmada Kullanılan Bazı Kimyasal Maddeler	18
2.1.4 Mikroorganizmaların çoğaltılmasında yararlanılan besiyer materyalleri	18
2.1.5 Araştırmada Faydalanılan Cihaz ve Aletler.....	19
2.1.6 Numune Çözeltisinin Hazırlanması	19
2.2 Antioksidan Tayinleri	20

2.2.1 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini	21
2.2.2 Toplam Flavonoid Madde İçerik Tayini	21
2.2.3 FRAP (Fe ⁺³ İndirgeme Gücü) Analizi	22
2.2.4 CUPRAC (Cu ⁺²) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite) Analizi.....	23
2.2.5 DPPH• Radikali Süpürme Etkisinin Analizi	24
2.3 Antimikrobiyal Aktivite Analizi	24
2.3.1 Maya Suşları Açısından Sıvı Mikrodilüsyon Testi.....	25
2.3.2 Bakteriler İçin Sıvı Mikrodilüsyon Testi.....	25
2.4 Uçucu Yağ Bileşiklerinin Analizi	26
2.4.1 Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MS)	26
2.4.2 Katı Faz Mikroekstraksiyon Metodu (SPME)	26
2.4.3 Bileşenlerin Aydınlatılması	27
2.5 Fenolik Bileşiklerin HPLC-UV Kullanılarak Belirlenmesi	28
3 BULGULAR	30
3.1 Antioksidan Özellik Belirleme Çalışmaları	30
3.1.1 Toplam Flavonoid Miktarı	30
3.1.2 Toplam Fenolik Madde Miktarı	31
3.1.3 FRAP Deneyi Sonucu	31
3.1.4 CUPRAC Deneyi Sonucu	32
3.1.5 DPPH• Deneyi Sonucu.....	33
3.2 Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları	34
3.3 Uçucu Yağ Bileşiklerinin Deney Sonuçları.....	35
3.4 HPLC-UV ile Fenolik Bileşen Tayini Sonucu	37
4 TARTIŞMA.....	41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	59

ÖZET

GIDA MADDESİ OLARAK TÜKETİLEN MAHLEP (*Prunus malaheb* L.) TIBBİ VE AROMATİK BİTKİSİNİN UÇUCU YAĞ VE FENOLİK BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ; ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) bitkisi yaygın olarak bazı hastalıkların iyileştirilmesinde ve aroma sağlayıcı olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Mahlep meyvesinin antioksidan özelliği CUPRAC (Cu^{+2} İndirgeyici Antioksidan Kapasite), FRAP (Fe^{+3} İndirgeme Antioksidan Gücü) ve DPPH• radikali temizleme aktivitesi metotlarıyla açığa çıkarılmış aynı zamanda toplam polifenol ve toplam flavonoid madde miktarları da belirlenmiştir. Sonuçlara göre toplam flavonoid ve fenolik madde miktarları sırasıyla $0,56 \pm 0,02$ mg kuersetin/g numune ve $1,89 \pm 1,48$ mgGAE/g numune şeklindedir. Antioksidan kapasiteleri ise CUPRAC için $0,12 \pm 0,01$ mmol TEAC/g numune, DPPH• için $\text{IC}_{50} = 2,23$ mg/mL ve FRAP için, $0,02 \pm 0,00$ $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ numune olarak ölçülmüştür.

Antimikrobiyal özellik için Disk difüzyon ve Minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) metotundan faydalanılmıştır. Mahlep meyvesinin bakterilerden daha çok maya suşlarına etkili olduğu görülmüştür. Candidalar üzerine 2000-4000 mg/mL değeriyle antifungal aktivite gösterdiği bulunmuştur.

Mahlep'den elde edilen uçucu yağın SPME ve GC/MS cihazları ile gerçekleştirilen analizi sonucunda 26 tane bileşen tanımlanmıştır. Bir ester olan pentadekanolid (%34,67), eter olan (Z)-anethole (%18,74), keton olan asetoin (%6,32) ve yağ asidi olan Palmitik asit (%3,35) bileşikler arasında en yüksek oranlara sahip oldukları için ana bileşenler olarak nitelendirilmiştir.

Mahlep'in fenolik bileşen analizi için HPLC-UV metodu kullanılmış ve bu tayin 15 tane standart ile gerçekleştirilmiştir. Mahlep meyvesinde gallik asit %0,4 (1,85 ppm) klorojenik asit %0,3 (1,44 ppm) ve p-kumarik asit %0,4 (1,97 ppm) miktarlarında fenolik bileşikleri bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mahlep, Biyolojik Aktivite, Uçucu yağ, Fenolik bileşen, SPME, GC-MC, HPLC-UV

SUMMARY

DETERMINATION OF ESSENTIAL OIL AND PHENOLIC COMPONENTS OF MAHLEP (*Prunus malaheb* L.) MEDICINAL AND AROMATIC PLANT CONSUMED AS FOOD; EXAMINATION OF ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES

Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) plant is widely used in many areas for the treatment of some diseases and as a flavoring agent. The antioxidant properties of mahleb fruit were revealed by CUPRAC (Cu^{+2} Reducing Antioxidant Capacity), FRAP (Fe^{+3} Reducing Antioxidant Power) and DPPH• radical scavenging activity methods, as well as the total polyphenol and total flavonoid substance amounts. According to the results, the amounts of total flavonoid substance and total phenolic substance are $0,56\pm 0,02$ mg Quercetin/g sample and $1,89\pm 1,48$ mgGAE/g sample, respectively. Antioxidant capacities were measured as $0,12\pm 0,01$ mmol TEAC/g sample for CUPRAC, $\text{IC}_{50}=2,23$ mg/mL for DPPH• and $0,02\pm 0,00$ $\mu\text{mol FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ sample for FRAP.

Disc diffusion and Minimum inhibition concentration (MIC) methods were used for antimicrobial properties. It has been observed that mahleb fruit is more effective against yeast strains than bacteria. It was found to show antifungal activity against *Candida* with a value of 2000-4000 $\mu\text{g/mL}$.

As a result of the analysis of the essential oil obtained from Mahlep using SPME and GC/MS devices, 34 components were identified. Pentadecanolide, an ester (34,67%), (Z)-anethole, an ether (18,74%), acetoin, a ketone (6,32%), and palmitic acid, a fatty acid (3,35%), were described as the main components because they had the highest rates among the compounds.

HPLC-UV method was used for phenolic component analysis of Mahlep and this determination was carried out with 15 standards. Phenolic compounds in the amount of gallic acid 0,4% (1,85 ppm), chlorogenic acid 0,3% (1,44 ppm) and p-coumaric acid 0,4% (1,97 ppm) were found in mahleb fruit.

Keywords: Mahleb, Biological Activity, Essential oil, Phenolic component, SPME, GC-MC, HPLC-UV

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Bazı hastalıklarda ve tedavilerde kullanılan bitkiler.....	15
Tablo 2. Araştırmada Kullanılan cihazlar, marka ve modelleri.....	19
Tablo 3. Toplam fenolik içerik analizinin deney koşulları.....	21
Tablo 4. Toplam flavonoid içerik analizinin deney koşulları.....	22
Tablo 5. FRAP metodunun deney şartları	23
Tablo 6. CUPRAC metodunun deney koşulları	23
Tablo 7. Antioksidan aktivite sonuçları.....	33
Tablo 8. DPPH• antioksidan analiz sonuç değerleri	33
Tablo 9. <i>Prunus mahaleb</i> L. bitkisinin antimikrobiyal aktivite sonuçları (µg/mL)...	34
Tablo 10. <i>Prunus mahaleb</i> L. uçucu yağının GC/MS’de belirlenen bileşenleri	35
Tablo 11. HPLC analizinde kullanılan fenoliklerinin kimyasal yapıları.....	37
Tablo 12. Standart fenoliklerin 280 nm’de görülen alıkonma zamanları.....	39
Tablo 13. Standart fenoliklerin 315 nm’de görülen alıkonma zamanları.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Polifenollerin sınıflandırılması (Shahidi ve Yeo, 2016).....	4
Şekil 2. Fenolik bileşiklerin insan vücudunda izlediği yol (Bohn, 2014).....	5
Şekil 3. Gallik asit (Cemek ve ark., 2022).....	6
Şekil 4. p-kumarik asit (Onat ve ark., 2021).....	7
Şekil 5. Klorojenik asidin kimyasal yapısı (Naveed ve ark., 2018).....	7
Şekil 6. Antioksidanların sınıflandırılması (Yaman, 2015).....	9
Şekil 7. Uçucu Yağlar ve Sabit Yağlar (Taşkor ve Yaman, 2022).....	11
Şekil 8. Mahlep ağacı meyvesi ve tohumu.....	13
Şekil 9. Çalışmada kullanılan mahlep meyvesi.....	17
Şekil 10. Analizler için bitki ekstraksiyon işlemi.....	20
Şekil 11. Antioksidan deney çalışmaları.....	20
Şekil 12. UV/VIS spektrofotometre cihazı.....	20
Şekil 13. TPTZ (Tripiridiltriazin).....	22
Şekil 14. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH).....	24
Şekil 15. Antimikrobiyal aktivite deney çalışmaları.....	25
Şekil 16. SPME Enjektörü (Arthur ve Pawliszyn, 1990).....	27
Şekil 17. GC/MS cihazı.....	27
Şekil 18. Ekstraksiyon ve çözücü buharlaştırma işlemi.....	28
Şekil 19. Analizde kullanılan HPLC-UV cihazı.....	29
Şekil 20. Toplam flavonoid tayini kalibrasyon grafiği.....	30
Şekil 21. Toplam polifenol kalibrasyon grafiği.....	31
Şekil 22. FRAP kalibrasyon grafiği.....	32
Şekil 23. CUPRAC kalibrasyon grafiği.....	32
Şekil 24. DPPH• aktivite grafiği.....	34
Şekil 25. 15 çeşit fenolik standartın 280 nm'deki HPLC-UV kromatogramı.....	38
Şekil 26. 15 adet fenolik standartın 315 nm'deki HPLC-UV kromatogramı.....	39
Şekil 27. Mahlep bitkisinin 280 nm'deki HPLC-UV kromatogramı.....	40
Şekil 28. Mahlep bitkisinin 315 nm'deki HPLC-UV kromatogramı.....	40

KISALTMALAR DİZİNİ

CFU	Toplam bakteri sayımının birimi
CUPRAC	Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite
DMSO	Dimetil sülfoksit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	Fe ⁺³ İndirgeme Gücü
HPLC-UV	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC/MS	Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi
FeSO ₄ .7H ₂ O	Demir (II) sülfat hepta hidrat
MHA	Mueller hinton agar
MHB	Mueller-Hinton broth
MİK	Minimum inhibe edici konsantrasyon
IC ₅₀	Yüzde 50'lik kısım için inhibisyon konsantrasyonu
PDA	Patates dekstroz agar
RI	Alıkonma indeksi
RT	Alıkonma zamanı
SPME	Katı faz mikroekstraksiyon yöntemi
TAB	Tıbbi ve aromatik bitki
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TPTZ	Tripiridiltriazin
UV/VIS	Ultraviyole ve görünür ışık
Troloks®	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit
dk	Dakika
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
mmol	Milimol
µmol	Mikromol
µg	Mikrogram

1 GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

İlk medeniyetlerden günümüze kadar uzanan süreçte bitkiler, tedavi amaçlı ve besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Mısırlılar, Sümerler, Hititler, Asurlar ve Mezopotamyalılar yıllar boyunca bitki tedavi yöntemlerini kullanmışlardır. Ayrıca ilk çağlardan bu zamana kadar her toplumda görülen, bitkiler üzerinde araştırma yapan ve bitkilerden elde ettiği karışımları bazı fermantasyon işlemleri uygulayarak insanların veya hayvanların tedavisinde kullanan kişilere herbalist adı verilir. Yani bu da 'Aktar' anlamına gelir (URL-1).

Tıbbi aromatik bitkilerin hazırlanma aşamasında dikkatli davranmak gerekir. Bu bitkiler genellikle doğadan el ile toplama yolu ile elde edilir. Bitki türlerinde ciddi anlamda kayıpların oluşmasını önlemek ya da bunu en aza indirmek için, toplum bilinçlendirilmeli ve kurutma işlemleri uygun şartlarda, hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun yapılmalıdır (Göktaş ve Gıdık, 2019).

Tıbbi amaçlı kullanılan bitkiler dünya çapında yaklaşık 50000-70000 arasındadır (URL-2). Günümüzde kullanılan bu bitkiler; gıda, boya, tekstil, ilaç, tarım, kozmetik, süs bitkisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bitki türlerinin yaklaşık 11000 civarında türleri vardır ve bunların 500 kadarı alternatif tıp alanında kullanılmaktadır (Türkan ve ark., 2006).

Bitkilerin kök, çiçek, yaprak, meyve gibi kısımları hastalıkları iyileştirmek amacı ile kullanılmaktadır. Bitkilerin geçmişten günümüze kadar kullanılan bu özelliği, hastalıkların tedavisindeki önemini göstermektedir. Canlılarda antimikrobiyal etkisi açısından ele alınan bitkiler, geçmişten günümüze kadar hem besin kaynağı olarak hem de ilaç kaynağı olarak kullanılmıştır (Ceylan ve ark., 2018).

Tedavisi mümkün olmayan ve sürekli artış gösteren hastalıkların yayılması, modern tıp uygulamalarına ve doktorlara olan güvenin azalması, ilaç endüstri alanında güvenin sarsılması, modern tıp alanında bazı hastalıkların tedavi edilmesinin yetersiz olması, yaşam kalitesini ve süresini uzatmak amacıyla insanlar alternatif tıba yönelmişlerdir.

Doğal ve sağlıklı oluşu açısından ilk medeniyetlerden bu yana hastalık tedavilerinde öncelikli tercih edilen tedavi yöntemi tıbbi aromatik bitkiler (TAB) olmuştur. Günümüzde bitkisel tedavi yöntemlerine ‘alternatif tıp ya da fitoterapi’ denilmektedir. Fitoterapi terimini ilk kez Fransız Doktor Henri Lenclerc (1870-1955) kullanmıştır (Göktaş ve Gıdık, 2019).

Geçmişten bu zamana kadar kocakarı ilaçları diye bilinen, aslen halk hekimi olarak bunları uygulayan insanlara ve mevcut tedavi yöntemlerine olan güvenimiz şimdiki zamanda da devam etmektedir (Sol, 2007). Ülkemizde bunun gibi çeşitli yöntemler, hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Kanser gibi tedavisi zor olan hastalıklarda ve mütemadiyen süren hastalıklarda bu tarz uygulamaların daha çok tercih edildiğini görmekteyiz (Bozkaya ve ark., 2008).

Tıp günümüz post modern şartlarında ne kadar çok ilerlese de alternatif tedavi ve bitkisel yöntemlerin kullanılmaya devam edildiği ve tedavilerde geniş kapsamlı yararının olduğu görülmektedir (Illich, 1995). Bu tedaviler aslında ev çözümleri ve çareler olarak bilinmektedir. Bu tedavilerin amacının hem bedeni iyileştirmek hem de ruhun iyileştirilmesi konusundaki anlayışı Şamanizm’e dayanmaktadır (Kaplan, 2010). Deneme yöntemleriyle ve gözlemlerle elde edilen mevcut bilgiler, nesilden nesile yüzyıllar boyunca kültür aracılığıyla aktararak tıp biliminin temelini oluşturmuştur (Ersoy, 2014). Birçok hastalığın tedavisinde şifalı tıbbi bitkiler kullanılmaktadır. Bitkiler bazı kimyasal maddeleri içermektedir ve insanlar üzerinde çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir (Njume ve ark., 2009).

Farmakolojik olarak günümüzde birçok ilaç üretilmektedir. Bunların %25’i bitkisel kaynaklıdır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki insanların %80’i sağlık problemleri açısından çoğunlukla bitkisel ilaçlara güvenmektedir. Bitkisel ilaçlara olan talebin artmasının nedeni ise doğal olması, yan etkilerinin oldukça az olması, oluşan talepler ve düşük fiyatla tedarik edilmesi gibi özellikleridir (Sekar ve Kandavel, 2010).

Mikroorganizmalar ve çeşitli patojenik mikroorganizmalar arasında son zamanlarda fazla miktarda antibiyotik direnci sorunu ortaya çıktığından dolayı bilim insanları tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal özelliklerini araştırmaya ve incelemeye başlamışlardır (Naz ve ark., 2007).

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzede az miktarda bulunan, bitki içerikli gıdaların rengini ve tadını etkileyen, en doğal antioksidan görevinde bulunan önemli bir bileşik grubudur. Doğada bulunan tüm bitkiler kendilerini korumak için birçok fenolik bileşiği farklı nitelik ve konsantrasyonda üretirler (Atak ve ark., 2017). Genellikle bitkiler, yoğun stres altında korunma amacı ile fenolik bileşikleri üretmektedir. Aynı zamanda meyve ve sebzelerin içeriğinde de bulunmakla beraber tat ve renk verici özelliklere sahiptir (Atak ve ark., 2017).

Fenolik bileşikler meyvelerde, sebzelerde, tahıl ve baklagillerin içeriğinde mevcut olmasıyla beraber çay, kahve, şarap gibi bitki kaynaklı içeceklerde de bulunmaktadır (Dai ve Mumper, 2010). Yaygın olarak bilinen fenolik antioksidan grupları fenolik asitler, tokoferoller, kumarinler, sinamik asitler ve flavonoidler'dir. Bu bileşikler antioksidan özelliktedirler. Aynı zamanda tat ve koku aromasını çoğaltmak açısından ek katkı maddesi olarak kullanılmakla beraber, renk oluşumu, antimikrobiyal özelliği ve insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir (Shahidi ve Naczki, 1995).

Uçucu yağlar genellikle bitkilerin çiçek, kabuk, yaprak, meyve, tohum ve köklerinden ekstraksiyon, destilasyon ya da presyon yoluyla elde edilen, sıvı halde bulunan, renksiz ve kolayca kristallenme özelliğine sahip aromatik hidrokarbon karışımlarıdır. Bilinen en önemli özellikleri ise hem uçucu hem kokulu olmalarıdır. Kokuları suya hapsedilir fakat su ile karışmazlar. Sabit yağlarla arasındaki fark ise sulu etanolde çözünebilmesidir (Ceylan, 1987).

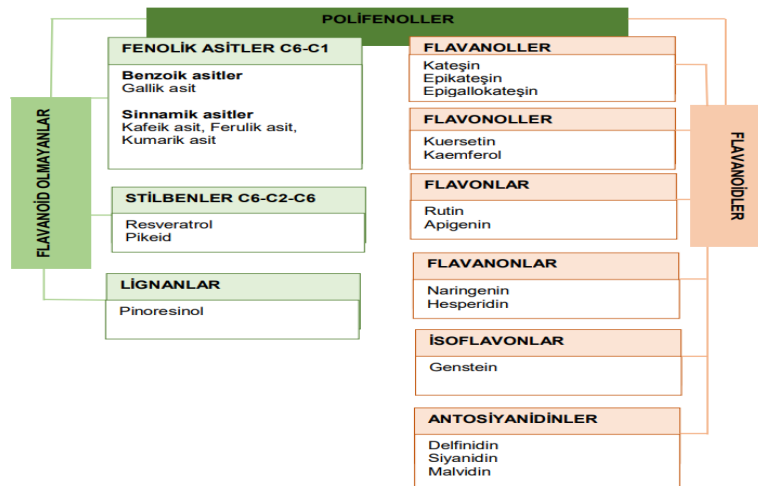
İnsan metabolizmasında vücudun oksijen kullanımını sırasında bazı maddelerin teşviki ile beraber aktif oksijen formları oluşmaktadır. Bu formlar engellenemezse protein, karbohidrat, DNA ve lipitlerde yapısal değişikliklere ve bozulmalara neden olmaktadır. Böylece hücrenin yapısını ve fonksiyonlarını bozarak, birçok dejeneratif hastalıklara yol açmaktadırlar (Katiyar ve Mukhtar, 1997; Sivritepe, 2000). Antioksidan maddeler, oluşan aktif oksijenleri tutarak oksidasyonun teşvik ettiği zararlı durumları hücresel olarak engellemekte ve dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (Baublis ve ark., 2000; Sivritepe, 2000). Antioksidan fonksiyonları ile insan sağlığı bakımından öne çıkan maddeler C ve E vitaminleri, fenolik maddeler ve karotenoidlerdir (Sivritepe, 2000).

