

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI *CRATAEGUS* L. TÜRLERİNİN BİYOLOJİK AKTİVİTE
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESRA ERYATAN

ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ANA BİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Azize DEMİRPOLAT**

BİNGÖL-2026

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI *CRATAEGUS* L. TÜRLERİNİN BİYOLOJİK AKTİVİTE
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESRA ERYATAN

ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ANA BİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Azize DEMİRPOLAT**

BİNGÖL-2026

**BAZI CRATAEGUS L. TÜRLERİNİN BİYOLOJİK AKTİVİTE
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Azize DEMİRPOLAT danışmanlığında, Esra ERYATAN tarafından hazırlanan bu çalışma/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun// tarih ve/
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Murat DENER
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli hocam Doç. Dr. Azize DEMİRPOLAT'a teşekkür ederim. Tez çalışmasına desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi Rektörlüğüne, teşekkür ederim.

Son olarak bende büyük emekleri olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen kardeşim, annem ve babama, tezin hazırlanması sırasında gösterdikleri sabır, fedakârlık ve desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Esra ERYATAN

Bingöl 2026

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Rosaceae Familyası.....	3
1.2. <i>Crataegus</i> spp.....	3
1.3. Çalışmamızda Yer alan <i>Crataegus</i> L. Türleri.....	11
1.3.1. <i>Crataegus orientalis</i> Pallas Ex Bieb. var. <i>orientalis</i> Pallas Ex Bieb. (Alıç).....	11
1.3.2. <i>Crataegus monogyna</i> var. <i>monogyna</i> Jacq. var. (Yemişen).....	12
1.3.3. <i>Crataegus azarolus</i> L. (Sarı Alıç).....	13
1.4. <i>Crataegus</i> 'un Sağlık Konusunda Önemi.....	14
1.5. <i>Crataegus</i> L. Cinsinin Bileşiminde Yer Alan Kimyasal Bileşenlerin Özellikleri ve Fonksiyonları.....	18
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Kimyasal Analizler.....	23
3.2.2. GC Analiz Koşulları.....	24
3.2.3. GC-MS Analiz Koşulları.....	25
3.2.4. Antifungal Analizler.....	25
3.2.4.1. Patojen	25
3.2.4.2. Patates Dekstroz Agar (PDA) Ortamının Hazırlanması.....	26