Bitkisel ekstraktlarda bulunan antimikrobiyal maddelerin, yapılan bilimsel araştırmalarda gıda güvenliğini korumayı başardığı için bu sebepten ötürü doğal antimikrobiyal olarak bitkilerin kullanılabilceği ispatlanmıştır (Souza ve ark., 2005).

Toplum son yıllarda gittikçe doğal, organik ve sağlıklı ürünlere yönelmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmadaki amaç; bir gıda ürünü olarak değerlendirilen, protein ve yağ asitleri bakımından zengin içeriğe sahip, tıbbi ve aromatik bir bitki olan Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) bitkisinin antioksidan içeriklerini (DPPH•, FRAP, toplam flavonoid, toplam polifenol ve CUPRAC metotları ile), antimikrobiyal aktivitesini (Disc Difüzyon ve MİK metodu ile), Uçucu yağ bileşenlerini (SPME ve GS-MS yöntemleri) ve Fenolik bileşen içeriklerini (HPLC-UV yöntemi kullanılarak) belirlemektir.

1.2 Fenolik Bileşikler ve Sınıflandırılması

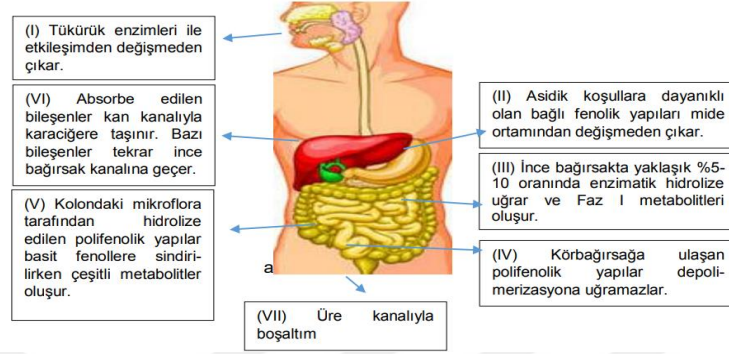
Fenolik bileşikler, yapısal unsurlara ve halka yapısına göre isim alırlar. Çoğunlukla suda çözünürler. Bitkilerde doğal olarak bulunurlar ve antioksidan özelliğe sahiptirler. Bitkisel fenolikler, insanların faydalı olarak bildikleri ilk bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, proteinlerle kompleks oluşturarak çökelti oluşturmaktadır (Cemeroğlu ve Cemeroğlu, 1998). Polifenoller, aşağıdaki gibi flavanoidler ve flavanoid olmayanlar şeklinde iki gruba ayrılırlar (Shahidi ve Yeo, 2016) (şekil 1).



şekil 1. Polifenollerin sınıflandırılması (Shahidi ve Yeo, 2016).

Meyve ve sebzeler az miktarda da olsa fenolik maddeleri içermektedir. Fenolik bileşikler bir ya da birden fazla hidroksil (-OH) fonksiyonel grubunu içermekle birlikte

aromatik bir halkaya sahiptir. Fenolik bileşiğin formu bir hidroksi grubu içeren benzendir, bir diğer adı ile fenol bileşiğidir (Shahidi ve Naczk, 1995; Cemeroglu ve Acar, 1986). Bu fenolik bileşiklerin vücudumuda izlediği yol Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Fenolik bileşiklerin insan vücudunda izlediği yol (Bohn, 2014).

1.2.1 Fenolik Asitlerin Yapısı

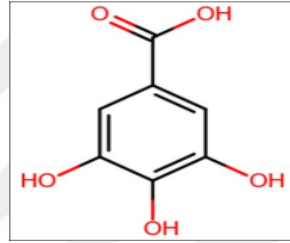
Fenolik asitler, aromatik karbonik asitler olarak da bilinmektedirler. Serbest halde bulunan fenolik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisünamik asitler olarak iki grupta incelenirler (Acar ve Gökmen, 2005). Hidroksisünamik asitler C_6-C_3 fenilmetan yapısında olup hidroksibenzoik asitler ise C_6-C_1 fenilmetan yapısındadır. Fenolik maddelerin alt grubunda yer alırlar ve fenil-propanoid metabolizmasından oluşurlar (Anklam, 1998). Sahip olduğu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde, ilaç sanayisinde, eczacılık ve tıp alanlarında polifenol araştırma alanlarında artış sağlanmıştır. Polifenoller, bitkinin her yerinde üretilerek antioksidan, anti-viral, anti-inflamatuar etkileri sebebiyle insan sağlığında önemli bir yere sahiptir. Polifenollerin aktivitesi; sıcaklık, ışık, oksijen, pH, enzimler gibi bazı besin maddelerinin varlığı ile kısıtlanmaktadır. Polifenoller gibi maddelerin aktif olmaya devam etmesi için bazı mekanizmalar sağlanmalıdır (Fang ve Bhandari, 2010).

Gallik Asit

Başlıca fenolik asitlerden biri olarak kabul edilen gallik asit (3,4,5 trihidroksibenzoik asit) (Şekil 3) bir birim şeker ve değişken miktarda fenol asit molekülü ile oluşturulan galatotanin ile muamele edilerek oluşan, tanenler grubunun oluşmasında önemli bir yeri olan benzoik asittir (Fernandes ve Salgado, 2016). Gallik asit, açık kahverengi,

beyaz ve sarımsı beyaz renğinde kristal bir katıdır. Moleküler formülü $C_7H_6O_5$ şeklindedir. Molekül ağırlığı ise 170,12 g/mol'dür.

Gallik asit; brokoli, patlıcan ve kuşkonmaz gibi sebzelerde bol miktarda kendiliğinden bulunan bir fenolik bileşiktir. Bitkilerde çoğunlukla ester kimyasal yapısı şeklinde bulunur ve birçok yapılan çalışmalarda gallik asit'in antikanser, antioksidan, antiinflamatuar özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Antioksidan aktiviteye sahip olup, günlük tüketimi ile birlikte hastalık riskini azaltarak yararlı etkisinin olduğu düşünülmektedir. Yumurtalık toksisitesinde ve çevresel toksik maddelerde oksidatif stres olarak rol yapmaktadır (Çakır ve ark., 2023).

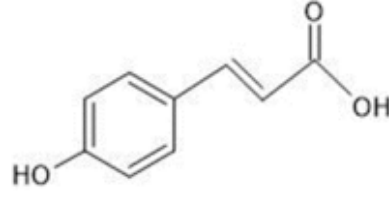


Şekil 3. Gallik asit (Cemek ve ark., 2022)

P- kumarik asit

Kumarik asitler, sinnamik asit türlerinden olup, fenil grubu mono-hidroklise edilmiştir (Şekil 4). Havuç, domates, soğan, elma, çilek, mısır, buğday ve kahve gibi birçok meyve ve sebzede, aynı zamanda tahılda da bulunmaktadır (Ferreira ve ark., 2016; Boo, 2019).

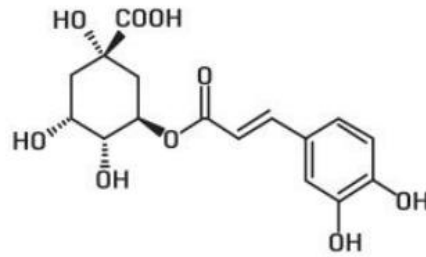
Bitkilerde serbest halde bulunabilirler ya da organik asitler, aminler, alkoller, lignin, mono ve oligosakkaritler gibi diğer moleküllere konjuge edilebilir. Kumarik asit ($C_9H_8O_3$), 164,16 g/mol moleküler ağırlığa ve 211.5 °C erime noktasına sahiptir. Yapısı ise sarımsı yeşil kristal bir toz halindedir. Dimetil sülfoksit (DMSO), dimetilformamid ve etanol gibi organik çözücülerde çözünürler fakat suda ve sulu tamponlarda kolay halde çözünemezler. Kumarik asit aynı zamanda insan tirozinazının seçici ve kuvvetli bir inhibitörü halindedir (Boo, 2019).



Şekil 4. P-kumarik asit (Onat ve ark., 2021)

Klorojenik asit

Klorojenik asitler (Şekil 5) doğal olarak oluşan fenolik bileşiklerdir. Bazı çeşitleri, insan diyetinde en yaygın olan polifenollerden biridir ve en bilinen örneği ise kahvedir (Nardini ve ark., 2002). Klorojenik asit; yaban mersini, elma, patates, kahve ve çay olmak üzere birçok meyve ve sebze de bulunmaktadır. Doğada en yaygın olarak bulunan klorojenik asit kaynağı ise, yeşil kahvedir. Aynı zamanda klorojenik asit, antiapoptoik, antiinflamatuvar, antifibroz ve antioksidan etkiye sahiptir (Domitrović ve ark., 2014). Kahve çekirdeklerinde doğal halde bulunan klorojenik asitler, antioksidan özelliği güçlü bileşenlerdir. Özellikler kahve çekirdekleri yeşil halde ve tazeyken antioksidan özellikleri en yukarı seviyelere ulaşmaktadır. Isıtma işlemine maruz kaldıktan sonra bu niteliklerinden yüksek miktarda kayıp gözlenmektedir.



Şekil 5. Klorojenik asidin kimyasal yapısı (Naveed ve ark., 2018)

1.2.2 Flavonoidlerin Yapısı

Fenolik bileşikler içinde en önemli grubu oluşturan flavonoidler, yapısal bakımdan; flavonlar, flavonoller, flavononlar, antosiyanidinler, kateşinler, izoflavonoidler olmak üzere altı gruba ayrılırlar:

Flavonoidler yapısal olarak üç grupta incelenmektedir. Flavonoidler, 15 karbonlu bileşiklerden oluşur ve C₆-C₃-C₆ yapısındadır. Üç karbon atomunu içeren grup benzen halkasından iki tanesini birleştirmekte ve bağlanma çeşiti, flavonoidin hangi sınıfta olduğunu belirlemektedir (Vermerris ve Nicholson, 2006).

Flavonoidler genellikle tüm bitki dokularında sentezlenebilmektedir. Kendiliğinden meydana genel flavonoid türlerinin yaklaşık 2000 civarında olduğu belirtilmektedir. Çiçekler, meyveler, yapraklar ya da bitki dokusu flavonoidleri içermektedir. Bitkilerin çoğu yerinde mevcut olduklarından dolayı diyet ile ayrılmaz bir bütündür (Shaidi ve Ho, 2005).

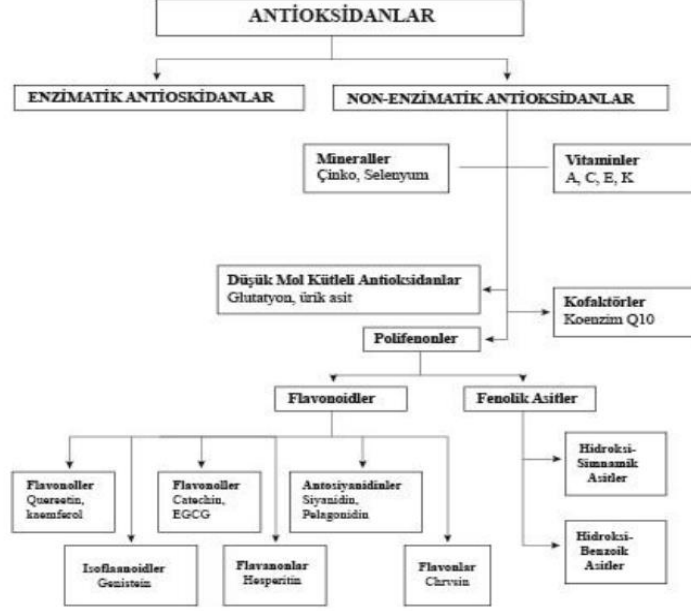
Gıdalarda en çok bulunan flavonoidlerin formu, glikozid şeklinde olanıdır. Bu formun, yalın formuna göre bağırsaklardan absorbe edilmesi daha güçtür. Flavonoid glikozitler, bağırsağa girmeden şeker kısmından ayrılarak aglikonları hücre çeperlerinden serbest halde geçebilmektedir (De Pascual-Teresa ve ark., 2007; Viskupicova ve ark., 2008).

Flavonoidler, bir heterosiklik halkadan ve bir C₁₅ flavon iskelet yapısında olan iki fenil halkasından oluşan, genellikle meyve ve sebzelerde yaygın halde bulunan fenolik bileşiklerdir (De Souza, 2008). Bu bileşikler HPLC ile analizi ilk kez 1976 yılında Wheaton ve Fisher tarafından yapılmıştır (Merken ve ark., 2000). Flavonoidler, C vitamininin vücut tarafından kullanımına yardımcı olarak bağışıklık sistemini güçlendirirler. Aynı zamanda ishal ve ülser gibi hastalıklara karşı direnç sağlayarak romatizmal hastalıklarda tedavi edici olarak rol yaparlar. Bunun yanında alerjik reaksiyonların engellenmesini sağlayarak, vücut için önemli etkisi olan enzimlerin aktivitelerini düzene sokup, kanserli hücrelerin artmasını engellerler (Spencer, 2007).

1.3 Antioksidanların Yapısı ve Gıdalardaki Fonksiyonu

Reaktif serbest oksijen çeşitleri ve bu bileşiklerin sebep olduğu zararları önlemek, detoksifikasyonu gerçekleştirmek ve engellemek amacıyla organizmada var olan savunma sistemlerine 'antioksidanlar' ya da 'antioksidan savunma sistemleri' adı verilmektedir. Antioksidanlar, vücuttaki hücrelerin anormalliklerini ve kanser oluşma riskini azaltarak daha sağlıklı yaşam sürmemizi sağlamaktadır. Bazı antioksidan maddeleri bitkilerden vücudumuza alırız ve bazılarını ise vücut, savunma mekanizması olarak kendi üretir. Fenolik bileşikler, doğal antioksidan özelliğinde

olup, meyve ve sebzelerin yapısında bulunmaktadır. Antioksidanlar gıdaya ilave edildiğinde toksik oksidasyon oluşmasını geciktirerek ekşime oranını en aza indirir ve raf ömrünü uzatır (Şener ve Yeğin Berrak, 2009) (Şekil 6).



Şekil 6. Antioksidanların sınıflandırılması (Yaman, 2015)

1.3.1 Antioksidanların Etki Mekanizmaları

Toplayıcı etki; Serbest haldeki oksijen radikallerini tutarak ya da daha zayıf moleküllere çevirerek etki gösterirler. Örneğin; antioksidan enzimler.

Bastırıcı etki; Serbest haldeki oksijen radikallerine bir tane hidrojen ekleyerek etkilerini inaktif hale dönüştürerek etki gösterirler. Örneğin; Flavonoidler ve vitaminler.

Zincir kırıcı etki; Serbest halde bulunan oksijen radikallerinin zincirlerini kırıcı özelliktedirler. Örneğin; Seruloplazmin, hemoglobin ve mineraller bu özelliktedir.

Onarıcı etki; Serbest radikallerin ortaya çıkardığı hasarları onarıcı etkileri vardır.

Hücrel kinaz kayıplarını önleme; Oksidasyon reaksiyonlarını durdurucu etkileri mevcuttur.

Enzimatik etki; Antioksidan enzim olan süperoksit distumaz gibi ve enzimatik yapıda olmayan antioksidanların sentezlenmesini arttırmaktadır (Akkuş, 1995).

1.4 Antimikrobiyal Maddelerin Özellikleri

Mikrobiyolojik bozulmaları engellemek amacıyla gıdalara eklenen her türlü bileşenler, antimikrobiyal sınıfına girmektedir. Antimikrobiyal maddelerin gıdalarda yaygın olarak kullanımında şu bileşenlerden faydalanılmaktadır; fenolik bileşenler, organik asitler, sodyum benzoat ve benzoik asit, sorbatlar, yağ asiti zincirleri ve esterleri, nisin, sülfatlar ve sülfürdioksitler, di metil di karbonat ve di etil di karbonat, nitrit, antibiyotik kalıntıları ve laktik asit bakterilerinin oluşturduğu inhibitör maddelerdir (Branen ve Davidson, 1983). En elverişli antimikrobiyal madde seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir (Luck, 1986):

- Antimikrobiyal madde toksik olarak problem teşkil etmemeli ve saf olmalı,
- Geniş spektrumlu olmalı,
- Fizyolojik olarak riskli olmamalı,
- Gıda bileşenleri ile reaksiyona girmemeli,
- Gıdadaki duyuşsal özellikleri etkilememeli,
- Besin tüketilene kadar stabil kalmalı,
- Paketleme materyali ile tepkimeye girmemeli,
- Gıdalarda bulunan mikroorganizmaları çok az etkilemeli,
- Ucuz olmalıdır.

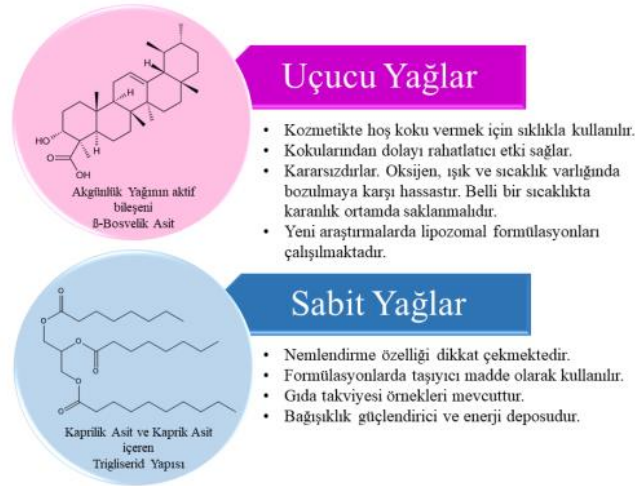
Antimikrobiyal bileşikler, bakterilerden kaynaklanan enfeksiyonları tedavi etmede çok etkilidir. Küf ve bakteri gibi mikropların gelişmesini engelleyen, bunlara karşı direnç gösteren bir maddedir. Şifa kaynağı ve tıbbi aromatik etkiye sahip olan bitkilerden elde edilen ekstraktların, antibakteriyel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Çoğu araştırma ve çalışmalarda bitki özütlerinin antibakteriyel özelliğe sahip oldukları gözlemlenmiştir (Esen, 2008).

Antibakteriyel maddeler, üzerinde etki gösterebildiği bakteri cins-tür çeşitinin rakamsal olarak fazla ya da az olması durumuna göre dar veya geniş alanlı (spektrumlu) olarak iki farklı şekilde adlandırılır. Dar spektrumlu antibakteriyel bileşikler, hasta edici enfeksiyonlara karşı en etkili iyileştirme yöntemine sahiptir. Geniş spektrumlu antibakteriler ise hem yaşam dengemizi korumak için hem de vücudumuzun bağışıklık kazanmasına fayda sağlayan bir yöntem olduğu için oldukça

önemli bir etkiye sahiptir (Öztürk, 2009). Bakterilerin sebep olduğu bizi hasta eden enfeksiyonlara en etkili iyileştirme dar spektrumlu antibakteriyel bileşiklerle yapılır.

1.5 Uçucu Yağlar

Şifalı ve aromatik bitkilerden açığa çıkan güçlü ve doğal kokulara sahip olan kompleks maddelerdir (Bakkali ve ark., 2008; Mimica-Dukiš ve ark., 2010). Esansiyel yağlar, soğuk sıkma veya damıtma yoluyla elde edilen maddelerdir. Bitkilerin tüm yapılarından açığa çıkarılan genellikle açık sarı renkli ya da renksiz olan, uçucu yapıya sahip, keskin bir kokusu olan ve kolayca kristalleşebilen doğal bileşiklerdir. Sudan hafif yapıda oldukları için su ile karıştırılma özellikleri yoktur. Bu yağlar, yapısal olarak su ile karıştırılma özelliklerine sahip olmadıkları için yağların sınıflandırılması kapsamına girseler de gerçekte mevcut olan sabit yağlardan olabildiğince farklıdır (Ceylan, 1987). Uçucu yağların kırılma indisleri hayli yüksektir ve hidrokarbonlardan oluşmaktadır. Çoğunlukla C_5H_8 kimyasal formülü ve heteroatom içeriğine sahip türev yapısındadır (Mehdizadeh ve Moghaddam, 2018) (Şekil 7).



Şekil 7. Uçucu Yağlar ve Sabit Yağlar (Taşkor ve Yaman, 2022)

Esansiyel yağlar, bitkilerde bulunan uçucu yağ miktarına, bitki kısmına ve türüne göre farklı metotlarla elde edilmektedir. Bu yöntemler; ekstraksiyon, destilasyon, mekanik yöntemler, gelişmiş ekstraksiyon yöntemleridir (Bayrak, 2006; Toroğlu ve Çenet, 2006; Coelho ve ark., 2012; Kaya ve Ergönül, 2015).

1.6 Mahlep (*Prunus mahaleb* L.)

Mahlep, Arapça bir kelimedir. “tatlı kokulu” ya da “parfüm kralı” anlamına gelmektedir ve Rosaceae familyası, Prunoidea alt familyalarından biridir. Mahlep, kirazın yabani bir türü olmakla beraber siyah (*Monechma ciliatum* (Jacq.) Milne-Redh) ve beyaz (*Prunus mahaleb* L.) olmak üzere iki çeşiti mevcuttur (Mariod ve ark., 2009; Mariod ve ark., 2010) (Şekil 8). *Prunus mahaleb* L. bitkisi Akdeniz bölgesine ait olmakla beraber tatları ekşi ve buruk olması sebebiyle günümüzde taze tüketim olarak kullanılmamaktadır. Fakat küçük çekirdekli ve yüksek pigmentli meyveler elde edilmektedir. Ayrıca mahlep kirazı kaya kirazı olarak da bilinmektedir. Koyu yeşil yapraklı ve kase şeklinde olan, ilkbaharda açan, kokulu beyaz çiçekleri olan bir ağaçtır (Brickell, 2004).

Beyaz mahlep (*Prunus mahaleb* L.), Gülgiller (*Rosaceae*) familyasına aittir ve *Prunus* cinsi içinde bulunmakla beraber kısa boylu, çalı benzeri (arada 10-15 m’ye kadar uzayabilen), geniş tepeli ve dağınık, parlak, meyvesi ve dalları özel kokulu, kışın yaprak döken ve beyaz çiçekli olan küçük bir ağaçtır (Hedberg ve Stangard, 1989; Mariod ve ark., 2009). Yaprakları daire şeklinde ya da geniş yumurta halindedir. Mart ve mayıs ayları arasında açan mahlep çiçekleri beyaz renkli olup 6-12 adet çiçekten oluşan bileşik şeklinde salkımlar halinde bulunur. Mahlep ağacı, kış aylarında yaprak döken bir türdür. Çiçek kuruluş şekli gevşektir (Meraller, 2010). 12 tane çiçekten oluşan Anavatanı Batı Asya ve Güney Avrupa olmasının yanısıra Fransa, Kuzey Asya, Kafkasya ve Türkistan içlerine doğru oldukça geniş sahalara doğru yayılmıştır. Türkiye’de Mardin, Tokat, Amasya, Ordu, Erzurum, Van gibi birçok ilde doğal bir şekilde yetiştirilmektedir. Mahlep bitkisi, zeytin gibi ilk olarak yeşil daha sonra siyaha dönen meyveleri ve meyvelerinden elde edilen ekstraktların adıdır. Ayrıca tatlı kokuya sahip yağları da içermektedir.

Siyah mahlep (*Monechma ciliatum* (Jacq.) Milne-Redh) *Acanthacea* familyasına ait olmakla birlikte 30-65 cm boyunda bir bitkidir. Bu bitki, tıbbi bir bitki olmak üzere Sudan’da yetiştirilmektedir (Uguru ve ark., 1995). Kozmetik sanayinde losyon ve deodorant üretiminde ve ağrı kesici olarak kullanılmasında önemli role sahip olduğu dile getirilmektedir (Hedberg ve Stangard, 1989; Mariod ve ark., 2009).



Şekil 8. Mahlep ağacı meyvesi ve tohumu

1.6.1 Mahlebin Kullanım Alanları

Mahlep meyvesinin çekirdeği (tohumu) ve etli kısmı gıda endüstri alanında kullanılmaktadır. Bu çekirdekler, antioksidanları ve fenolik bileşikleri içerdiğinden dolayı insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Olgunlaşmamış mahlep yeşil renktedir ve olgunlaştıkça kırmızıdan koyu mor rengine dönüşür, son olarak siyaha döner (Blando ve ark., 2016). Yaygın meyve ve sebzeler içinde kırmızı veya koyu mavi olan mahlep meyvesi, en yüksek antioksidan aktivitesine sahiptir (Wu ve ark., 2004). Mahlep bitkisinin meyveleri koyu/açık kırmızı, sarı ve siyah renklidir. Sarı ve açık kırmızı olanlar “sarı mahlep”, koyu kırmızı ve siyah olanlar da “kara mahlep” olacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde sarı mahlebe nazaran kara mahlep daha çok yaygın bulunmaktadır. Kiraz ve vişnelerle uyum özellikleri gösteren tipteki mahlep türü, sarı mahleptir. Bu sebeple fidancılar tarafından tercih edilmektedir (Akça ve Kaya, 1999). Tohumları, aromatik özelliklerinden ötürü geleneksel tıpta ve tatlandırıcı madde olarak da kullanılmaktadır. Aynı zamanda tohumları, Ortadoğu ülkelerinde kullanılan değerli bir malzemedir. Mahlep meyvesinin etinden mahlep püresi, mahlep şarabı, çekirdeğinden de mahlep yağı ya da mahlep unu üretilmektedir. Sirke üretiminde de yararlanılmaktadır. Tam olgunlaştıklarında siyah ya da koyu kırmızı rengini alırlar. Meyve kısımları ekşi, buruk ve kokuludur. Meyveleri nohut iriliğindedir, tek çekirdekli ve suludur. Çekirdekleri yumuşak yapıda olmakla birlikte tatları acı ve aromatiktir. Ağızda çiğnedikten sonra acı badem gibi bir tat hissi bırakırlar (Aydın ve ark., 2002; Öner ve Uysal, 2006; Jerković ve ark., 2011). Mahlep tohumu mineral açıdan incelendiği zaman kalsiyum (133,7 ppm), potasyum (204,2 ppm) ve magnezyum (102,2 ppm) gibi majör bileşenlerin mevcut olduğu gözlemlenmektedir (Anonim, 1989; Mariod ve ark., 2009). Bunların yanında mahlep tohumlarında bakır, kadmiyum, demir, çinko ve magnezyum gibi elementler de belirlenmiştir (Sekeroglu ve ark., 2008; Mariod ve ark., 2009; Meraller, 2010). Mahlep tohumları yağ ve protein içerir (%27-40). Bu da endüstriyel alanda kullanım açısından oldukça önemlidir. Son

araştırmalara göre mahlebin bitki kısmındaki kumarinler, anahtar haldeki ikincil metabolitlerdir. Glikozla ilişkili ya da serbest halde bulunurlar. Mahlep kirazının bu özelliklerinden kaynaklı iyileştirici etkisinin olduğu belirtilmektedir (Meraller, 2010).

Mahlep bitkisi ilaç ve krem sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutularak toz haline getirilen meyveler muhallebilere, kurabiyelere ve bütün hamurlu yiyeceklere koku vermek amacıyla kullanılmaktadır. Kozmetik sanayinde az miktarda da olsa kullanılmaktadır (zkan, 1997). Boya, vernik ve sabit yağ sanayi alanlarında da kullanılmaktadır (Akgl, 1993).

Mahlep ağacının gövdesinden mobilya ve kereste sanayinde, tütün sapı, pipo üretimi ve oymacılıkta yararlanılmaktadır. Son zamanlarda kurak yerleri ağaçlandırma kapsamında Orta Anadolu'da kullanılmaktadır (Meraller, 2010). Tohum ve meyveleri değerlendirilen mahlep ağacının odun kısmı da mobilyacılıkta kullanılmaktadır. Baston ve ağızlık üretiminde ise dal ve sürgünlerinden yararlanılmaktadır. Meyvelerinden yerel şarap üretilerek güzel kokulu ahşapları ise ahşap hediyeler açısından önemli bir malzemedir. Bünyelerinde asit, alkol, şeker ve diğer maddeler bulunmaktadır. Marmelatı, şekerlemesi ve pestili de yapılmaktadır. Mahlep kuvvetli gelişen bir tohum anacıdır. Vişne ve kiraz için uzun yıllardır ana olarak kullanılan mahlep, son zamanlarda tıbbi ve aromatik bitki olmak üzere değerlendirilmektedir. Mahlep anacının soğuk, sert ve biraz kurak iklimlere dayanıklılığı oldukça iyidir. Toprak konusunda seçici değillerdir (İlisu, 1992). Türkiye'de bulunan kiraz ağaçlarının %75-80'i mahlep anacı üzerinde aşılı etkiye sahiptir (Mısırlı ve Gülcan, 1992). Bu bitkiyi çoğaltma metotlarında genellikle ana kısımları kullanılmaktadır.

Mahlepten elde edilen diğer faydalı maddelerden biri ise mahlep tozudur. Bu mahlep tozu ilavesindeki en büyük etken, bisküvilerin toplam fenolik madde ve protein miktarları ile beraber antioksidan aktivitesinde önemli bir artışa neden olmasıdır. Bunun yanında mahlep ile zenginleştirilen nihai ürünler, insanlar için sağlıklı bir işlevsel gıda olma kapasitesine sahiptir (Herken ve ark., 2017). Mahlep tohumu keklerde, simitlerde, turtalarda, muffinlerde ve halk ilacı olarak Türkiye'de tonik, antidiyabetik, idrar söktürücü, afrodizyak ve balgam söktürücü grevince kullanılmaktadır. Bu bitki önemli miktarda yağ ve protein içerir (Mariod ve ark., 2010). Ayrıca losyonlarda, sudan kokularında, diğer kozmetik ürünlerde

kullanılmaktadır (Sharief, 2002; Mariod ve ark., 2010). Bu bitkiden likör yapımında da faydalanılmaktadır. Beyaz mahlebin ezilmiş taneleri Sudan’da geleneksel koku yapımında ve düğün hazırlıkları sırasında besleyici saç losyonu yapımında kullanılmaktadır. Mahlep bitkisi, ekolojide doğal olarak kuşlara ve çeşitli yaban hayatına besin sağlayarak ekosistemin önemli bir parçası haline gelmiştir. Ayrıca erozyon kontrolünde ve toprak stabilizasyonunda da büyük role sahiptir (Kalyoncu ve ark., 2008).

1.6.2 Mahlep Bitkisinin Sağlık Üzerine Etkileri

Mahlep çekirdeği fenolik bileşiklerden oluşur ve insan sağlığına olumlu etkisi vardır. Fenolik bileşiklerin gıdalarla beraber alınmasında bu bileşiklerin antioksidan özelliklerinden dolayı birçok hastalıkların, özellikle kalp damar rahatsızlıklarının riskini azaltma olasılığı yapılan çalışmalarla gözlemlenmiştir (Hertog ve ark., 1993; Surh ve ark., 1999; Surh, 2002). Mahlep, tip 2 diyabet riskini ve oleik asit bakımından zengin olan bir diyetin ateroskleroz riskini azalttığı belirlenmiştir (Madigan ve ark., 2000). Aşağıda verilen Tablo 1’de tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerden hangi hastalıklarda yararlandığı ve mahlep bitkisinden hangi hastalıkta faydalandığı gösterilmiştir.

Tablo 1. Bazı hastalıklarda ve tedavilerde kullanılan bitkiler (Göktaş ve Gıdık, 2019).

Hastalık Adı	Tedavide Kullanılan Bitkiler
Böbrek Hastalığı	Altın otu, atkuyruğu
Karaciğer Hastalığı	Zerdeçal, hindiba, enginar
Menepoz	Adaçayı, papatya, karanfil, anason, tarçın, civanperçemi
Kanser Hastalığı	Kırmızıbiber, ısırgan otu, ökse otu
Hemoroit	Sultan otu, kuşburnu, zencefil

Tablo 1. Bazı hastalıklarda ve tedavilerde kullanılan bitkiler (Göktaş ve Gıdık, 2019)
(devam)

Hastalık Adı	Tedavide Kullanılan Bitkiler
Romatizma	Anason, biberiye, melisa, karanfil, papatya, atkuyruğu, kekik, lavanta
Romatizma	Anason, biberiye, melisa, karanfil, papatya, atkuyruğu, kekik, lavanta
Prostat	Isırgan otu kökü, yeşil çay, zerdeçal, eğir kökü
Soğuk Ağrılığ	Ihlamur, ardıç, papatya, karanfil, zencefil, ekinezya
Depresyon, Stres	Melisa, kantaron, anason, rezene, papatya, lavanta, şerbetçiotu
Yüksek Şeker	Mahlep, mersin, kudret narı, tarçın
Yüksek Kolesterol	Yeşil çay, biberiye, zencefil, kuşburnu, kekik, üzüm çekirdeği

Mahlebin zambak kısmı öksürük kesici ve bağırsak iltihaplarını onarıcı etkiye sahiptir (Meraller, 2010). Mahlep meyvesi azot bakımından zengin ve nişasta içeriği bakımından az olması sebebiyle şeker hastalığı ve mide hastalığı tedavisinde önemli bir role sahiptir. Mahlep tohumunda nişasta oranının az miktarda bulunması sebebiyle antidiyabetik olarak kullanılır. Aynı zamanda tonik ve azot miktarı bakımından zengin olduğu için yöresel ilaçlarda kullanılmaktadır (Sezik ve Basaran, 1985; Jerković ve ark., 2011). Meyve sapı, yaprak, gövde ve çiçeklerinden hazırlanarak oluşan karışımlar, kış hastalıklarını gidermek amacıyla bitki çayı olarak kullanılmaktadır.

Mahlep bitkisinin, ağrı kesici, idrar sökücü, güç verici, balgam söktürücü gibi aktiviteleri vardır. Islatılmış mahlep tohumlarının ise, çocuklarda ishal kesici özelliği olduğu düşünülmektedir. Ayrıca astım, nefes darlığı, böbrek sancısı, karaciğer rahatsızlıkları ve karın ağrılarına da iyi gelmektedir (Ayoub ve Barbiker, 1981; Miraldi ve ark., 2001; Çakılcıoğlu, 2007; Shams ve Schmidt, 2007; Mariod ve ark., 2010). Odunlarından meydana gelen sakızlar, gastrit hastalığında kullanılmaktadır. Mahlep tohumu, esansiyel aminoasitler bakımından ve protein açısından oldukça zengin bir kaynaktır. Mineral bakımından ele alındığında kalsiyum, magnezyum ve potasyumun majör bileşenler olduğu belirlenmiştir. Kemik yapısı açısından günlük önemli kalsiyum ihtiyacımızın %16'sını karşılamaktadır. Magnezyum minerali bakımından ise günlük ihtiyacımızın %28,9'unu karşılamaktadır (Anonim, 1989; Mariod ve ark., 2009).

2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Çalışmada Kullanılan Bitki Örneği

Bu çalışmada, Mardin ilinde yetişen Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) bitkisi incelenmiştir. Bitkini toprak üstü kısmı (meyve) kullanılmıştır. Bitki kurumuş halde aktardan hazır olarak satın alınmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışmada kullanılan mahlep meyvesi

2.1.2 Araştırmada Yer Alan Test Mikroorganizmaları, Temini ve Saklanması

Yapılan analizlerde yer alan ve aşağı kısmında olan fungal bakterilerin saf haldeki izolatları Amerika Birleşik Devletleri Tarım Araştırma Servisi Kültür Koleksiyonu (NRRL), Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu (ATCC) ve Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi ve ticari kültür depolarından getirilmiştir. Bakteri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Bacillus subtilis* NRRL B-4378, *Streptomyces griseolus* NRRL B-1062, *Pseudomonas citronellosis* NRRL B-2504, *Bacillus velezensis* NRRL B-14580, *Gordonia rubripertincta* NRRL B-3906, *Escherichia coli* ATCC 8739, maya olarak *Candida albicans* ATCC 90028, *Candida glabrata* ATCC 2001, *Candida krusei* ATCC 6258 izolatlarından yararlanılmıştır.

Araştırma için kullanılmış olan bütün mikroorganizmalar -85°C'de ve %15 gliserolde muhafaza edilmiştir. Analizlerde fungal ve bakteri kültür izolatlarının devamlılığı için MHA (Sigma M-9552), SDA (Sabouraud dekstroz agar) (Fluka 84088), Nutrient agar

(NA) (Merck 1.05450.0500) ile Patates dekstroz agar (PDA) (Merck 1.10130) besiyerlerinden faydalanılmıştır. Yine belirli zaman aralıklarıyla fungal ve bakteri kültür izolatlarının alt kültürleri elde edilerek +4°C’de bekletilmiştir. Antibakteriyel aktivite özellikleri tespitinde besiyerlerinden ve mikrodilüsyon metotları için RPMI-1640 ortamından faydalanılmıştır.

2.1.3 Araştırmada Kullanılan Bazı Kimyasal Maddeler

Analizlerde bulunan bütün kimyasal maddeler analitik derecede saflıkta olup neokuproine, NaOH, etil asetat, dietil eter, metanol, etanol Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Steinheim, Germany) ve Merck (Darmstadt, Germany) gibi satıcılarından tedarik edilmiştir. Folin-Ciocalteu’s, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), TPTZ (2,4,6-tri (2-piridil)-S-triazin), phenol reaktifi, Fluka Chemie GmbH (Buchs, Switzerland)’dan temin edilirken 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil kroman-2-karboksilik asit (Trolox®) ise Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Steinheim, Germany) satıcısından temin edilmiştir. Kullanılan diğer kimyasallardan sodyum karbonat, H₂SO₄, HCl, ferrik klorür, sodyum asetat, KCl, karbon tetraklorür ve glacial asetik asit Merck (Darmstadt, Germany) satıcısından temin edilmiştir.

2.1.4 Mikroorganizmaların çoğaltılmasında yararlanılan besiyer materyalleri

İzolat suş depolarından Mueller hinton agar (MHA) besiyerinden bakteri izolatları, petride hazır halde bulunan agar üzerinden fungal izolatlar temin edilmiştir. Temin edilen fungal izolatlar PDA besiyerine, bakteri izolatları MHB (Mueller hinton broth) (Merck 1.10293) sıvı izolat materyallerine aktarım yapılarak mikroorganizma çoğaltma işlemi yapılmıştır (Özşen, 2011). Araştırmada bulunan maddelerin belirlenen bakteriler ve fungala karşı antibakteriyel özelliklerinin tespitinde Klinik ve Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI)’nde belirlenen metotlar esas alınmıştır. Bu esas alınana metotlardan mikrodilüsyon yöntemleri, bakteriler M100-S16, funguslar M38-A2 ve mayalar M27-A2 gibi faktörlerde değişiklikler yapılarak analizleri yapılmıştır (M38-A2, 2008; M100-S16, 2006; M27-A2, 2002). Antifungal deney analizleri için standart ilaç olarak amfoterisin B ve ketokonazol, antibakteriyel analizler için ise standart ilaç olarak kloramfenikol ve tetrasiklin kullanılmıştır.