3.2.4.3. Deneme Gruplarının Oluřturulması.....	26
3.2.5. Antimikrobiyal Analizler.....	27
3.2.6. Antioksidan Aktivite Arařtırmaları.....	27
4. BULGULAR VE TARTIřMA.....	29
4.1. Uçucu Yağ Analizi.....	29
4.2. Antifungal Sonuçlar.....	35
4.3. Antimikrobiyal Sonuçlar	37
4.4. Antioksidan Sonuçlar.....	39
4.5. Uçucu Yağ Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	41
4.6. Antifungal Aktivitenin Değerlendirilmesi.....	45
4.7. Antimikrobiyal Aktivitenin Değerlendirilmesi.....	47
4.8. Antioksidan Aktivite ve TAS/TOS/OSI Profillerinin Değerlendirilmesi.....	48
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Derece Santigrat
Cm	: Santimetre
DPPH	: 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil (Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi)
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
et al.	: Ve diğerleri (And coworkers)
g	: Gram
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein (Low-Density Lipoprotein)
mm	: Milimetre
mmol	: Milimol
OSI	: Oksidatif Stres İndeksi (Oxidative Stress Index)
PDA	: Patates Dekstroz Agar (Potato Dextrose Agar)
spp.	: Türler (Species - Çoğul)
TAS	: Toplam Antioksidan Statüsü (Total Antioxidant Status)
TOS	: Toplam Oksidan Statüsü (Total Oxidant Status)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜBİVES	: Türkiye Bitkileri Veri Tabanı
var.	: Varyete (Alt varyasyon)
RI	: Alıkonma İndeksi
<i>İn vivo</i>	Canlı organizma içinde (biyolojik sistem üzerinde) gerçekleştirilen deney veya çalışmaları ifade eden terim.
<i>İn vitro</i>	Canlı organizma dışında (laboratuvar ortamında) gerçekleştirilen.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	<i>Crataegus</i> spp.	4
Şekil 1.2.	<i>Crataegus</i> cinsinin sistematikteki yeri.....	5
Şekil 1.3.	<i>Crataegus azarolus</i>	6
Şekil 1.4.	<i>Crataegus</i> türlerinin Türkiye’deki yayılışı.....	7
Şekil 1.5.	<i>Crataegus orientalis</i> var. <i>orientalis</i> türünün ülkemizde yayılışı.....	11
Şekil 3.1.	<i>Crataegus</i> spp. nin çiçeklenme dönemine ait fotoğrafı.....	22
Şekil 3.2.	Arazi ve laboratuvar çalışmalarını gösteren fotoğraflar.....	24
Şekil 4.1.	<i>Crataegus orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	29
Şekil 4.2.	<i>Crataegus orientalis</i> var. <i>orientalis</i> uçucu yağının majör bileşenleri.....	30
Şekil 4.3.	<i>Crataegus monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	32
Şekil 4.4.	<i>Crataegus monogyna</i> uçucu yağının majör bileşenleri.....	32
Şekil 4.5.	<i>Crataegus azarolus</i>	34
Şekil 4.6.	<i>Crataegus azarolus</i> uçucu yağının majör bileşenleri.....	34
Şekil 4.7.	Antimikrobiyal çalışmalarımızı gösteren fotoğraflar.....	37
Şekil 4.8.	<i>Crataegus</i> taksonlarının uçucu yağlarının major bileşenleri karşılaştırılma grafiği.....	51

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 3.1.	Toplanan bitki örneklerine ait herbaryum numaraları, toplanma zamanları, lokaliteler ve koordinatlar.....	23
Tablo 4.2.	<i>C. orientalis</i> 'in toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu.....	31
Tablo 4.3.	<i>C. monogyna</i> 'nın toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu.....	33
Tablo 4.4.	<i>C. azarolus</i> 'un toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu.....	35
Tablo 4.5.	Agar seyreltme yöntemiyle PDA ortamında uygulanan <i>C. azarolus</i> uçucu yağının <i>Ascosphaera apis</i> miselyal koloni çapları üzerindeki etkisi (mm).....	36
Tablo 4.6.	Mikroorganizma gelişimini inhibe etmek amacıyla bitkilerden elde edilen uçucu yağlar kullanılarak disk difüzyon yöntemine göre belirlenen antimikrobiyal duyarlılık sonuçları.....	39
Tablo 4.7.	DPPH radikal süpürme aktivitesi sonuçları.....	39
Tablo 4.8.	TAS, TOS ve OSI sonuçları.....	40

BAZI *CRATAEGUS* L. TÜRLERİNİN BİYOLOJİK AKTİVİTE ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada, Bingöl ilinden toplanan *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis*, *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna* ve *Crataegus azarolus* L. taksonlarının toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri ile antifungal, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Uçucu yağ verimleri *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. azarolus* için sırasıyla %0,4, %0,3 ve %0,7 olarak belirlenmiştir. GC-MS analizlerinde *Crataegus orientalis* var. *orientalis* uçucu yağının başlıca bileşenleri 2-heksenal (%26,85), p-simen (%8,41) ve heptakosan (%8,01); *C. monogyna* var. *monogyna* uçucu yağının başlıca bileşenleri nonakosan (%16,12), geraniol (%9,79) ve heptakosan (%9,12) olarak tespit edilmiştir. *C. azarolus* uçucu yağında ise trikosan (%23,50), pentakosan (%21,10) ve heptakosan (%13,80) baskın bileşenler olarak belirlenmiştir.