2.1.5 Araştırmada Faydalanılan Cihaz ve Aletler

Araştırma kapsamında kullanılan kimyasal malzemeler, makineler ve tedarik edilen satıcılar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada Kullanılan cihazlar, marka ve modelleri

Cihaz Adı	Marka / Model
HPLC	IKA, China
GG-MS	Shimadzu QP 2010, Japan
Evaporatör	Elite LaChrom, Hitachi, Japonya
Çalkalayıcı	Heidolph
UV-VIS Spektrofotometre	Shimadzu, Japan
Etüv	Binder ED 53, Germany
Karıştırmacı Su Banyosu	Nüve, ST402, Ankara, Türkiye
Manyetik Karıştırmacı	IKA, China
Vorteks Karıştırmacı	Labnet VX 100, Inc. NJ, USA
Yarı otomatik Pipet	Eppendorf
Hassas Terazı	IKA, China

2.1.6 Numune Çözeltisinin Hazırlanması

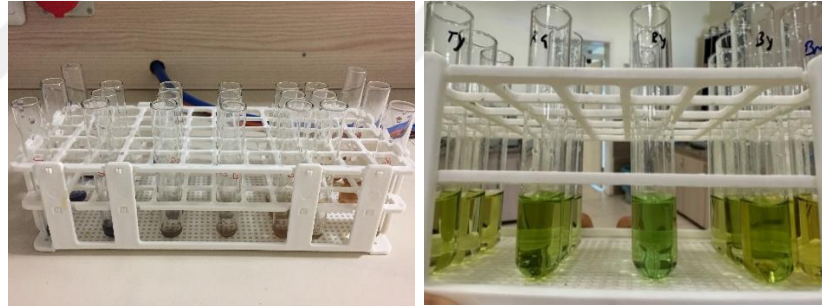
Prunus mahaleb L. bitkisi aktardan temin edilerek meyve kısmı bıçaklı blender ile toz haline getirilmiştir. Toz formundaki *Prunus mahaleb* L. miktarı 10,17 g olacak şekilde tartılarak ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Ardından metanol çözücü içerisinde 24 saat boyunca çalkalayıcıda karıştırma işlemi yapılarak özütleme işlemi tamamlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi bitince basit bir süzgeç kağıdı ile süzülerek belirli bir hacime ulaşıncaya kadar metanol ile muamele edilmiştir (şekil 10). Sonuç olarak hazırlanmış bu bitki ekstraktı için Toplam Flavonoid, FRAP, DPPH•, CUPRAC ve Toplam Polifenol gibi farklı metotlardan faydalanılarak antioksidan içeriklerini belirlemek üzere bazı deneyler ve çalışmalar gerçekteşirilmıştir.



Şekil 10. Analizler için bitki ekstraksiyon işlemi

2.2 Antioksidan Tayinleri

Prunus mahaleb L. bitkisinin meyve kısmındaki antioksidan özellikleri belirlemek amacıyla toplam fenolik madde tayini ve toplam flavonoid miktarı, FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemi gibi farklı yöntemlerle çalışılarak antioksidan aktivite analiz çalışmaları yapılmıştır. (Şekil 11) ve UV/VIS Spektrofotometre cihazı (Şekil 12) kullanılarak antioksidan içerikleri belirlenip absorbans değişimleri ölçülmüştür.



Şekil 11. Antioksidan deney çalışmaları



Şekil 12. UV/VIS spektrofotometre cihazı

2.2.1 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Toplam fenolik madde içerik miktarı Tablo 3'te belirtildiği gibi 1977 yılında yapılan araştırmalar sonucunda araştırmacıların belirlediği analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır (Slinkard ve Singleton, 1977). Belirlenen yöntemle göre örnek içerisindeki toplam çözünebilir fenolik bileşik, Folin-Ciocalteu bileşiği ile 760 nm absorbansta renkli görünümde büyük bir karmaşık kompleks oluşturmaktadır. Bu özellikten faydalanılarak gallik asit standardı ile çalışma grafiği hazırlanmış olup belirtilen grafiğe göre elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Tablo 3. Toplam fenolik içerik analizinin deney koşulları

	Kör	Standart	Numune
Saf Su	700 µL	680 µL	680 µL
Standart (çeşitli konsantrasyonlarda)	-	20 µL	-
Numune	-	-	20 µL
0,5 N Folin Reaktifi	400 µL	400 µL	400 µL
Tüpleri karıştırıp, 3 dakikalık inkübasyondan sonra			
%10 Na ₂ CO ₃	400 µL	400 µL	400 µL
Örnekler 2 saat bekletildikten sonra 760 nm absorban kullanılarak ölçüm yapılır.			

2.2.2 Toplam Flavonoid Madde İçerik Tayini

Örneklerin toplam flavonoid madde içerik oranları belirlenirken Zhishen ve arkadaşları tarafından kullanılan yöntem ile tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu metota göre flavon ve flavonollerin yapısında bulunan hidroksil grupları ve keto grubunun alüminyum klorür bileşiği ile asidik ortamda reaksiyona girmeleri ile kararlı bileşik oluşmaktadır. Aynı zamanda alüminyum klorür fenolik bileşik olan flavonoidin içerdiği dihidroksil yapıları ile de kimyasal bir bileşik oluşturmaktadır.

Yapılan analizlerde standart olarak 1-0,03125 mg/mL konsantrasyonuna sahip kuersetin bileşiğinden yararlanılmıştır. Bu konsantrasyonlara karşılık gelen absorban değerlerinden faydalanılarak analizler için standart çalışma grafik eğrisi oluşturulmuştur (Zhishen ve ark., 1999).

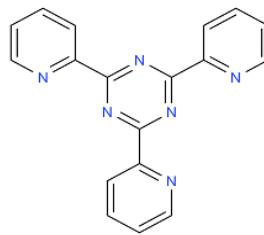
Tablo 4. Toplam flavonoid içerik analizinin deney koşulları

	Kör	Standart	Numune
Bitki numunesi	–	–	0,5 mL
Std.	–	0,5 mL	–
Metanol	4,8 mL	4,3 mL	4,3 mL
%10 Al(NO ₃) ₃	0,1 mL	0,1 mL	0,1 mL
1M			
NH ₄ CH ₃ COO ⁻	0,1 mL	0,1 mL	0,1 mL

40 dk. bekledikten sonra 415 nm absorbansta ölçümler yapılır.

2.2.3 FRAP (Fe⁺³ İndirgeme Gücü) Analizi

Bu metotla FRAP yöntemi deney koşulları gerçekleştirilmiştir (Benzie ve Strain, 1996) (Tablo 5). Demir iyonu tripiridiltriazin (Şekil 13) ile kompleks oluşturarak demirin indirgenmesi temeline dayanır. Böylelikle pH değeri düşük olan ferrik tripiridiltriazin yapısı (Fe⁺³-TPTZ) mevcut olan antioksidan maddeler aracılığıyla ferröz yapısına (Fe⁺²-TPTZ) indirgenmesi gerçekleşir. Oluşan bu yapının 593 nm’de gösterdiği absorban değeri kaydedilir. Böylece bileşikteki elektron kaybının antioksidan bileşenlerin toplam indirgeme gücü ile dengeli ve orantılı olduğu düşünülür. Bu metodun olumsuz tarafı ise okside olan bir substratı içermediğinden ötürü antioksidan maddelerin koruyucu etkileri açısından bilgi sağlanamaz (Huang ve ark., 2005; Benzie ve Strain, 1996). Bitkinin metanol içerisindeki ekstrenin deney sonucunda meydana gelen FRAP sonucu TEAC (Troloks eşdeğeri) değer olarak µmol Troloks /g numune olmak suretiyle şekilde verilmiştir.



Şekil 13. TPTZ (Tripiridiltriazin)

Tablo 5. FRAP metodunun deney şartları

	Kör	Standart	Numune
FRAP Reaktifi	3 mL	3 mL	3 mL
Numune	-	-	100 µL
Troloks (Değişen kons.)	-	100 µL	-
Destile Su	100 µL	-	-
4 dakika bekletildikten sonra 593 nm absorbans kullanılarak ölçüm yapılır.			

2.2.4 CUPRAC (Cu²⁺) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite) Analizi

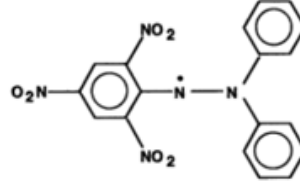
Bu metotta Neokuproin-Nc'nin (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin) Cu²⁺ ile birlikte karmaşık bir kompleks oluşturur. Oluşan bu yapı Cu²⁺ neokuproin (Cu²⁺-Nc) absorbans olacak şekilde 450 nm'de Cu¹⁺-neokuproin [Cu¹⁺-Nc] kelatına elektron indirgenme kapasitesinden yararlanılarak antioksidan özellikleri ölçülmektedir (Apak ve ark., 2004) (Tablo 6). Bu analiz için standart 1-0,03125 mM konsantrasyonunu içeren TEAC (Troloks® bileşiminden faydalanılmıştır. Sonuçta ortaya çıkan değerler TEAC (Troloks® eşdeğeri antioksidan özellik) cinsinden yazılmıştır.

Tablo 6. CUPRAC metodunun deney koşulları

	Kör	Standart	Numune
10mM CuCl ₂	1 mL	1 mL	1 mL
7,5 mM Neokuproin	1 mL	1 mL	1 mL
NH ₄ CH ₃ COO ⁻ Tamponu (1M pH 7,0)	1 mL	1 mL	1 mL
Standart	-	0.2 mL	-
Numune	-	-	0.2 mL
Su	1.1 mL	0.9 mL	0.9 mL
60 dakika beklemeden sonra 450 nm absorbansta ölçümler alınır.			

2.2.5 DPPH• Radikali Süpürme Etkisinin Analizi

Hazır bir Şekilde temin edilen 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH•) (Şekil 14) kimyasalı czc amacıyla kullanılan metanol içerisinde konsantrasyon 4 mg/100 mL olmak üzere hazırlanmıştır.



Şekil 14. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)

Bitkiden meydana gelen ekstraktların değişen konsantrasyonlarında clıŐılarak bu örneklerin üzerine eŐit miktarda 750 µL DPPH• czeltisi eklendi. Oda koŐullarında ve karanlıkta 1 saat inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin bitiminde DPPH•'ın absorbansının en yüksek verildiği 517 nm'de ölçümler yapıldı. Numunenin czldğ DPPH• ve metanol czeltisinde kr numune hazırlandı. Sonra konsantrasyonlara karşı üretilen absorbanslar grafiği czildi (Molyneux, 2004). Bu grafiğin oluŐmasıyla %50 inhibisyon olarak isimlendirilen IC₅₀ sayıları mg/mL cinsinden hesap edilerek verildi. Troloks, bu radikal temizleme testinde standart olarak kullanılmıştır. Bu grafikten ortaya ckan sonuçlara göre standart olarak kullanılan troloksun değeri ile örnek konsantrasyon değeri birbirine ne kadar yakın değerde ise DPPH• antioksidan aktivite özelliği o kadar iyi denilmektedir.

2.3 Antimikrobiyal Aktivite Analizi

Prunus mahaleb L. bitkisinin meyve kısmının antimikrobiyal ve antifungal kapasitelerini incelemek üzere in vitro ortamında Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) tarafından belirlenen sıvı mikrodilüsyon yönteminden yararlanılmıştır (Amsterdam, 1996). Antimikrobiyal madde olarak tetrasiklin ve kloramfenikol bileşiklerinden yararlanılırken, antifungal madde olarak ketokonazol ve amfoterisin B bileşiklerinden yararlanılmıştır. Bu standartların temin edildiği yer Sigma adlı satıcıdır. Bu clıŐmada kullanılan bütün deneyler iki bağımsız testte ve iki kere tekrarlanmak üzere tayin edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Antimikrobiyal aktivite deney çalışmaları

2.3.1 Maya Suşları Açısından Sıvı Mikrodilüsyon Testi

CLSI Broth mikrodilüsyon analizi M27-A2 kuralındaki gibi 96 tane oyuklu mikrotiter plaklar, RPMI-1640 (Sigma, Almanya) ortamı ve $0.5-2.5 \times 10^3$ hücre/mL’de aşılama yapıldı. Mahlep bitkisinin son konsantrasyonları 15.63 ile 4000 $\mu\text{g/mL}$ biçimindedir. 37°C 'de MİK değerleri 24 saat beklemenin ardından elde edildi. %100 tam büyüme inhibisyonu ile minimum düzeyde konsantrasyon olacak biçimde MİK değerleri verildi (M27-A2, 2002).

2.3.2 Bakteriler İçin Sıvı Mikrodilüsyon Testi

Bu analiz, CLSI, M100-S16 literatürüne göre yapılmıştır (M100-S16, 2006). *Prunus mahaleb* L. bitkisinin minimum düzeyde inhibe edici konsantrasyonu (MİK), sıvı mikrodilüsyon metodu ile 96 oyuklu mikrotiter plaklar kullanılarak tayin edildi. Çift kuvvetli Mueller- Hinton suyu (MHB) (Merck, Almanya) içinde bakteriyel solüsyonlar, bütün gece boyunca büyümüştür ve türbido yardımı ile metrik türünden değeri $10^8\text{CFU}/\text{mL}$ 'ye (Mac Farland No: 0.5 kullanılarak) sabitlenmiştir. Deney örneği %10 DMSO’da çözülerek MHB içine konsantrasyonu 15.63-4000 $\mu\text{g/mL}$ olmak şartıyla seyreltildi. DMSO’dan negatif kontrol için yararlanılmıştır. Süspansiyon için iki kez 100 L MHB içerisinde seyreltme yapıldı ve bakteriyel izolatlarla aşılama işlemi yapılarak 37°C 'de 24 saat inkübe edildi. Sigmadan alınan Resazurin çözeltisi eklenerek MİK’ler kontrol edildi. MİK son değeri tam büyüme inhibisyonu ile minimum düzeyde konsantrasyon olarak verildi. Bu antimikrobiyal deneylerden açığa çıkan değerler Sigmadan alınan standart kloramfenikol ve amfoterisin B gibi bileşiklerin değerleriyle karşılaştırıldı.

2.4 Uçucu Yağ Bileşiklerinin Analizi

2.4.1 Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MS)

Bu analizde marka olarak Shimadzu QP2010 Plus kromatografisi kullanılmıştır. Bu aletin kolonu TRB-5MS kılcal kolon (30m x 0.25mm, film kalınlığı, 0.25 um)'dur. Shimadzu QP2010 Plus gaz kromatografisi, bir Shimadzu QP2010 Ultra kütle seçici dedektörüne bağlanarak analiz gerçekleştirilmiştir. Bölme modu ile tayin yapılmış ve bölme miktarı 1:30 şeklinde belirlenmiştir. İlk ısıtma süresi kullanılan fırın programında 2 dakika ve 40 °C, sonradan 3 dakikada sıcaklık 240°C'ye yükselmiştir. Son ısıtma mekanizmasında 4 dakika 250°C'de örnek tutularak 55 dakika sürede deney tamamlanmıştır. Enjektör ve kütle transfer hat sıcaklıkları 250°C ve 200°C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak sabit akış değeri 1 mL/dakika olan %99,999'luk helyum kullanılmıştır. Bu analiz elektronik darbe aralığında (EI) gerçekleşmiştir. Kütle elde etmek amacıyla kullanılan değerler 40-400 m/z aralığı ile 70 eV iyonizasyon gerilimi gibi değerlerdir (Renda ve ark., 2016).

2.4.2 Katı Faz Mikroekstraksiyon Metodu (SPME)

Diğer yöntemlerle kıyasladığımızda bu faz daha pratik, ucuz, çözücüye ihtiyaç duyulmayan ve daha kısa sürede tamamlanan bir tayin yöntemidir. Bu sebeple bu tez çalışmasında SPME metodu (Şekil 16) uçucu bileşen analizi için kullanılmıştır.

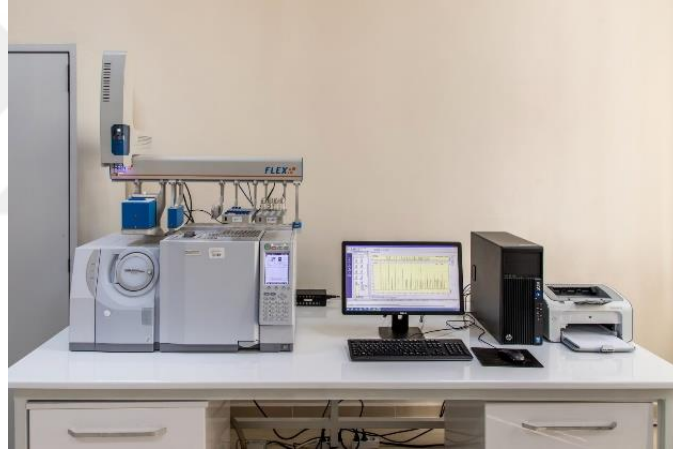
Prunus mahaleb L. bitki maddesi mahlep (5g), blender ile küçük parçalara ayrılarak septum kanatçıklı ağzı kapalı, silikon-kauçuk bir cam şişeye (10mL) eklendikten sonra üst boşluk bölümü, katı fazlı mikro ekstraksiyon aletine konuldu (Supelco, USA). Üst boşluk bölümünde bir DVB/Karboksen/PDMS kaplama lifi eklendi ve esansiyel bileşikler meydana gelmesi amacıyla kullanıldı. Daha sonra SPME lifleri, GC enjektöründe 5 dakika boyunca 250 °C'de sıcaklığa konuldu. 5 dakika ve 10 dakika bekleme sonucunda 80 °C sıcaklıkta manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak ekstraksiyon gerçekleştirildi.

Esansiyel maddelerin ekstratlarına sahip elyaf sonrasında GC enjektörüne (Şekil 17) ilave edildi. Akış hızı 1 mL/dak olacak şekilde helyumdan, taşıyıcı gaz olarak yararlanıldı. Enjeksiyon işlemi bölme kısmında (1:30) 250 °C'de yapıldı. Analiz

sonucunda bitki numunesi tayin edilerek sonuç rapor halinde belirlenmiştir. Özütleme, bekleme süresi ve sıcaklık gibi faktörler Renda ve ark. tarafından sunulan çalışmadaki koşullara göre yapıldı (Renda ve ark., 2016).



Şekil 16. SPME Enjektörü (Arthur ve Pawliszyn, 1990)



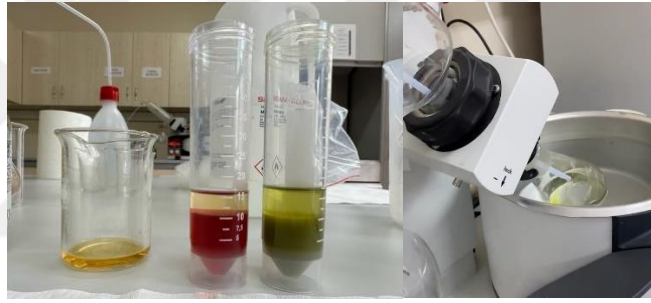
Şekil 17. GC/MS cihazı

2.4.3 Bileşenlerin Aydınlatılması

Kovats metodu (C7-C30 alkan standartlarını kullanan yöntem) ile maddelerin alıkonma indeksleri temin edildi (Kovats, 1958). FNSC 1.3 kütüphane verilerinin (FFNSC, 2008), bileşiklerin yapısındaki kütle spektrumları ile karşılaştırılması ile esansiyel yağların bileşenleri belirlenmiştir.