C. azarolus uçucu yağının *Ascosphaera apis* üzerindeki antifungal etkisi agar seyreltme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Kontrol grubunda 90 mm olan miselyal koloni çapı, 5, 10, 20 ve 40 µL uygulamalarında sırasıyla 68,33, 65,00, 58,67 ve 53,67 mm'ye düşmüş; en yüksek uygulama miktarında yaklaşık %40,37 inhibisyon elde edilmiştir. Disk difüzyon sonuçlarına göre *C. azarolus*, incelenen mikroorganizmaların çoğunda diğer taksonlardan daha geniş inhibisyon zonları oluşturmuş; en yüksek değer *Bacillus megaterium* üzerinde 20 mm olarak belirlenmiştir.

DPPH analizinde en yüksek test konsantrasyonunda *C. monogyna* var. *monogyna*, *Crataegus orientalis* var. *orientalis* ve *C. azarolus* için sırasıyla %80,10, %80,02 ve %70,62 radikal süpürme aktivitesi elde edilmiştir. *C. azarolus* en yüksek TAS değerinin yanında en yüksek TOS ve OSI değerlerini de göstermiştir. Sonuçlar, incelenen *Crataegus* taksonlarının farklı kimyasal profillere ve seçici biyolojik aktivitelere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte bu potansiyelin doğrulanması için standardizasyon, nicel antimikrobiyal analizler, toksisite değerlendirmeleri ve *in vivo* çalışmalar gereklidir.

Anahtar Kelimeler: *Crataegus*, uçucu yağ, GC-MS, *Ascosphaera apis*, antifungal aktivite, antimikrobiyal aktivite, antioksidan aktivite.

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITY CHARACTERISTICS OF SOME *CRATAEGUS* L. SPECIES

ABSTRACT

In this study, the chemical compositions and antifungal, antimicrobial, and antioxidant activities of essential oils obtained by hydrodistillation from the aerial parts of *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis*, *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna* and *Crataegus azarolus* L. collected in Bingöl Province were comparatively investigated. Essential oil yields were determined as 0.4%, 0.3%, and 0.7% for *C. orientalis* var. *orientalis*, *C. monogyna* var. *monogyna*, and *C. azarolus*, respectively. GC-MS analysis identified 2-hexenal (26.85%), p-cymene (8.41%), and heptacosane (8.01%) as the major components of *Crataegus orientalis* var. *orientalis* essential oil. The major components of *C. monogyna* var. *monogyna* essential oil were nonakosan (16.12%), geraniol (9.79%), and heptacosane (9.12%), whereas tricosane (23.50%), pentacosane (21.10%), and heptacosane (13.80%) predominated in *C. azarolus* essential oil.

The antifungal activity of *C. azarolus* essential oil against *Ascosphaera apis* was evaluated using the agar dilution method. The mycelial colony diameter, which was 90 mm in the control group, decreased to 68.33, 65.00, 58.67, and 53.67 mm following applications of 5, 10, 20, and 40 μ L, respectively. The highest application amount produced approximately 40.37% inhibition. According to the disk diffusion results, *C. azarolus* produced wider inhibition zones than the other taxa against most of the tested microorganisms, with the highest value of 20 mm recorded against *Bacillus megaterium*.

At the highest tested concentration, DPPH radical scavenging activities were 80.10%, 80.02%, and 70.62% for *C. monogyna* var. *monogyna*, *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, and *C. azarolus*, respectively. Although *C. azarolus* exhibited the highest TAS value, it also showed the highest TOS and OSI values. These findings demonstrate that the investigated *Crataegus* taxa possess distinct chemical profiles and selective biological activities. Nevertheless, standardization, quantitative antimicrobial assays, toxicity assessments, and *in vivo* studies are required to confirm their potential applications.

Keywords: *Crataegus*, essential oil, GC-MS, *Ascosphaera apis*, antifungal activity, antimicrobial activity, antioxidant activity.