2.5 Fenolik Bileşiklerin HPLC-UV Kullanılarak Belirlenmesi

Bu tayinde *Prunus mahaleb* L. bitkisinin özütü metanol içinde çalkalayıcı üzerinde 24 saat karıştırılarak yapılan ekstraksiyon işlemi sonucunda elde edildi. Daha sonra süzgeç kağıdı ile metanolik kısım süzülerek çözücü görevindeki metanol, döner buharlaştırıcı yardımıyla uzaklaştırılarak kalan kalıntı kısmına pH'ı 2 olan 10 mL destile su eklenmiştir. Daha sonra hacimce 5'er mL kullanılarak 3'er defa sırasıyla etilasetat ve dietileter çözücü maddeleriyle ekstraksiyon işlemi yapıldı (Şekil 18). Ekstraksiyon işleminden sonra meydana gelen kalıntı, cam evaporatör balonuna konularak çözücülerini 45 °C sıcaklığındaki döner buharlaştırıcı mekanizmasında uçuruldu (Şekil 18). Ardından balon içinde bulunan ekstrakt kalıntısı 2 mL metanolla muamele sonucu çözüldükten sonra örnek 0,45 µm filtreden süzülerek HPLC-UV ile birlikte fenolik bileşen madde analizleri gerçekleştirildi.



Şekil 18. Ekstraksiyon ve çözücü buharlaştırma işlemi

HPLC-UV tayini dalga boyu 280-315 nm olmak üzere UV-VIS dedektör ile birçok donanıma sahip (Elite LaChrom Hitachi, Japonya) HPLC cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 19). Bu tayinler ters faz C18 kolonu (150 mm x 4,6 mm, 5µm; Fortis) alınarak asetik asit, su ve asetonitrille gradient program seçilerek gerçekleştirilmiştir. Gradient program içeriğinde aletin A rezervuar bölümünde asetik asit (%2), B rezervuar bölümünde de asetonitril-saf su (%70-30) bulunmaktadır. İlaveten numunelerin enjeksiyon için hacmi 20 µL'ye ayarlanarak kolon fırınında 0.75 mL.dk⁻¹ mobil faz akış hızı, 30 °C kolon sıcaklığı, olacak şekilde optimum koşullar hazırlanmıştır (Can ve ark., 2015).



Şekil 19. Analizde kullanılan HPLC-UV cihazı

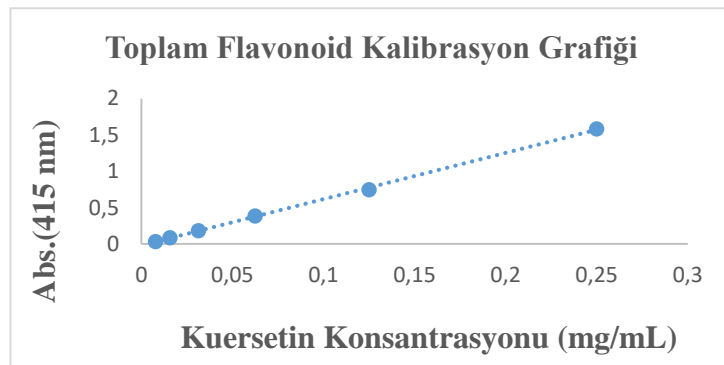
3 BULGULAR

3.1 Antioksidan Özellik Belirleme Çalışmaları

Bu tez araştırmasında *Prunus mahaleb* L. bitki meyvesi için yapılan analizler sonucunda antioksidan aktivite içerikleri belirlenmiştir. Antioksidan aktivite içerikleri tespiti için UV spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Analiz edilen örneklerin metanol ekstraksiyonları sonucunda hesaplanan toplam flavonoid mg kuersetin/g numune olarak, toplam polifenol mgGAE/g olarak, CUPRAC değeri mmolTroloks/ g numune olarak, DPPH• değeri IC₅₀ mg/mL ve FRAP değeri µmolTE/g olarak hesaplanmış olup analiz sonuçları Tablo 7, Tablo 8 ve Şekil 24'te gösterilmiştir.

3.1.1 Toplam Flavonoid Miktarı

Bu tayin için Kuersetin standart bileşik kullanılmıştır. Konsantrasyon değerleri x-ekseninde ve 415 nm'deki absorbans değerleri y-ekseninde olmak üzere standart bir grafik çalışması oluşturulmuştur. Grafik sonucu meydana gelen doğrunun denklemi $y = 6,3568x + 0,0196$ ve R² değeri 0,9994 olacak şekilde hesaplanmıştır (Şekil 20). Toplam flavonoid madde içerik miktarı mg türünden Kuersetin eşdeğeri olacak şekilde belirlenmiştir.

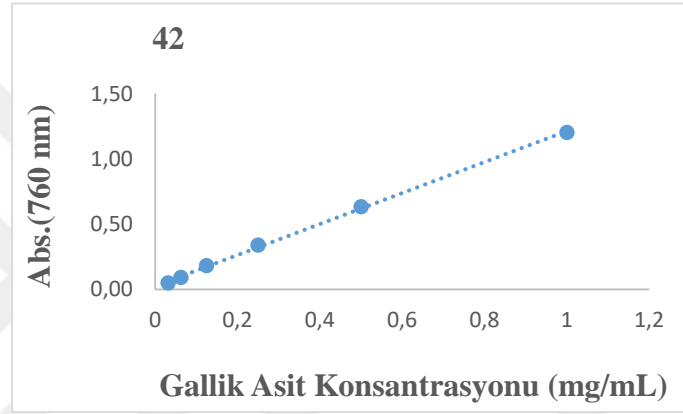


Şekil 20. Toplam flavonoid tayini kalibrasyon grafiği

Grafikten elde edilen bulgulara göre *Prunus mahaleb* L. bitkisinin toplam flavonoid madde içeriği $0,56 \pm 0,02$ mg kuersetin/g numune olarak belirlenmiştir.

3.1.2 Toplam Fenolik Madde Miktarı

İlk olarak deney için numunenin metanolik ekstraktı hazırlanmıştır. Bu tayinde gallik asit standart olacak şekilde kullanılmıştır. Konsantrasyon değerleri x-sütununda iken 760 nm’de ölçülmüş olan absorbans değerleri ise y-sütununda olacak şekilde deney için bir grafik çizilmiştir. Meydana gelen absorbans değerleri grafikte konsantrasyon değerleriyle doğru orantılı bir biçimde oluşan doğrunun denklemi $y = 1,1865x + 0,0253$ ve R^2 değeri 0,9991 şeklindedir (Şekil 21). Bu standart çalışma grafiğinden faydalanılarak 100 g numunenin içerisindeki fenolik madde miktarı mg cinsinden gallik asit eşdeğeri olacak biçimde yazılmıştır.

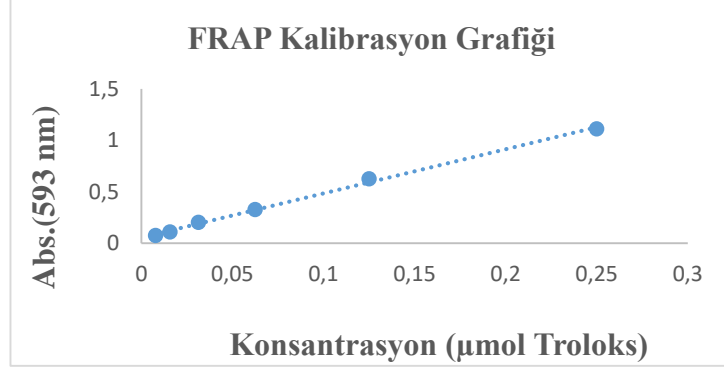


Şekil 21. Toplam polifenol kalibrasyon grafiği

Toplam fenolik madde analizi sonucunda Tablo 7’de görüldüğü gibi *Prunus mahaleb* L. bitkisi için $1,02 \pm 0,14$ mgGAE/g numune olarak ölçülmüştür.

3.1.3 FRAP Deneyi Sonucu

Ferric Reducing Antioxidant Power “FRAP” metodu olarak adlandırılan bu metotta Fe (III)-TPTZ yapısının indirgeme kapasitesi açığa çıkarıldı ve bu metot ile 1 mmol. L^{-1} Troloks eşdeğeri Fe^{+3} indirgeme gücüne sahip antioksidan konsantrasyon değeri bulunmuştur. Troloksun birçok konsantrasyonlarından yararlanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Meydana gelen grafik aşağıdaki gibidir (Şekil 22).

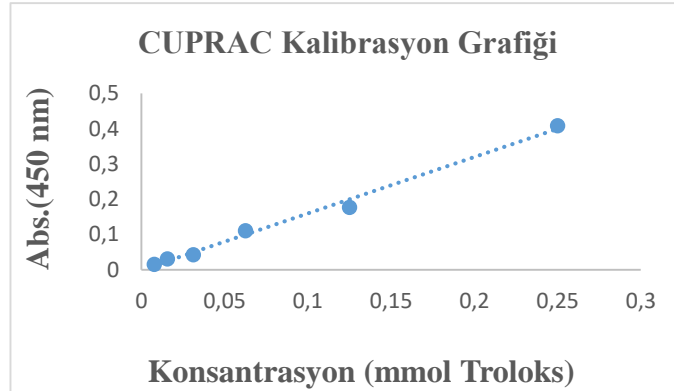


Şekil 22. FRAP kalibrasyon grafiği

Tablo 7’deki gibi FRAP testi sonucuna göre *Prunus mahaleb* L. bitkisi $0,02 \pm 0,00$ µmol FeSO₄.7H₂O/g numune değeri ile antioksidan aktivite özelliği göstermiştir.

3.1.4 CUPRAC Deneyi Sonucu

Cu⁺² neokuproin yapısının (Cu⁺² Nc), 450 nm’de en yüksek absorbans gösteren Cu⁺¹-neokuproin [Cu⁺¹-Nc] yapısına elektron vererek indirgenme özelliğinden faydalanılarak antioksidan özellik hesaplandı. Kalibrasyon eğrisi için troloksun çeşitli konsantrasyonlarından yararlanıldı ve bu şekilde oluşan çalışma grafiği aşağıda verilmiştir (Şekil 23).



Şekil 23. CUPRAC kalibrasyon grafiği

Tablo 7’deki gibi CUPRAC testi sonucunda *Prunus mahaleb* L. bitkisinin $0,12 \pm 0,01$ mmol TEAC/g numune değeri ile antioksidan aktivite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

3.1.5 DPPH• Deneyi Sonucu

Ticari anlamda hazır temin edilen DPPH• (2,2-difenil-1-pikhidrazil radikali), radikal temizleme aktivitesinde çoğunlukla kullanılan bileşiklerden biridir. DPPH• testinde artan numune konsantrasyonları x-ekseninde, 517 nm için ölçülmüş değerler ise y-ekseninde olmak üzere grafik çizildi. Çizilen bu grafik sayesinde en yüksek absorbansın yarısına kadar denk gelen örnek konsantrasyonu IC₅₀ halinde gösterildi. Örneğin mg/mL cinsinden değerleri bulunarak antioksidan aktivite için karşılaştırma yapılmıştır. Bu tayinde küçük IC₅₀ değeri, yüksek radikal temizleme kabiliyetine denk gelmektedir. Yani ne kadar küçük örnek kullanıp o kadar çok radikal giderilirse, bu da örneğin antioksidan yeteneğinin o kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

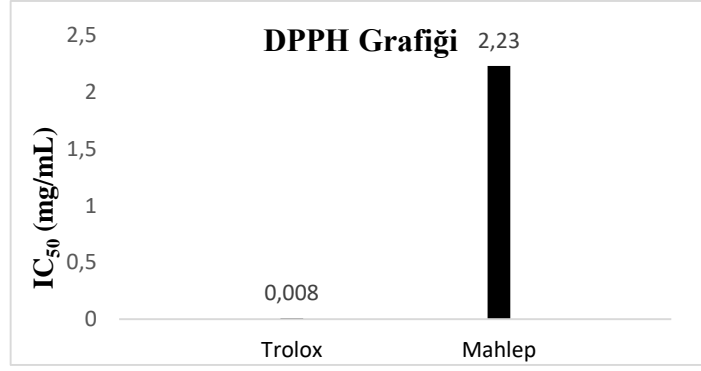
Bu test sonucu Şekil 24 ve Tablo 8'deki gibidir. *Prunus mahaleb* L. bitkisinin DPPH• testi sonucuna göre antioksidan aktivite IC₅₀=2,23 mg/mL olarak ölçülmüştür.

Tablo 7. Antioksidan aktivite sonuçları

Numune	Frap Testi (µmol FeSO ₄ .7H ₂ O/g numune)	Cuprac Testi mmol (TEAC/g numune)	Toplam Polifenol Analizi (mgGAE/g numune)	Toplam Flavonoid Analizi (mg Kuersetin/g num.)
Mahlep	0,02±0,00	0,12±0,01	1,89±1,48	0,56±0,02

Tablo 8. DPPH• antioksidan analiz sonuç değerleri

Numuneler	DPPH• Aktivite Sonucu (mg/mL)
Troloks	0,008
Mahlep	2,23



Şekil 24. DPPH• aktivite grafiği

3.2 Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları

Meydana gelen bitki ekstraktlarından antioksidan özellikleriyle beraber, üç tanesi maya suşu ve on tanesi bakteri olmak üzere on üç tane mikroorganizmaya karşı aktivite niteliklerine de bakılmıştır (Tablo 9). Bu çalışmada, antimikrobiyal içerik deneylerinde, biyofilm açığa çıkarıcı ve günümüzde pek fazla bilim adamları tarafından araştırma konusu olan mikroorganizmalar seçilmiştir. Antimikrobiyal analizler için MİK testi CLSI'dan (fungus izolatları için; M38-A2, maya suşları için; M27-A2 ve bakteri kültürleri için; M100-S16) faydalanılarak uygulanmıştır.

Tablo 9. *Prunus mahaleb* L. bitkisinin antimikrobiyal aktivite sonuçları (µg/mL)

Bakteri	Mahlep	Kloramfenikol	Tetrasiklin
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	-	0.5	0.125
<i>Proteus vulgaris</i> NRRL B-123	-	0.5	8
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	4000	0.125	0.25
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	-	1	8
<i>Bacillus subtilis</i> NRRL B-4378	-	0.125	0.125
<i>Streptomyces griseolus</i>	-	0.125	0.125
<i>Pseudomonas citronellosis</i>	-	1	0.25
<i>Bacillus velezensis</i>	-	4	4
<i>Gordonia rubripertincta</i>	-	0.125	0.25
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	-	0.25	1
Candida	Mahlep	Amfoterisin B	Ketokonazol
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	4000	0.25	0.0625
<i>Candida glabrata</i> ATCC 2001	2000	0.125	0.0625
<i>Candida krusei</i> ATCC 6258	2000	0.25	0.125

Antimikrobiyal tayin sonuçlarına göre, *Prunus mahaleb* L. bitki özütünün deneyde bulunan test bakteriler yerine candidalar üzerine daha iyi aktivite gösterdiğini, antifungal özellikte olduğu görülmüştür. Maya suşlarından olan, Cg (*Candida glabrata* ATCC 2001) ve Ck'ya (*Candida krusei* ATCC 6258) 2000 µg/mL değeriyle antifungal aktivite göstermektedir ve *Candida albicans* ATCC 90028'e karşı 4000 µg/mL değeriyle antifungal aktivite özelliği gösterdiği bulunmuştur. Test bakterileri içinden sadece *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 bakterisine 4000 (µg/mL) değeriyle antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiş ve diğer mikroorganizmalara karşı herhangi bir aktivite gösterdiği görülmemiştir.

3.3 Uçucu Yağ Bileşiklerinin Deney Sonuçları

Mardin ilinden elde edilen *Prunus mahaleb* L.den oluşan esansiyel yağın GC/MS tayini ile 26 tane bileşen tanımlanmıştır. Tanımlanan bileşikler monoterpen, monoterpenoidler, seskiterpen, lakton, macrolide, aldehit, ketonlar, alkoller, yağ asitleri, eter, esterler ve hidrokarbon olmak üzere on iki gruba ayrılmıştır ve Tablo 10'da gösterilmiştir. Kimyasal bileşenler, kütüphane araştırmasına (FFNSC, 2008) ve literatür verilerine dayanarak formüle edilmiştir.

Tablo 10. *Prunus mahaleb* L. uçucu yağının GC/MS'de belirlenen bileşenleri

No	Bileşikler	RT (dak) (Alıkonma zamanı)	Alan %	^a RI (İndeks)
Monoterpenler				
1	Limonene	12.269	0.38	1034
2	Menthone	17.080	0.43	1157
	Total		0,81	
Monoterpenoidler				
3	İso-isopulegol	17.948	0.56	1180
4	Carvone	20.457	0.29	1248
5	Piperitone	20.841	0.75	1267
	Total		1,6	
Seskiterpen				
6	Aromadendrene	28.572	0.31	1486
Lakton				
7	Gamma-Butyrolactone	8.010	0.22	916
Macrolide				
8	Ethylene brassylate	33.334	0.30	1642

Tablo 10. *Prunus mahaleb* L. bitki uçucu yağının GC/MS’de belirlenen bileşenleri (devam)

No	Bileşikler	RT (dak) (Alıkonma zamanı)	Alan %	^a RI (İndeks)
	Aldehit			
9	Tridecyl aldehyde	46.845	1.86	2162
	Ketonlar			
10	Acetoin	1.648	6.32	713
11	Benzylideneacetone	4.245	0.31	750
12	Menthallactone	27.329	1.37	1448
13	Civetone	52.351	1.35	2490
	Total		9.35	
	Alkoller			
14	2-Ethyl hexanol	12.384	0.39	767
15	Pelargol	17.820	0.28	1182
16	Myristyl alcohol	46.915	0.78	2165
17	Cetyl alcohol	50.066	0.32	2306
18	Nerolidol	52.270	0.34	2410
	Total		2.11	
	Yağ Asitleri			
19	Palmitic acid	42.166	3.35	1948
20	16-hydroxy-6-hexadecenoic acid omega lactone	45.465	0.63	2103
	Total		3.98	
	Eter			
21	(Z)-Anethol	21.969	18.74	1290
	Esterler			
22	Ethyl lactate	4.166	0.97	800
23	Diethyl phthalate	32.145	1.94	1601
24	Pentadecanolide	46.521	34.67	2147
	Total		37.58	
	Hidrokarbon			
25	Neodene	47.150	0.45	2175
	Diğer			
26	Tanımlamayanlar	47.110-53.140	0.26-7.71	
	Total		22.69	
	Total percentages	100		

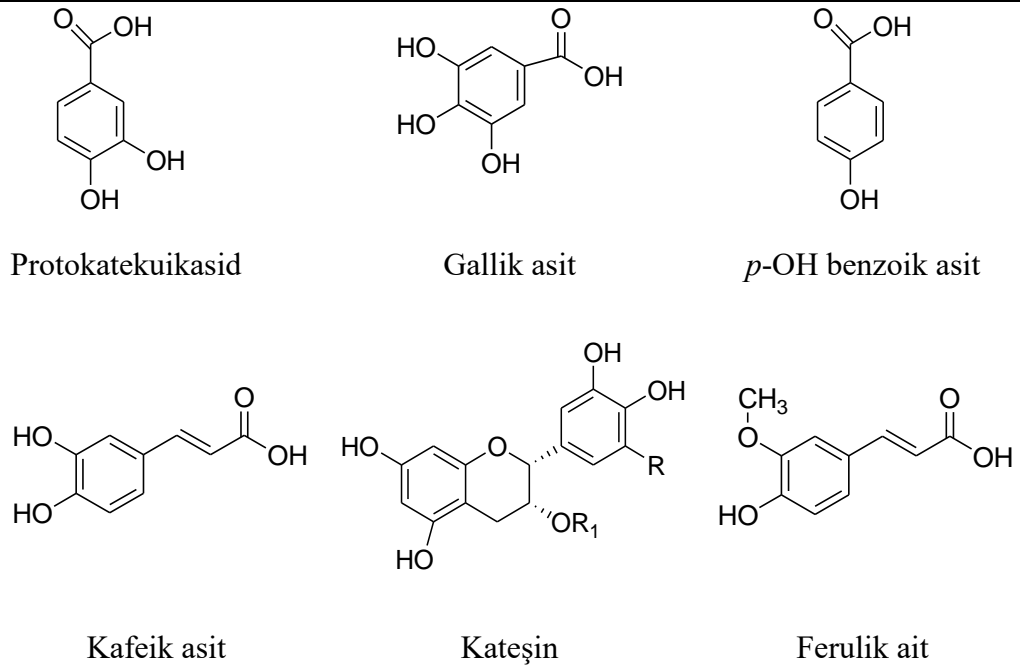
^aRI değerleri, polar olmayan TRB-5MS kolonunda, (C7-C30) alkanlarınkine göre alıkonma sürelerinden hesaplanmıştır. Kalın değerler ana bileşenleri temsil eder.