1. GİRİŞ

Canlıların yaşamsal işlevlerini eksiksiz yerine getirebilmeleri için sürekli olarak yeterli ve besleyici gıdalar almaları gerekmektedir (Nazarudeen, 2010). Arkeolojik kazılar, İlk Çağ döneminde insanların besin ihtiyaçlarını karşılamak ve şifa bulmak amacıyla bitkilerden yararlandıklarını ortaya koymuştur. İnsan, varlığının başlangıç aşaması olan Paleolitik Çağ'da, birlikte yaşadığı vahşi ve evcil hayvanların beslenme biçimlerini gözlemlemiş; böylece bazı bitkileri yiyecek olarak seçerken, bazılarının da şifalı özelliklerini zamanla keşfetmiştir (Makarska-Bialokoz, 2019; Nesbitt ve Prance, 2012).

1957 yılında gerçekleştirilen kazılarda, Kuzey Irak'taki Şanidar Mağarası'nda Neandertal insanına ait mezar kalıntılarına ulaşılmıştır. Günümüzden 60 bin yıl önce yaşamış bir şamana ait olduğu düşünülen bu mezarda bulunan mor sümbül, civanperçemi, gül hatmi, kanarya otu, ebegümece ve peygamber çiçeği gibi bitki kalıntıları, insanların bitkilerle olan ilişkisine dair ilk kanıtlar arasında yer alarak tarihsel bir önem taşımaktadır. Günümüzde de bu bitkiler tıbbi amaçlarla kullanılmaya devam etmektedir (Günaydın, 2023).

Doğada bitkiler, hayvanlar ve insanlar bir denge içinde yaşamaktadır. Efsanelere göre bitkiler, tanrıların insanlara sunduğu en değerli armağandır; öyle ki tüm bitki örtüsü insanlığın yararına sunulmuştur (Günaydın, 2023).

Bazı bitkiler sağladıkları faydalar dolayısıyla özel olarak yetiştirilip yoğun şekilde tüketilirken, bazıları ise doğada bol miktarda bulunmasına rağmen sınırlı oranda tüketilmektedir. Günümüzde bu tür faydalı bitkilerin kullanım alanlarının genişletilmesi ve fonksiyonel gıda olarak işlenmesi gibi konulara önem verilmektedir (Emrem, 2008).

Anadolu, bitki örtüsü açısından dünyanın en önemli alanlarından biridir ve bu coğrafyada birçok yabani meyve doğal olarak yetişmektedir. Genellikle taze olarak tüketilen bu meyveler; reçel ve marmelat yapımında da kullanılmakta, bu yönüyle uluslararası pazarda da ilgi görmektedir. Bölgedeki bu zengin çeşitliliğin oluşmasında, insanların yanı sıra

kuşların ve diğer hayvanların alıç gibi tohumları çevreye yaymasının etkili olduğu düşünülmektedir (Taylan, 2015).

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan bitki coğrafyası bölgelerinin birleşim noktasıdır. Bu durum, iklim ve toprak özelliklerinin de etkisiyle çok zengin bir bitki örtüsünün oluşmasını sağlamıştır. Bahsedilen çeşitlilik, yaklaşık üçte biri endemik olan toplam 11.014 bitki taksonundan meydana gelmektedir (Güner vd., 2000). Ülkemizdeki endemik bitki oranı yüzde otuz dört seviyesinde olup bu oran 3.150 bitki türünü kapsamaktadır. Bu yüksek endemizm oranı, ülkemizi çiçekli bitkiler açısından küresel ölçekte ilgi çekici bir konuma getirmektedir (Anonim, 2007).

Söz konusu zengin bitki çeşitliliği, ulusal ve uluslararası botanikçilerin sürekli olarak Türkiye'ye yönelmesini sağlamıştır. Örneğin 2015-2017 döneminde, dünya genelinde bitki biyoçeşitliliğine 152 takson ilave edilmiş ve bunlardan 25'inin (21 tür, 2 alt tür ve 2 hibrit bitki) Türkiye kökenli olduğu belirtilmiştir (Özhatay vd., 2017).

Bu bitki çeşitliliği içinde tüketilebilen yabani meyvelerin rolü oldukça büyüktür (Balta vd., 2022). Yabani bitkiler, içerdikleri besin öğeleri açısından hem kolay ulaşılabilir hem de en ekonomik kaynaklardır (Özen, 2010). Söz konusu meyveler, tarımsal ıslah çalışmaları açısından büyük önem taşımakta ve çeşitli ıslah hedeflerinde kullanılma potansiyeli barındırmaktadır. Doğal olarak yetişen yenilebilir meyvelerin bir diğer avantajı da özellikle kırsal alanlardaki ailelerin gıda ihtiyacını karşılamasıdır. Bu doğrultuda yabani meyvelerin üretimi ve tüketimi, dünya genelinde kırsal bölgelerde yaşayan nüfusun beslenme sorunlarını ve yoksulluğunu azaltma kapasitesine sahiptir (Egea vd., 2010; Ercişli vd., 2012).

Yabani bitkilerin tüketiminin; kardiyovasküler hastalıklar, serebrovasküler sorunlar ve kanser hücreleri üzerinde olumlu etkileri olduğu ve bu durumun, bitkilerin yüksek antioksidan kapasitelerinden kaynaklandığı öne sürülmektedir (Simopoulos ve Gopalan, 2003). Bunun yanı sıra karotenoidler, askorbik asitler, tokoferoller, polifenoller ve antosiyaninler gibi antioksidan etkili maddeler, besleyici değerlerinin yanı sıra vücuda yararlı bileşenlerin alımını artırma potansiyeline sahiptir (Zeitouny, 2007). Sekonder metabolitler arasında yer alan fenolik bileşenler, antioksidan özellikleri sayesinde

beslenme açısından büyük önem taşır. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; antialerjik, antitrombotik, antiaterojenik, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, kalp koruyucu ve damar genişletici gibi farklı fizyolojik etkilere sahiptir. Fenolik bileşiklerin bu yararlı etkileri, doğrudan antioksidan aktivitelerine dayanmaktadır (Balasundram vd., 2006).

1.1. Rosaceae Familyası

Çok geniş bir familya olan Rosaceae; Spiraeoideae, Rosoideae, Pomoideae ve Prunoideae olmak üzere 4 alt familyaya ayrılmaktadır (Tanker vd., 2014). Otsu, çalı ya da ağaç formunda olan bu familya üyelerinin bazıları dikenli, bazıları ise sarılıcı özellik gösterir. Yapraklar *alternat* (spiral) dizilimli olup; yaprak sapının tabanında bir stipula (kulakçık) ile birlikte tam veya *pinnat* (tüysü) yapıda olabilir. Çiçek durumları, ağaç ve çalıların dallarındaki kısa sürgünlerde oldukça farklı şekillerde görülmektedir. Çiçekler genellikle hermafrodit olmakla beraber, nadiren tek eşeyli de olabilir. Ovaryum, tek veya çok sayıda karpelden (meyve yaprağı) oluşur. Meyveler ise nuks (bir veya birden fazla karpelden oluşan, derimsi veya odunsu perikarpı olan, açılmayan ve tek tohum taşıyan kuru meyve), drupa (eriksi meyve), folikül veya çoğunlukla agregat (küme) meyve olarak sınıflandırılır. Rosaceae familyası, dünya genelinde yaklaşık 115 cins ve 3.200 tür ile temsil edilirken; ülkemizde 35 cins ve 250 tür barındırmaktadır (Gürten, 2018; Özdeveci, 2006).

1.2. *Crataegus* spp.