Elde edilen sonuçlara göre, kolondan ilk çıkan asetoin bileşiği iken (RT=1.648 dk), civetone bileşiği kolonda en uzun süre tutulmuştur (RT=52.351 dk). Bir ester olan pentadekanolid (%34,67), eter olan (Z)-anethole (%18,74), keton olan asetoin (%6,32) ve yağ asidi olan Palmitic acid (%3,35) bileşikler arasında en yüksek oranda olduklarından ana bileşenler olarak tanımlanmıştır. Diğer bileşenler; tridecyl aldehyde (%1,86), menthalactone (%1,37), civetone (%1,35) ve diethyl phthalate (%1,94) şeklinde bulunmuştur. Bileşenlerin geri kalanı ise içerik olarak %1'den azdır.

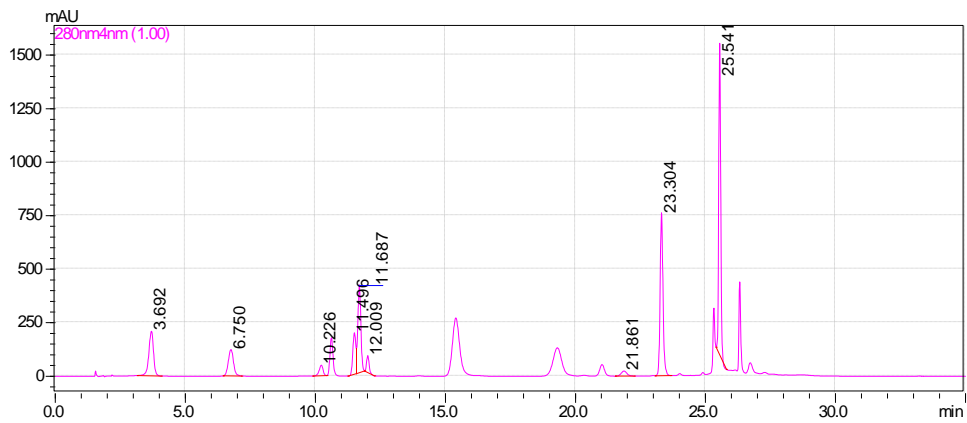
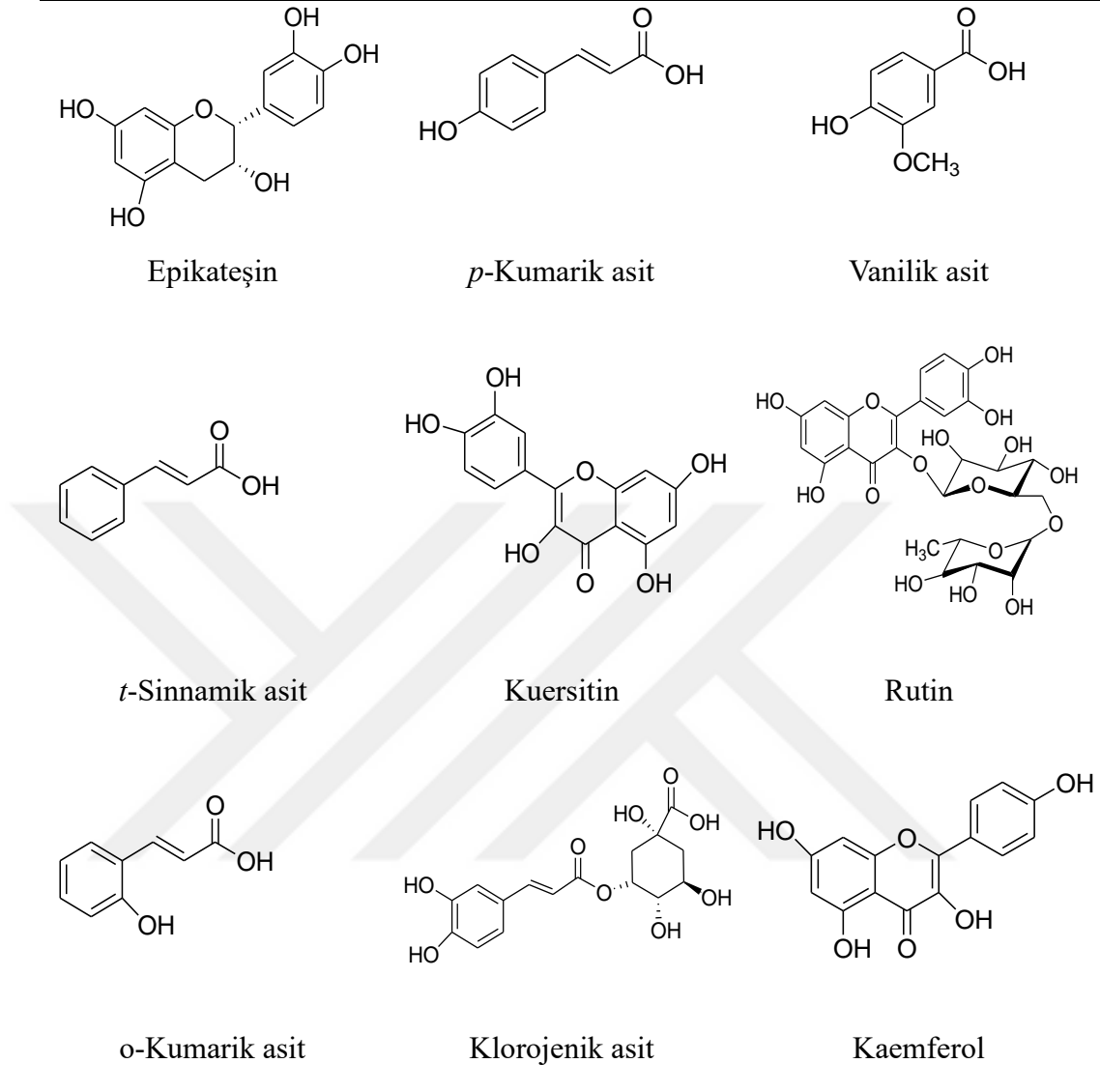
3.4 HPLC-UV ile Fenolik Bileşen Tayini Sonucu

Örneğin metanol içinde hazırlanan özütü döner buharlaştırıcıda çözücüsü uzaklaştırıldıktan sonra öncelikle etil asetat ve dietil eter ile ekstrakte edildi daha sonra geriye kalan kalıntı kısmına metanol ilave edildi ve HPLC-UV cihazına konuldu. Cihazda mobil faz olarak su, asetik asit ve asetonitril kullanıldı. Örneğin kolonu terk etme zamanı yani elüsyon değeri ile Tablo 11'de gösterilen 15 tane standart fenolik maddenin elüsyon değerleri karşılaştırıldı. Standartlara ait değişik dalga boyundaki kromatogramlar (Şekil 25, Şekil 26) ve fenolik bileşenlerin alıkonma zamanları (Tablo 12, Tablo 13) aşağıda verilmektedir.

Tablo 11. HPLC analizinde kullanılan fenoliklerinin kimyasal yapıları



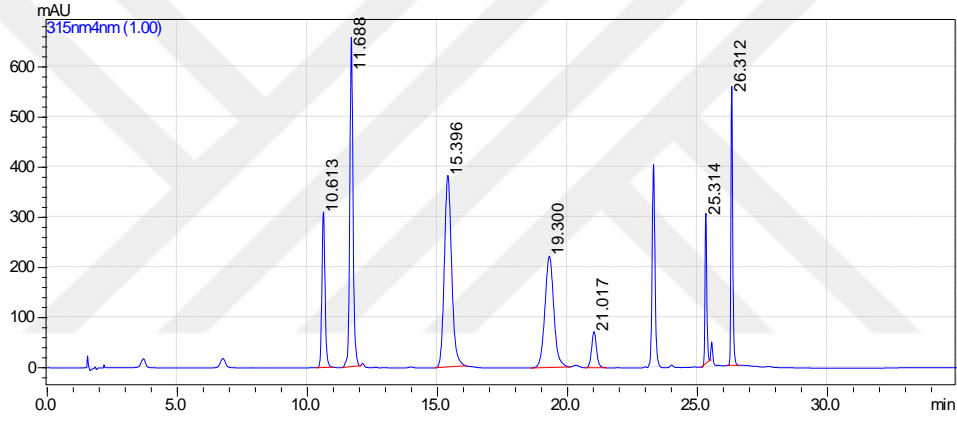
Tablo 11. HPLC analizinde kullanılan fenoliklerinin kimyasal yapıları (devam)



Şekil 25. 15 çeşit fenolik standartın 280 nm'deki HPLC-UV kromatogramı

Tablo 12. Standart fenoliklerin 280 nm’de görülen alıkonma zamanları

Bileşik	RT (Alıkonma zamanı)
1. Gallik Asit	3,70
2. Protokatekuik asit	6,75
3. Kateşin	10,22
4. Vanilik asit	11,49
5. Epikatesin	12,01
6. <i>p</i> -OH benzoik asit	21,86
7. <i>o</i> -kumarik asit	23,30
8. t-sinnamik asit	25,54



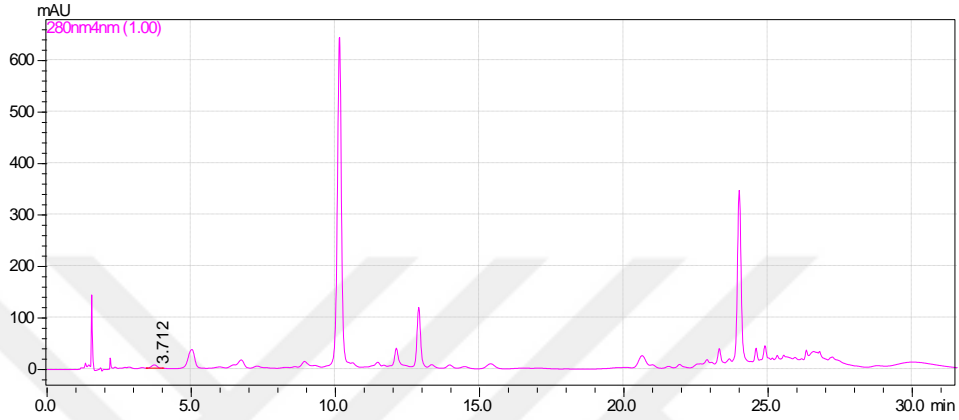
Şekil 26. 15 adet fenolik standartın 315 nm’deki HPLC-UV kromatogramı

Tablo 13. Standart fenoliklerin 315 nm’de görülen alıkonma zamanları

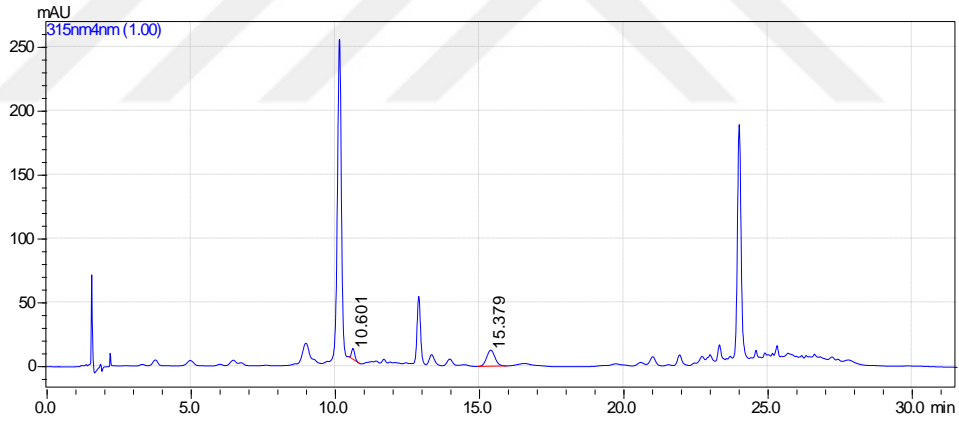
Bileşik	RT (Alıkonma zamanı)
1.Klorojenik asit	10,61
2.Kafeik asit	11,69
3. <i>p</i> -kumarik asit	15,39
4.Ferulik asit	19,30
5.Rutin	21,02
6.Kuersetin	25,31
7.Kaemferol	26,31

Bu HPCL analizi sonucunda, Şekil 27 ve Şekil 28’e bakıldığı zaman, kullanılmış olan 15 adet standart fenolik bileşik içerisinde, mahlep bitkisinde klorojenik asit, gallik

asit ve p-kumarik asit fenoliğinin bulunduğu tespit edilmiştir. Klorojenik asit miktarı 1,44 ppm olarak ölçülüp %0,3 miktarında bulunduğu gözlemlenmiştir. Gallik asit miktarı 1,85 ppm olarak ölçülmüş ve %0,4 miktarında bulunmuştur. P-kumarik asit miktarı ise 1,97 ppm olarak ölçülerek %0,4 miktarında olduğu tespit edilmiştir. Diğer 12 adet fenolik bileşiğe ise mahlep bitkisinde rastlanmamıştır.



Şekil 27. Mahlep bitkisinin 280 nm'deki HPLC-UV kromatogramı



Şekil 28. Mahlep bitkisinin 315 nm'deki HPLC-UV kromatogramı

4 TARTIŞMA

Prunus mahaleb L. bitkisi, ülkemizde gıda katkı maddesi olarak da tanınan mahlep olarak bilinmektedir. İçerdiği doğal ve etkili bileşenlerin özelliklerinden ötürü yıllar öncesinden bu yana, tedavi amaçlı tüketilmeye ve kozmetik alanında da kullanılmaya devam etmektedir.

Mahlebin yağsız çekirdeği içinde bulunan su fraksiyonunun toplam polifenol madde içeriğinin yaklaşık 66 mgGAE/g olduğu ve asetat fraksiyonunun ise toplam polifenol içeriği yaklaşık 72 mgGAE/g olduğu belirlenmiştir. Yapısal olarak mahlep çekirdeğinin içindeki fenolik bileşikler; klorojenik asit, kateşin, hidroksibenzoik asit, siringik asit ve para-kumarik asittir. Çekirdekte mevcut olan başlıca fenolik bileşik %91,3 oranıyla hidroksibenzoik asittir. Ayrıca yine mahlep çekirdeğinde p-kumarik asit (0,234 mg/100 g kuru ağırlık), (+)-kateşin (1,018 mg/100 g kuru ağırlık), siringik asit (0,125 mg/100 g kuru ağırlık) bulunmaktadır (Mariod ve ark., 2010). Mahlep bitkisinin tohumunda bulunan en önemli aroma bileşeni ise kumarinlerdir. Bileşiminde kumarin, dihidrokumarin ve herniarin (7-methoksikumarin) bulunmaktadır. Ayrıca yine bileşiminde çok düşük seviyede amigdalin (mandelonitrile- β gentiobioside) bulunmaktadır (Al-said ve Hifnawy, 1986; Aydın ve ark., 2002).

Bu araştırmada, Mardin'den temin edilen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin meyve kısmının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenleri ve uçucu yağ bileşenleri birçok yöntem ve analiz kullanılarak açığa çıkarıldı.

Çalışmanın başlangıcında *Prunus mahaleb* L. bitkisinin metanol özütleri hazır hale getirilerek bu ekstraktlarda FRAP, CUPRAC ve DPPH• radikal giderme aktivitesi gibi üç çeşit yöntemle antioksidan aktiviteleri kapsamlı bir şekilde incelendi. Bunun yanında *Prunus mahaleb* L. bitkisinin fenolik madde ve flavonoid madde miktarları tayin edildi.

Bir çalışmada Bolu ilinin Seben ilçesinde yetişen *Prunus mahaleb* var. *alpina* bitkisinin meyve kısmından elde edilen fenolik bileşen miktarı ve toplam flavonoid miktarı sırasıyla, $2,86 \pm 0,19$ mgGAE/100g numune ve $1,6 \pm 0,18$ kuersetin/100g

numune numune olarak belirlenmiştir (Gerçek ve ark., 2023). Bizim çalışmamızda ise bu değerler toplam fenolik madde için $189\pm 1,48$ mgGAE/100 g numune, toplam flavonoid miktarı da $56\pm 0,02$ mg kuersetin/100 g numune olarak bulunmuştur. Yani Mardin ilinden elde edilen Mahlep, Bolu ilindekine göre çok daha yüksek polifenol ve flavonoid içermektedir.

Başka bir çalışmada (Kamiloğlu ve ark., 2014) İstanbul ilinden elde edilen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin toplam fenolik madde miktarı ve toplam flavonoid miktarı sırasıyla, $0,36\pm 0,18$ mgGAE/g numune ve $0,48\pm 0,02$ mg kuersitin/g numune olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bizim çalışmamızdaki mahlep bitkisinin fenolik madde miktarı ve flavonoid miktarının söz konusu çalışmadaki sonuçlardan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada (Kamiloğlu ve ark., 2014) antioksidan aktivite FRAP yöntemine göre $0,88\pm 0,26$ mgTE (trolloks equivalent) /g numune, CUPRAC yöntemine göre $6,32\pm 0,46$ mgTE/g numune, DPPH• yöntemine göre ise $5,73\pm 0,07$ mgTE/g numune olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu değerler, FRAP için $0,02\pm 0,00$ μ mol FeSO₄.7H₂O/g numune, CUPRAC için $0,12\pm 0,01$ mmol TEAC/g numune, DPPH için de IC₅₀= $2,23$ mg/mL olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre, CUPRAC yöntemi sonucuna göre İstanbul ilinden elde edilen mahlep bitkisinin antioksidan aktivitesinin bizim çalışmamızdakinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2023'te yapılan bir çalışmaya göre (Dashtizadeh ve ark., 2023) mahlep bitkisinin toplam fenolik bileşen miktarı $100,3\pm 0,004$ μ gGAE/mg numune, toplam flavonoid miktarı ise $42,07\pm 0,014$ μ g kuersitin/mg değerinde ölçülmüştür. Aynı çalışmada yine mahlep bitkisinin DPPH• radikal temizleme aktivitesi IC₅₀= $53,09 \pm 0,13$ μ g/mL olacak şekilde belirlenmiştir. Sonuçlar bu çalışmayla kıyaslandığında bu çalışmadaki toplam polifenol ve flavonoid miktarı daha fazla bulunmuşken, DPPH• yöntemine göre ise tam tersi yani daha düşük antioksidan aktivitesi olduğu görülmüştür.