Genellikle dikenli ağaç veya çalı formundaki bitkilerden oluşan *Crataegus* cinsinin yaprakları; düz, loblu ya da dişli olmak üzere farklı formlarda bulunabilir. Çiçek durumu, sürgünlerin uç kısmında şemsiyemsi salkımlar (korimb) halinde gruplanmıştır. Türkiye'de toplam 21 türle temsil edilen bu cinse ait genel görünüm Şekil 1.1'de sunulmuştur. Çiçekler beşli dairesel dizilimde olup epikalips (alt çanak) özelliği taşımaktadır. Taç yapraklar beyaz veya pembe tonlarında olup, genellikle çanak yapraklardan daha uzundur. Stamen (erkek organ) sayısı 5 ile 25, karpel (meyve yaprağı) sayısı ise 1 ile 5 arasında değişiklik gösterir. Meyveler drupa (eriksi) tipte; sarı, kırmızı, koyu mor veya siyah renklerde olup unumsu ve etli bir yapıya sahiptir. Cins içinde hibrit (melez) formlara sıklıkla rastlanmaktadır (Gürten, 2018).



Şekil 1.1. *Crataegus* spp

Crataegus cinsinin dünya genelinde yaklaşık 200 türünün bulunduğu tespit edilmiştir. Kuzey yarımkürenin ılıman iklim bölgelerine yayılan bu cinsin, Üçüncü Jeolojik Zaman'da (Tersiyer) günümüzdeline kıyasla daha geniş alanlarda ve daha fazla tür çeşitliliğiyle yayılım gösterdiği fosil kanıtlarından anlaşılmaktadır (Gürten, 2018).

Şekil 1.2'de gösterildiği üzere alıç; taksonomik açıdan Rosaceae (Gülgiller) familyasına, Spiraeoideae (Maloideae) alt familyasına, Crataegeae oymağına ve *Crataegus* cinsine dâhildir (Dönmez, 2007).



Şekil 1.2. *Crataegus* cinsinin sistematikteki yeri (Özdeveci, 2006)

Hem ağaç hem de çalı formunda özellikler gösteren bu cinsin dünya genelinde yaklaşık 280 farklı türü olduğu bilinmektedir. Türkiye'nin de içinde yer aldığı Kuzey Yarımküre'de ise alıcın yaklaşık 50 farklı taksonu yayılım göstermektedir (Davis, 1972; Dönmez, 2004).

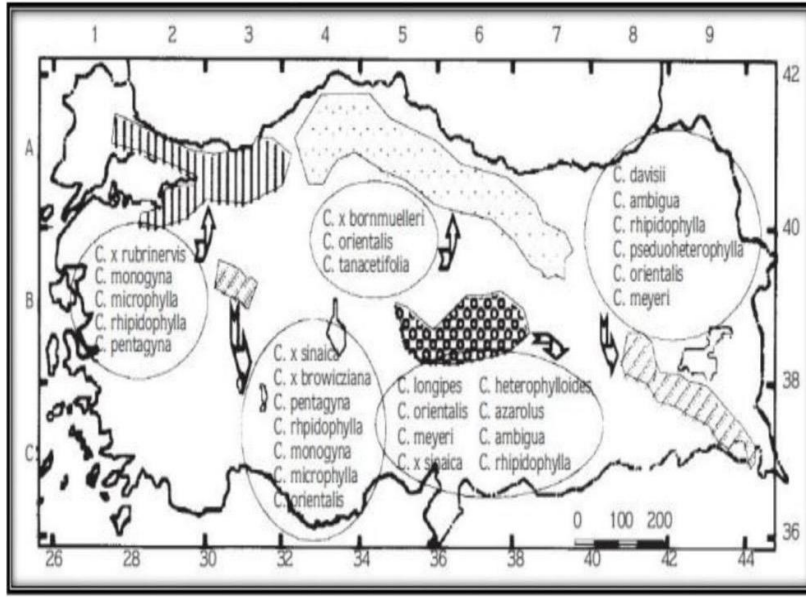
Ülkemizde yaygın olarak "alıç" adıyla tanınan *Crataegus* türlerinin pek çoğu tüketilebilir meyvelere sahiptir. Farklı yörelerde yemişen, beyaz diken, ekşi muşmula, edran, geviş, geyik diken, kuş yemişi, ayva alıcı, çakır alıcı, godon alıcı, göden alıcı ve kotan alıcı gibi birçok isimle anılmaktadır (Gürten, 2018). Bu cinsin barındırdığı tür sayısı; benimsenen tür kavramına ve taksonomik karmaşıklıklara bağlı olarak 150 ile 200 arasında değişmektedir (Gültekin, 2007). Genellikle sarı-turuncu renkte olan (Şekil 1.3) ve insanlar tarafından daha fazla tercih edilen çeşidine "alıç" denirken, kırmızı renkli olanları ise "yemişen" olarak adlandırılır. Zorlu iklim şartlarına uyum sağlayabilen alıç, oldukça geniş bir coğrafi alana yayılmıştır. Genellikle güneşli alanları tercih etmekle birlikte, olumsuz çevre koşullarında da gelişimini sürdürebilmektedir. Dünya genelinde Avrupa, Kuzey Afrika, Çin, Kuzey Amerika ve Avustralya gibi pek çok farklı iklim bölgesinde yetiştirme imkânı bulan bu bitki, adaptasyon sorunu yaşamadığı için doğal ortamlarda kolayca yayılabilmektedir (Gürten, 2018).



Şekil 1.3. *Crataegus azarolus*

Bir ülkenin barındırdığı takson çeşitliliği, o ülkenin flora zenginliğinin en önemli göstergesidir. Türkiye, ev sahipliği yaptığı yaklaşık 11.000 bitki türü ile oldukça zengin bir flora sahiptir (Gürten, 2018; Güner vd., 2000; Erik ve Tarıkahya, 2004). Coğrafi alan olarak Türkiye'den yaklaşık 15 kat daha büyük olan Avrupa kıtasının toplam tür sayısı ile ülkemizin tür sayısı karşılaştırıldığında, Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından ne kadar zengin bir potansiyele sahip olduğu daha net anlaşılmaktadır (Gürten, 2018).

Türkiye, sadece sahip olduğu tür sayısı ile değil, barındırdığı endemik türle de öne çıkmaktadır (Gürten, 2018). *Crataegus* cinsinin Türkiye'deki yayılışı Şekil 1.4'te gösterilmekte olup ülkemizde bu cinsin 21 farklı türü mevcuttur. Doğal olarak en çok bulunan tür *Crataegus monogyna* var. *monogyna* iken, *Crataegus orientalis*, *Crataegus oxyacantha* ve *Crataegus aronia* da sıkça görülmektedir (Ağaoğlu vd., 1995; Dönmez, 2003; Ercişli, 2004).



Şekil 1.4. *Crataegus* türlerinin Türkiye'deki yayılışı (Dönmez, 2004)

Bu türlerden bazıları kış aylarında yaprak dökerken, bir kısmı ise dökmez. Bitkilerin yaprakları genellikle ikili ve açıyla dizilmişken, çok azı karşılıklı olarak yer almaktadır. Yapraklar tam veya tüylü şekildedir. Stipulalar, petiyolün alt kısmı ile birleşmiştir. Çiçek yapıları; aktinomorf (birden çok simetri eksenli olan ve benzer kısımlara sahip çiçek örtüsü), hemisanter (hem erkek hem de dişi organları barındıran) ve nadiren monoik (erkek ve dişi organların farklı çiçeklerde ancak aynı bitki üzerinde bulunduğu) yapıdadır; oldukça gösterişli ve büyüktür. Çiçekler, tozlaşma için gereken çekiciliğe sahiptir (Tanker vd., 2014; Yavuz, 2021).

Alıç bitkisi, doğal ortamlarda bitki şekli, yapısı, meyvelerin rengi ve biçimi gibi morfolojik özellikleri açısından belirgin farklılıklar sergilemektedir (Koşar, 2017).