Farklı bir çalışmada ise İtalya'dan elde edilen mahlep bitkisinin su ile ekstraksiyonu sonucu antioksidan aktivite özelliğine bakılmış ve FRAP yöntemine göre $0,97\pm 0,05$ mg/mL numune, CUPRAC yöntemine göre $1,68\pm 0,09$ mg/mL numune olarak ölçülmüştür. DPPH• yöntemine göre ise IC₅₀= $1,16\pm 0,01$ mg/mL numune olacak şekilde radikal temizleme aktivitesi göstermiştir (Orlando ve ark., 2021). Farklı bir

çalışmada da taze kurutulmuş mahlep bitkisinin toplam fenolik madde miktarı $634,47 \pm 0,04$ mgGAE/100g olmak üzere ölçülmüştür (Ghafoor ve ark., 2021). 2022’de yapılan bir çalışmada ise mahlep kirazının toplam fenolik madde miktarı $22,84 \pm 0,45$ mgGAE/g, toplam flavonoid miktarı da $18,67 \pm 1,65$ QE/g değerinde belirlenmiştir (Zan ve ark., 2022).

Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı bitkiler, antioksidanlar olarak bilinir. Bu doğal antioksidanların büyük bir kısmını fenolik maddeler oluşturmaktadır.

Aynı cinsten bitki çeşitlerinin farklı yerlerde yetişmesi sebebiyle antioksidan aktivitelerinin birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır. Polifenolikler sebze, meyve, tahıl gibi bitkisel ürünlerde kendiliğinden bulunur ve bu gıdaların tat, koku, renk gibi özelliklerini meydana getirirler. Bunun yanında fenolik bileşikler parazit, virüs gibi farklı zararlıların etkisini azaltarak savunma mekanizması oluşturmaktadır (Bohn, 2014). Ayrıca çeşitli araştırmalardan meydana gelen sonuçlara dikkat edildiğinde, fenolik bileşikler açısından zengin diyetlerde beslenmenin önemi vurgulanmaktadır. Bunun yanında toksik maddelerin oluşumuna, birçok kronik hastalıklara ve kanser hastalıklarına karşı koruyucu özelliğinin olduğu belirtilmektedir. Gıdalardaki fenolik bileşenler çevresel faktörlere, su miktarına, bitkinin yetiştirilme şartlarına, güneşlenme süresine, genetik faktörlere, gıda işleme ve muhafaza etme gibi şartlara bağlı olarak değişebilmektedir (Bravo, 1998). Bu özelliklerden dolayı mevcut şartlara bağlı yapılan yöntem ve analizlerde bitki türlerinin çeşitli antioksidan aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri birbirinden bağımsız sonuçların karşımıza çıkmasına sebep olabilmektedir.

Çalışmamızın bir başka kısmında ise metanol ekstraktları hazırlanarak antimikrobiyal aktivite çalışmaları yapıldı. *Prunus mahaleb* L. bitkisinin bakterilerden çok maya suşları yani Candidalar üzerinde daha etkili aktivite gösterdiği bulundu. Çalışmamızdaki mahlep bitkisinin, bakterilerden sadece *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 bakterisine 4000 mg/mL mik değeriyle antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlemlendi. Fakat diğer test mikroorganizmalarına karşı herhangi bir aktivite gösterdiği gözlenmemiştir. Yapılan bir çalışmada (Özçelik ve ark., 2012) *Prunus mahaleb* L. bitkisinin meyve kısmının ekstraktları, *Candida albicans* (ATCC 10231)

maya suşu üzerinde 32 µg/mL değeriyle antifungal özellik gösterirken bizim çalışmamızda ise bitkimizin meyve kısmının özütleri, maya izolatlarından *Candida albicans* (ATCC 90028)'a karşı 4000 mg/mL değeriyle antifungal aktivite göstermiştir. Yine aynı çalışmada (Özçelik ve ark., 2012) mahlep bitkisinin meyve kısmı, maya suşlarından olan *Candida krusei* (ATCC 6258)'e karşı 64 µg/mL değeriyle antifungal özellik gösterirken, bizim çalışmamızda bitkimizin, *Candida krusei* (ATCC 6258)'e karşı 2000 mg/mL değeriyle antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yani bizim çalışmamızdaki *Prunus mahaleb* L. bitkisinin diğer çalışmaya kıyasla daha az etkili antifungal özellik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Ayrıca çalışmamızda mahlep bitkisinin test bakterileri içinden yalnızca *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 bakterisine karşı 4000 µg/mL değeriyle antibakteriyel aktivite sergilerken, başka bir çalışmada (Demirkol ve Ertürk, 2019) Gaziantep ilinden temin edilen mahlep bitkisi yine *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 bakterisine 15,33±0,44 mm değeriyle antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Ayrıca yine aynı çalışmada (Demirkol ve Ertürk, 2019) *Prunus mahaleb* L. bitkisi, maya suşlarından olan *Candida albicans* (ATCC 90028)'a karşı 10,00±0,45 mm değeriyle antifungal özellik göstermiştir.

Mahlep'in sulu ekstraksiyonuna yapılan antimikrobiyal aktivite çalışması sonucunda (Orlando ve ark., 2021) bizim çalışmamızdan farklı olarak bakterilere karşı iyi derecede aktivite gösterdiği bulunmuştur. Özellikle *Escherichia coli* bakterisine karşı 31,49 µg/mL MİK değeriyle çok iyi aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda temin ettiğimiz *Prunus mahaleb* L. bitkisinin meyvesinden elde edilen uçucu yağlar, GC-MS yöntemi ile incelenerek 26 tane bileşen tanımlanmıştır. Bu bileşenler içinde birer ester olan pentadekanolid (%34,67), eter olan (Z)-anethole (%18,74), keton olan asetoin (%6,32) ve yağ asidi olan palmitic acid (%3,35) bileşikler arasında en yüksek oranda olduklarından ana bileşenler olarak tanımlanmıştır. 2014 yılında yapılan bir çalışmada ise (Alshehri, 2014), Tokat ilinden elde edilen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin uçucu yağ analizinden elde edilen ve esansiyel yağ bileşiklerinden olan palmitik asit (%3,87) aralığında tanımlanarak bizim çalışmamıza benzer oranda bulunmuştur. Ana bileşenler ise bizim çalışmamızdan farklı olarak oleik

asit (%34,5), linoleik asit (%31,0) ve α -eleostearik asit (%24,0) oranlarında bulunmuştur.

Başka bir çalışmada (Oral, 2014) mahlep çekirdeğinin yağ asidi kompozisyonlarında konjuge linolenik asit (%38,81), oleik asit (%28,45) ve linoleik asit (%20,67) ana bileşenler olarak belirlenmiş, palmitik asit (%3,74) ise bizim çalışmamıza benzer oranda bulunmuştur. Bir başka çalışmaya değinecek olursak (Erdogan Eliuz ve ark., 2022) *Prunus mahaleb* L. bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinden linolenik asit (%34,39), oleik asit (%31,76) ve linoleik asit (%25,54) yine ana bileşenler olarak belirlenmiştir. Palmitik asit (%3,67) olarak tespit edilmiştir. 2023'te yapılan bir araştırmaya göre (Yılmaz ve Karataş, 2023) Adana ilinden temin edilen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinden linolenik asit (%37,29), oleik asit (%29,84) ve linoleik asit (%26,44) ana bileşenler olarak bulunmuştur. Palmitik asit ise (%3,78) değerinde belirlenmiştir. Adana'dan temin edilen mahlep bitkisinin Palmitik asit değeri, bizim çalışmamızdaki Mardin'den temin edilen mahlep bitkisinde bulunan Palmitik asit değerinden biraz yüksek çıktığı görülmüştür.

Yine farklı bir çalışmada (Zan ve ark., 2022) mahlep kirazının SPME-GC-MS yöntemi ile tanımlanan uçucu bileşiklerinden ana bileşenler (E)-2-hexanal (4,337±0,21 µg/100 g FW), 1-hexanol (1,984±0,14 µg/100 g FW) ve coumarin (1,833±0,14 µg/100 g FW) değerindedir. Bu sonuçlara dayanarak birçok çalışmada mahlep bitkisinin esansiyel yağ içeriklerinin çevresel faktörlere ve kendi yapısal özelliklerine bağlı olarak çeşitli sonuçlarda olduğu ortaya konmaktadır.

Günümüzde artık tıp alanından ziyade hastalıklara çare bulması açısından netleşmiş ve daha çok verim alınmış tıbbi aromatik bitkilere yönelim artmaktadır. Çünkü modern tıp alanında kullanılan birçok ilaç, bitkilerden temin edilmektedir. Doğal tedavi edici özelliğiyle bilinen bu bitkilerin, ne kadar etkili ve dirençli olduğu hakkında daha çok bilgi edinmemiz gerekmektedir. Çünkü ülkemizin doğal florasında bitkisel zenginlik olmasına rağmen henüz bu zenginlikten yararlanılmamaktadır. Bunun sebebi de bitkiler hakkında bilgi ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla hangi bitkinin şifalı olduğu, ne işe yaradığı ya da herhangi bir antioksidan özellikte olup olmadığı hakkında bilgilerin ve uygulamaların yaygınlaşması ve öğrenilmesi açısından, bu alanda kapsamlı bir inceleme yapılması gerekmektedir. Alternatif tıpta

faydalanılan bu bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin olabileceği, bilimsel yöntemlerle araştırılıp incelenmelidir. Doğada atıl halde bulunan doğal bitkilerin, organik gıda üretiminde etken bir antimikrobiyal olarak değerlendirilebileceği tahmin edilmektedir. Böylelikle atık değerlendirme alanına da katkı sağlanmış olacaktır.

Çalışmamızın en son kısmında HPLC-UV ile fenolik bileşen tayini yapılarak kullanılmış olan 15 adet standarttan *Prunus mahaleb* L. bitkisinde gallik asit, p-kumarik asit ve klorojenik asit fenoliklerinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Kalan 12 bileşiğe mahlep bitkisinde rastlanmamıştır. Çalışmamızda gallik asit miktarı 1,85 ppm (%0,4), p-kumarik asit miktarı 1,97 ppm (%0,4) ve klorojenik asit miktarı 1,44 ppm (%0,3) olarak tespit edilmiştir. 2022 yılında yapılan bir çalışmada ise (Bayrakçeken Güven, 2022) *Prunus mahaleb* L. bitkisinin çekirdeğindeki gallik asit miktarı 0,103 mg analit/g ekstrakt olarak gözlemlenmiştir.

Yine farklı bir çalışmada (Ghafoor ve ark., 2019) mahlep bitkisinin meyve kısmında şırınga ve kafeik asit bileşikleri en fazla miktarda miktarda fenolik bileşikler olarak analiz edilmişlerdir. Bunların yanında bizim çalışmamıza benzer şekilde gallik asit ($25,51 \pm 0,28$ mg/kg) ve p-kumarik asit ($2,39 \pm 0,19$ mg/kg) fenolik bileşenleri de tespit edilmiştir. Ayrıca 2019 yılında yapılan bir çalışmada mahlep bitkisinin fenolik bileşenlerinden klorojenik asit ve p-kumarik asit fenoliklerine rastlanmıştır. Bunların klorojenik asit için 6,35 mg/L, p-kumarik asit için de 2,95 mg/L gibi değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir (Güçlü, 2019).

Sonuç olarak bazı çalışmalarda bizim çalışmamızda tespit edilen bileşenlere ve farklı değerlerde olan çeşitli fenolik bileşenlere, uçucu maddelere ve bakterilere rastlanmıştır. Bundan dolayı bizim çalışmamız, literatür verileri ile uyumlu bir düzen içerisindedir. Bunların yanında *Prunus mahaleb* L. tıbbi aromatik bitkisi ile yapılan araştırma ve çalışmalara bakıldığı zaman hem fenolik bileşen hem de uçucu yağ analizleri, hem antimikrobiyal aktivite hem de antioksidan aktivite analizleri tek bir çalışmada yapılmamıştır. Bu sebeple bu tez araştırması bu alanda ilk olması bakımından önemli bir etkiye sahiptir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yüzyıllardan günümüze kadar uzanan bu süreçte organik ürünlere olan ilgi ve talep gittikçe artmaktadır. Dolayısıyla hastalık tedavileri ve ek gıda alımı için de koruyucu olduğu düşünülen, organik ve geleneksel tedavilere olan ilgi de artmaktadır. İçinde yaşadığımız sosyal çevrenin şartlarından ve etkisinden ötürü bazen alternatif tedavilere bazen de modern tıba yönelim göstermekteyiz. Modern tıp bilime dayanırken, alternatif tıp daha çok geleneksel olup, deneyim ve gözleme dayanmaktadır. Söz konusu bu tedaviler, kuşaktan kuşağa aktarılarak günümüze kadar gelmiştir.

Çalışma yapılan bu yüksek lisans tezi ile *Prunus mahaleb* L. bitkisinin antimikrobiyal özellikleri, antioksidan özellikleri, fenolik bileşenleri ve uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Mardin ilinden temin edilen, bitkinin mevcut yöntemle ekstraktı hazırlanarak antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. *Prunus mahaleb* L. bitkisinin toplam fenolik madde miktarı $1,89 \pm 1,48$ mgGAE/g numune, toplam flavonoid madde miktarı $0,56 \pm 0,02$ mg kuersetin/g numune olarak belirlenmiştir. Fe^{3+} elektron alma antioksidan yetenek (FRAP) $0,02 \pm 0,00$ μ mol $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ /g numune, CUPRAC testine göre ise $0,12 \pm 0,01$ mmol TEAC/g numune değeri ile antioksidan aktivite göstermiştir. Bitkinin DPPH• Radikal Temizleme aktivitesi ise $2,23$ mg/mL olarak ölçülmüştür.

Elde edilen bitki ekstraktlarından antioksidan içeriklerinin yanında, üç tanesi maya suşu ve on tanesi bakteri olmak üzere on üç adet mikroorganizmaya karşı aktivite durumlarına bakılmış, *Prunus mahaleb* L. bitki özütünün analizde bulunan test amaçlı bakteriler yerine candidalar üzerinde iyi aktivite göstererek antifungal özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Özellikle de maya suşlarından olan, Ck'ya (*Candida krusei* ATCC 6258) ve Cg (*Candida glabrata* ATCC 2001)'ye 2000 μ g/mL, Ca (*Candida albicans* ATCC 90028)'ya ise 4000 μ g/mL mik değerleriyle antifungal aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Test bakterilerinden de sadece *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 bakterisine karşı 4000 μ g/mL mik değerinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Prunus Mahaleb L. bitkisinden açığa çıkan uçucu yağın GC/MS tayiniyle 26 tane bileşik tanımlanmıştır. Bu tanımlanan bileşikler; monoterpen, monoterpenoidler, seskiterpen, lakton, macrolide, aldehit, ketonlar, alkoller, yağ asitleri, eter, esterler ve hidrokarbon olmak üzere on iki gruba ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kolondan ilk acetoin bileşiği iken (RT=1.648 dk), civetone bileşiği kolonda en uzun süre tutulan bileşiktir (RT=52,351 dk). GC/MS'de tespit edilen bileşenler arasında birer eter olan (Z)-Anethole (%18,74), pentadekanolide (%34,67), yağ asidi olan palmitic acid (%3,55), keton olan acetoin (%6,32) bileşikleri en yüksek oranda oldukları için *Prunus mahaleb* L. bitkisinin ana bileşenleri olarak tanımlanmıştır.

HPLC analizi ile 15 adet standart fenolik bileşiklerinden yararlanılarak yapılan fenolik bileşen analiz sonucunda *Prunus mahaleb* L. bitkisinde gallik asit, klorojenik asit ve p-kumarik asit bileşiklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Gallik asit miktarı %0,4 (1,85 ppm), klorojenik asit miktarı %0,3 (1,44 ppm), p-kumarik asit miktarı %0,4 (1,97 ppm) olarak ölçülmüştür. Diğer 12 adet fenolik bileşiğe *Prunus mahaleb* L. bitkisinde rastlanmamıştır.

Sağlığımıza olumlu etkisinin olduğu belirlenen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin, toksik maddeleri uzaklaştırabilen nitelikte olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple vücudun serbest radikallere karşı direncini koruyan, hastalıkları engelleyen, bağışıklığı güçlendiren, antioksidan içeren, fenolik bileşikler açısından zengin olan yapısından dolayı ek gıda olarak ya da diyet menülerine ilave edilmek üzere çeşitli alanlarda kullanılması önerilebilir.

Bu çalışmada Mardin ilinde yetişen *Prunus mahaleb* L. bitkisinin uçucu yağ bileşenleri, biyolojik aktiviteleri ve fenolik bileşenleri açığa çıkarılmıştır. Farklı şehirlerde yetişen *Prunus mahaleb* L. bitkileriyle de benzer şekilde tayin ve analizler gerçekleştirilip, başka şehirlerde büyüyen bitkiler için elde edilen sonuçlarla karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca bu çalışmada *Prunus mahaleb* L. bitkisinin meyvesi analiz edilmiştir. *Prunus mahaleb* L. bitkisinin yaprak ve tohum kısmı için de aynı analizler yapılarak örnekler arasındaki analiz sonuçları kıyaslanabilir.

Antioksidan tayinlerinde ekstraksiyon için yalnızca çözücü olarak metanol kullanılmıştır. Etanol, su, aseton ve eter gibi farklı çözücüler de kullanılıp tayinler

tekrarlanabilir. Bu şekilde farklı çözücü ekstraktlarındaki antioksidan özellikler birbiriyle karşılaştırmaları yapıp, en yüksek aktivite sergileyen çözen bulunabilir.

Bu çalışmada mahlep bitkisi için sadece antimikrobiyal analiz araştırması gerçekleştirilerek bu bitki türü için aynı zamanda antienflamatuar, anti-ürez, antikanser ve anti-lipaz vb. biyolojik özelliklerinin olup olmadığı bakılabilir.

Çalışma sonucu *Prunus mahaleb* L. bitkisinin antifungal özellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu bitki antifungal ilaçların yapısına katkı sağlaması için ilaç geliştirme araştırma ve çalışmalarında materyal olarak kullanılabilir.

Ekonomik alanda ve bilimsel çalışmalara fayda sağlamak amacıyla, bu çalışma ve uygulamaların söz konusu alanlarda sürdürülebilir hale gelmesi için zengin bitki örtüsüne sahip olan ülkemizde, bu varlıklardan en verimli bir şekilde potansiyeline uygun standartlarda faydalanılmalıdır. Genellikle tıp, tarım ve gıda gibi çeşitli alanlarda şifalı tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılmasına ve çalışmaların yürütülmesine gereksinim duyulmaktadır. Ülkemizde yetişen ve şifalı etkisi olan *Prunus mahaleb* L. bitkisinin detaylı araştırma ve incelemeleri sağlanarak çeşitli fonksiyonları ortaya çıkarılabilir ve elde edilen aktiviteler ile birçok alana katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, J., Gökmen, V., 2005. Meyve ve sebze suları üretimi, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, 23-24.
- Akça, Y., Kaya, E., 1999. Mahlep çöğür anaç seleksiyonu I. kurağa dayanıklı bireylerin seçimi, Türkiye III. Ulusal bahçe bitkileri kongresi, Ankara, s. 795-800.
- Akgül, A., 1993. Baharat bilimi ve teknolojisi, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 15: 111-113.
- Akkuş, İ., 1995. Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri, Mimoza Yayınları, Konya, 30 s.
- Al-Said, M., Hifnawy, M. S., 1986. Dihydrocoumarin and certain other coumarins from *Prunus mahaleb* seeds, *Journal of Natural Products (Lloydia)*, 49: 721.
- Alshehri, O., 2014. Pharmacognostical investigations on *Prunus Mahaleb* oil and its kernels, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Amsterdam, D., 1996. Susceptibility testing of antimicrobials in liquid media, in: Lorian V. (ed.), *Antibiotics in Laboratory Medicine* (4th ed.), Baltimore: Williams & Wilkins.
- Anklam, E., 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 63(4): 549-562.
- Anonim, 1989. Food and nutrition board, recommended dietary allowances, 10th edition, *National Academy of Sciences/National Research Council*, Washington DC, <http://www.nap.edu/openbook.php>.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E., 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970-7981.
- Arthur, C. L., Pawliszyn, J., 1990. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers, *Analytical chemistry*, 62(19): 2145-2148.
- Atak, E., Yıldız, E., Uslu, M., 2017. Fenolik bileşiklerin enkapsülasyonu, *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi* 2: 82-9
- Aydın, C., Ögüt, H., Konak, M., 2002. Some physical properties of Turkish mahaleb, *Biosystems Engineering*, 82: 231-234.

- Ayoub, S. M. H., Barbiker, A. J., 1981. Component fatty acids from the oils of *Monechma ciliatum*, *Fitoterapia*, 52: 251-253.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils-a review, *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 46-475.
- Baublis, A. J., Clydesdale, F. M., Decker, E. A., 2000. Antioxidants in wheat-based breakfast cereals, *Cereals Foods World*, 45:71-74.
- Bayrak, A., 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 32, *Baran Ofset*, Ankara.
- Bayrakçeken Güven, Z., Doğan, Z., Saraçoğlu, İ., Picot, L., Nagatsu, A., Başaran, A. A., 2022. Food plant with antioxidant, tyrosinase inhibitory and antimelanoma activity: *Prunus mahaleb* L. plant, *Food Bioscience*, 48.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) assay a measure of "Antioxidant power": The FRAP assay", *Analytical Biochemistry*, 239:70-76.
- Blando, F., Albano, C., Liu, Y., Nicoletti, I., Corradini, D., Tommasi, N., Gerardi, C., Mitaa, G., Kitts, D. D., 2016. Polyphenolic composition and antioxidant activity of the under-utilised (*Prunus mahaleb* L.), *Fruit Journal of Agricultural and Food and Agricole*, 96:2641-2649.
- Bohn, T., 2014. Dietary factors affecting polyphenol bioavailability, *Nutrition Reviews*, 72(7): 429-452.
- Boo, Y. C., 2019. P-Coumaric acid as an active ingredient in cosmetics: A review focusing on its antimelanogenic effects, *Antioxidants (Basel)*, 8(8): 275.
- Bozkaya, G., Akgün, İ., Birgi, E., Çinkoğlu, A., Karadeniz, D., 2008. Anne ve babaların çocuklarına uyguladıkları alternatif tıp yöntemleri, *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 22(3):129-135.
- Branen, L. A., Davidson, P. M., 1983. Antimicrobials in food. Marcel Dekker, Inc. New York, 465 s.
- Bravo, L., 1998. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance, *Nutrition Reviews*, 56: 317-333.
- Brickell, C., 2004. The royal horticultural society, A-Z Encyclopedia of Garden Plants, Dorling Kindersley London, New York. Stuttgart. Moscow, 581 s.
- Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., Kolayli, S., 2015. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles, *Food Chemistry*, 180: 133-141.
- Cemek, K., Anar, B. C., Zenger, O., Baydemir Peşint, G., 2022. Gallik asidin saflaştırılması için phema temelli polimerik partiküllerin sentezlenmesi, *Adana*

Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(1): 20-32.

- Cemeroğlu, B., Acar, J., 1986. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 6, Ankara, 508 s.
- Cemeroğlu, A. P., Cemeroğlu, B. S., 1998. Sağlık açısından gıda fenolikleri, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3(9): 52-55.
- Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler). 1. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye.
- Ceylan, Ş., Harşit, B., Saral, O., Özcan, M., Sönmez, E., 2018. Investigation of antioxidant and antimicrobial activities of medicinal plants grown in the eastern black sea region of Turkey, *Medical Science and Discovery*, 5(7): 245-252.
- Coelho, J. P., Cristino, A. F., Matos, P. G., Rauter, A. P., Nobre, B. P., Mendes, R. L., Palavra, A. F., 2012. Extraction of volatile oil from aromatic plants with supercritical carbon dioxide: experiments and modeling, *Molecules*, 17(9): 10550-10573.
- Çakılcıoğlu, U., Türkoğlu, İ., Kürşat M., 2007. Harput (Elazığ) ve çevresinin etnobotanik özellikleri, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çakır, H. K., Bayrakdar, A. N., Sarıoğlu, E., Öztürk, S., Güngördü, Ş., Kocabaş, K. S., Eroğlu, O., 2023. Meme kanseri tedavisinde potansiyel bir antineoplastik ajan: gallik asit. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 45(5): 834-843.
- Dai, J., Mumper, R. J., 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties, *Molecules*, 15(10): 7313-7352.
- Dashtizadeh, Z., Toluei, Z., 2023. Composition and biological activities of *Prunus mahaleb* L. (Rosaceae) leaf extract; antibiofilm effect on clinical strains.
- Demirkol, G., Ertürk, Ö., 2019. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 305-313.
- De Pascual-Teresa, S., Sanchez-Moreno, C., Granado, F., Olmedilla, B., De Ancos, B., Cano, M. P., 2007. Short and mid-term bioavailability of flavanones from oranges in humans, *Current Topics in Nutraceutical Research*, 5(2/3): 129-134.
- De Souza, L. M., Cipriani, T. R., Lacomini, M., Gorin, P. A., Sasaki, G. L., 2008. HPLC/ESI-MS and NMR analysis of flavonoids and tannins in bioactive extract from leaves of maytenus ilicifolia, *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 47(1): 59-67.
- Domitrović, R., Cvijanović, O., Šušnić, V., Katalinić, N., 2014. Renoprotective mechanisms of chlorogenic acid in cisplatin-induced kidney injury, *Toxicology*, 324: 98-107.

- Erdogan Eliuz, E. A., Yabalak, E., Gökşen, G., Ayas, D., 2022. Chemical composition, antifungal activity, antifungal mechanism and interaction manner of the fatty acid of *Prunus mahaleb* L. with fluconazole, *International Journal of Environmental Health Research*, 32(10): 2337-2349.
- Ersoy, R., 2014. Modernizm- Postmodernizm bağlamında geleneksel tıp uygulamalarının güncelliği üzerine bir değerlendirme, *Milli Folklor*, 26(101):182-192.
- Esen, M., 2008. *Verbascum pinetorum* (Boiss.) O. Kuntze bitki ekstraktının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Fang, Z., Bhandari, B., 2010. Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10): 510-523.
- Fernandes, F. H. A., Salgado, H. R. N., 2016. Gallic acid: review of the methods of determination and quantification, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(3): 257-265.
- Ferreira, P. S., Victorelli, F. D., Fonseca-Santos, B., Chorilli, M., 2019. A review of analytical methods for p-coumaric acid in plant-based products, beverages, and biological matrices, *Critical Reviews Analytical Chemistry*, 49(1): 21-31.
- FFNSC. Gc/Ms Library Ver.1.3 2008. Flavor and fragrance natural and synthetic compounds. Shimadzu, Kyoto, Japan.
- Gerçek, Y. C., Özyurt, D., Erol, O., Öztürk, B. D., Öz, G. C., 2023. Comparison of polyphenolic profile and antioxidant capacity of *Prunus subgenus Cerasus* L. species from Turkey, *European Food Research and Technology*, 249(5): 1363-1376.
- Ghafoor, K., Ahmed, I. A. M., Doğu, S., Uslu, N., Fadimu, G. J., Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., 2019. The effect of heating temperature on total phenolic content, antioxidant activity and phenolic compounds of plum and mahaleb fruits, *International Journal of Food Engineering*, 15(11-12): 20170302.
- Göktaş, Ö., Gıdık, B., 2019. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2: 1.
- Güçlü, S. F., 2019. Identification of polyphenols in homogenetic and heterogenetic combination of cherry graftings, *Pakistan Journal Botany*, 51(6): 2067-2072.
- Hedberg, I., Stangard F., 1989. Traditional medicine plants-Traditional Medicine in Botswana. Ipeleng, Gaborone.
- Herken, E. N., Simsek, S., Ohm, J. B., Yurdunuseven, A., 2017. Effect of mahaleb on cookie quality, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: 13032.

- 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: 1007-1011.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1841-1856.
- Illich, I., 1995. Sağlıkın gaspı, Çev. Süha Sertabiboğlu, Ayrıntı Yayınları, İstanbul, 275 s.
- İlisu, K., 1992. İlaç ve baharat bitkileri. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No:1256, Ankara.
- Jerković, I., Marijanović, Z. Staver, M. M., 2011. Screening of natural organic volatiles from *Prunus mahaleb* L. honey: coumarin and vomifolol as nonspecific biomarkers, *Molecules*, 16: 2507-2518.
- Kalyoncu İ. H., Ersoy, N., Aydın, M., 2008. Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) yeşil uç çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı hormon ve nispi nem uygulamalarının etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3: 32-41.
- Kamiloğlu, S., Çapanoğlu, E., Yılmaz, O., Duran, A. F., Boyacıoğlu, D., 2014. Investigating the antioxidant potential of Turkish herbs and spices, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(2): 151-158.
- Kaplan, M., 2010. Geleneksel Tıbbın yeniden üretim sürecinde kadın- Ankara kent örneğinde kuşaklar arası çalışma, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü, Ankara.
- Katiyar, S. K., Mukhtar, H., 1997. Tea Antioxidants in cancer chemoprevention, *Journal of Cellular Biochemistry Supplement*, 27: 59-67.
- Kaya, D., Ergönül, P. G., 2015. Obtaining methods of volatile oils, *GIDA-Journal of Food*, 40(5): 303-310.
- Kovats, E., 1958. Gas-chromatographische charakterisierung organischer verbindungen. Teil 1: retentionsindices aliphatischer halogenide, alkohole, aldehyde und ketone, *Helvetica Chimica Acta*, 41: 1915-1932.
- Luck, E., 1986. Chemische Lebensmittel Konservierung. Ruksaldruck- Berlin, 225s.
- Madigan, C., Ryan, M., Owens, D, Collins, P., Tomkin, G. H., 2000. Tip 2 diyabette gh diyet doymamış yağ asitleri, *Diyabet Bakımı*, 23: 1472-1477.
- Mariod, A. A., Aseel, K. M., Mustafa, A. A., AbdelWahab, S. I., 2009. Characterization of the seed oil and meal from monechma ciliatum and mahleb (*Prunus mahaleb* L.) seeds, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86: 749-755.
- Mariod, A. A., Ibrahim, R. M., Ismail, M., Ismail, N., 2010. Antioxidant activities of phenolic rich fractions (prfs) obtained from black mahlab (*monechma ciliatum*)

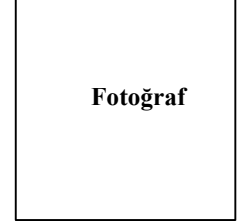
- and white mahlab (*Prunus mahaleb*) seedcakes, *Food Chemistry*, 118: 120-127.
- Mehdizadeh, L., Moghaddam, M., 2018. Chapter 10- Essential oils: Biological activity and therapeutic potential, in therapeutic, probiotic, and unconventional foods, A. M. Grumezescu and A. M. Holban Eds. *Academic Press*, 167-179.
- Meraller, S. A., 2010. Mahlep kirazının (*Prunus mahaleb* L.) farklı bitki kısımlarındaki mineral kompozisyonunun belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- Merken, H. M., Beecher, G. R., 2000. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: a review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3): 577-599.
- Mısırlı, A., Gülcan, R., 1992. Bazı *Prunus Mahaleb* L. Tiplerinin dölleme biyolojisi üzerinde araştırmalar. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir, Cilt:1, 495-499.
- Mimica-Dukiš, N., Bugarin, D., Grboviš, S., Mitiš-Šulafiš, D., Vukoviš-Gačiš, B., Orčiš, D., Jovin, E., Couladisü M., 2010. Essential oil of *Myrtus communis* L. as a potential antioxidant and antimutagenic agents, *Molecules*, 15: 2759-2770.
- Miraldi, E., Ferri, S., Mostaghimi, V., 2001. Botanical drugs and preparations in the traditional medicine of west Azerbaijan (İran), *Journal of Ethnopharmacology*, 75: 77-87.
- Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhyrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 26: 211-219.
- M27-A2, 2002. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeast approved standard, Second Edition, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) [formerly NCCLS], Wayne, Pennsylvani, USA, 22, 15, 51 s.
- M38-A2, 2008. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of filamentous fungi, approved standard, second edition, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) [formerly NCCLS], Wayne, Pennsylvani, USA, 22, 16, 51 s.
- M100-S16, 2006. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Sixteenth informational supplement, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) [formerly NCCLS], Wayne, Pennsylvani, USA, 26, 3, 188 s.
- Nardini, M., Cirillo, E., Natella, F., Scaccini, C., 2002. Absorption of phenolic acids in humans after coffee consumption, *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(20): 5735-5741.
- Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A. A., Khan, G. J., Shumzaid, M., XiaoHui, Z., 2018. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 97: 67-74.

- Naz, S., Ahmad, S., Rasool, S. A., Siddiqi, R., Sayeed, S. A., 2007. In vitro antibacterial activity of the extracts derived from terminalia catappa, *Research Journal of Microbiology*, 2(2): 180-184.
- Njume, C., Afolayan, A. J., Ndip, R. N., 2009. An overview of antimicrobial resistance and the future of medicinal plants in the treatment of helicobacterpylori infections, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3: 685-699.
- Onat, K. A., Kürkçü Sezer, M., Çöl, B., 2021. Fenolik bileşiklerden sinnamik asit, kafeik asit ve p-kumarik asitin bazı biyolojik aktiviteleri, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(20): 5735-41.
- Oral, R. A., 2014. Beyaz mahlep (*Prunus mahaleb* L.) çekirdeğinin bazı karakteristik özelliklerinin ve çekirdek yağının yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(1).
- Orlando, G., Chiavaroli, A., Adorisio, S., Delfino, D. V., Brunetti, L., Recinella, L., Ferrante, C., 2021. Unravelling the phytochemical composition and the pharmacological properties of an optimized extract from the fruit from *Prunus mahaleb* L. plant: From traditional liqueur market to the pharmacy shelf, *Molecules*, 26(15): 4422.
- Öner, N., Uysal, M., 2006. Mindos tepe- yeğren (Konya) yöresinde tesis edilen toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve mahlep (*Cerasus mahaleb* (L.) Miller.) ağaçlandırmalarında dip çap- boy ilişkileri, Gazi Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 6: 11-25.
- Özçelik, B., Koca, U., Kaya, D. A., Sekeroğlu, N., 2012. Evaluation of the in vitro bioactivities of mahaleb cherry (*Prunus mahaleb* L.), *Romanian Biotechnological Letters*, 17: 2.
- Özkan, M., 1997. Mahlep yetiştiriciliği, *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi*, 118: 69-71.
- Öztürk H., 2009. *Jurinea consanguinea* 'nın antioksidan ve antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Özşen, Ö., 2011. İzoforon analoglarının sentezi, biyotransformasyonu ve biyolojik etkileri, Yüksek Lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Kimya Bölümü, 62 s.
- Renda, G., Tosun, G., Yaylı, N., 2016. SPME GC/MS analysis of three *Ornithogalum* L. species from Turkey, *Records of Natural Products*, 10: 497-502.
- Sekar, S., Kandavel, D., 2010. Interaction of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) and endophyteswith medicinal plants- new avenuesfor phytochemicals, *Journal Phytology*, 2: 91-100.
- Sekeroglu, N., Ozkutlu, F., Kara, S. M., Ozguven, M., 2008. Determination of cadmium and selected micronutrients in commonly used and traded medicinal plants in Turkey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 8: 86-90.

- Sezik, E., Basaran, A., 1985. Phytochemical investigations on the plants used as folk medicine and herbal tea in turkey: II. essential oil of stachys lavandulifolia vahl, *Journal of Faculty of Pharmacy*, Ankara University, 21: 98-107.
- Shahidi, F., Ho, C. T., 2005. Phenolics in food and natural health products: an overview, *Journal of the American Chemical Society*, ACS Symposium Series, 909: 1-8.
- Shahidi, F., Naczki, M., 1995. Food phenolics sources, chemistry, effects, applications, *Technomic Publishing Companies Inc*, 851 New Holland Avenue, Box 3535, Lancaster, Pennsylvania, 17604, USA, 199-225, 331p.
- Shahidi, F., Yeo, J., 2016. Insoluble-bound phenolics in food, *Molecules*, 21(9): 1216.
- Shams, K. A., Schmidt, R., 2007. Lipid fraction constituents and evaluation of anti-anaphylactic activity of *Prunus mahaleb* L. Kernels, *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 4(3): 289-293.
- Sharief, M. Y., 2002. The effect of sowing date and plant spacing on growth and yield of black mahlab (*Monechma ciliatum*), Doctoral Dissertation, Master's Thesis, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
- Sivritepe, N., 2000. Asma, üzüm ve şaraptaki antioksidantlar, *Gıda Dünya Yayınları*. 12: 73-78.
- Slinkard, K., Singleton, V. L., 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Sol, S., 2007. Edirne'de halk hekimliği, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Edirne, 9(1): 175-191.
- Souza, E. L., Stamford, T. L. M., Lima, E. O., Trajano, V. N., Filho, J. M. B., 2005. Antimicrobial effectiveness of spices: An approach for use in food conservation systems, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48: 549-558.
- Spencer, P. E. J., 2007. Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research, *British Journal of Nutrition*, 1-11.
- 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: 1-10.
- 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: 1091-1097.
- Şener, G., Yeğen Berrak, Ç., 2009. İskemi reperfüzyon hasarı, *Klinik Gelişim Dergisi*, 22: 5-13.

- Taşkor Önel, G., Yaman Akbay, H. G., 2022. Uçucu ve sabit yağlar: Kimyasal yapı-aktivite ilişki değerlendirmesi, *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1): 104-114.
- 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.
- Türkan, Ş., Malyer, H., Aydın, S. Ö., Tümen, G., 2006. Ordu ili ve çevresinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2): 162-166.
- Uguru, M. O., Okwuasaba, F. K., Ekwonchi, M. M., Uguru, V. E., 1995. Oxytotic and oestrogenic effects of monechma ciliatum methanol extract in vivo and in vitro in rodents, *Phytotherapy Research*, 9: 26-29.
- URL-1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Fitoterapi> (1 Ocak 2024)
- URL-2. <https://www.baka.org.tr/uploads/1357649536Tibbi-ve-Aromatik-Bitkiler-sektor-raporu5aralik.pdf> (17 Ocak 2024).
- Vermerris W., Nicholson R., 2006. Phenolic Compound Biochemistry, Springer, Dordrecht, Netherlands, 285 s.
- Viskupicova, J., Ondrejovic, M., Sturdik, E., 2008. Bioavailability and metabolism of flavonoids, *Journal of Food and Nutrition Research*, 47(4): 151-162.
- Wu, X., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S. E., Prior, R.L., 2004. Lipophilic antioxidant capacities of common foods in the United States, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4026-4037.
- Yaman, G., 2015. Enginar bitkisinde bulunan cynarin ve inülin polifenollerinin hep3b hepatoma hücre soyunda apoptotik ve inflamatuvar cevaplar üzerine etkilerinin araştırılması, Yayınlanmış Yüksek Lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, E., Karataş, B., 2023. Evaluation of the sensory properties, volatile aroma compounds and functional food potentials of cold-press produced mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) seed oil, *OCL*, 30, 19.
- Zan, S., Wang, R., Zhang, F., Zhang, D., Liu, B., Meng, X., 2022. Composition analysis of rootstock cherry (*Prunus mahaleb* L.), a potential source of human nutrition and dietary supplements, *European Food Research and Technology*, 248(5): 1421-1435.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents on mulberry and their scavenging effects on superoxide radical, *Food Chemistry*, 64(4): 555-559.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : IRMAK, Nur Birtan
Uyruğu :
Doğum tarihi ve yeri :
Medeni hali : -
Yabancı Dili :
Telefon : -
Faks : -
e-posta :

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Ön Lisans
Lisans	Erzurum Atatürk Üniv /Gıda Mühendisliği	2017
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniv /Orman End. Müh.

Yayımlar

.....
.....