Alıç (*Crataegus* spp.) bitkisi, genellikle kısa boylu bir türdür ve bazı çeşitleri 10 metreye kadar yükselebilir. Kış dönemlerinde yapraklarını döken bu çalı biçimindeki bitki, dikenli bir meyve verir. Pembe, sarı, kırmızı veya beyaz renkte çiçekleri; 6-20 mm çapında, 1 ila 3 tohum içeren, siyah, kırmızı, maun veya sarı renkte meyveleri vardır. Bu meyveler lezzetli ve hafif ekşi bir tatta tüketilebilir (Dönmez, 2007).

Dikenli bir ağaç olan alıcın dalları kırmızı ya da kırmızımsı kahverengidir. Yaprakları sade ya da loblu bir yapıya sahiptir. Mayıs ayında çiçek açan bitkinin meyveleri sonbahar döneminde toplanmaktadır. Ülkemizde sıklıkla rastlanan bu tür; Güney Avrupa, Akdeniz ülkeleri, Kuzey Afrika ve Suriye'de de görülmektedir (Koşar, 2017; Gürlen, 2018; Guo ve Jiao, 1995).

Türkiye'nin pek çok yerinde doğal olarak bulunabilen alıç, ortam koşullarına uyum sağlama konusunda zorlanmaz; geniş bir iklim yelpazesinde ve farklı yüksekliklerde gelişim gösterebilir (Serçe vd., 2011).

Genellikle dağlık alanlarda, hatta besin elementi bakımından fakir olan topraklarda bile uzun yıllar yaşayabilen alıçlar, mayıs ayında çiçeklenir ve meyveleri sonbaharda toplanır (Gültekin, 2005). Değişik alıç türlerinin yaprak, çiçek ve kökleri toplumda ve alternatif tıpta çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir (Gürlen, 2018).

Alıçlar, -18 °C'ye kadar dayanabilen, yüksek sıcaklıklardan pek hoşlanmayan, hava kirliliğine ve deniz rüzgârlarına karşı dirençli bitkilerdir (Genç, 2007). Alıç ağaçlarının çoğu türü kuraklığa karşı da dayanıklıdır (Gültekin, 2007). Kış aylarında yapraklarını döken alıç çeşitleri, çalı formunda ya da 5-6 metreye kadar uzayan ağaçlardır. Orta kışa dek dökülmeyen meyveler, kuşlar için besin kaynağı oluşturur (Mamıkoğlu, 2012).

Çiçek yapısı yalancı şemsiye (korimboz) biçimindedir; çiçeklerde beş adet çanak ile taç yaprağı bulunmakta olup üst çanak (epikaliks) yer almaz. Alıcın, yumuşak çekirdekli meyve türleri için anaç olarak uygun olabileceği bilinmektedir (Ercişli, 2004).

Alıç meyvelerinin olgunlaşma dönemi sonbahardır. Ancak bazı çeşitlerde kış mevsiminde de olgunlaşma gerçekleşebilir. Olgunlaşan meyvelerin renkleri, türlerin sınıflandırılmasında önemli bir taksonomik gösterge olarak kabul edilmektedir; ana renkler sarı, kırmızı ve siyah olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu temel renklerin arasında farklı ara tonların da bulunduğu bilinmektedir (Ercişli vd., 2015). Kendine özgü bir meyve olan alıcın en belirgin özelliği; yapraklarının şekli, üzerindeki tüyler ve yapraklardaki dişlerdir. Bunun yanı sıra, koyu kırmızı tüyleri olan kırmızımsı meyveleri ve yeşil çiçek örtüsü ile tanınır (Dönmez, 2004, 2007).

Bazı bilim insanları, ülkemizdeki *Crataegus* türlerinin meyve renkleri açısından oldukça çeşitli olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin Koşar (2017); *C. pentagyna*'nın siyah ya da siyaha yakın mor, *C. tanacetifolia*'nın sarı ya da kırmızımsı, *C. orientalis*'in kırmızımsı turuncu, *C. pontica*'nın sarımsı turuncu, *C. atrosanguinea*'nın koyu kırmızı, *C. curvisepala*'nın koyu mor, *C. stevenii*'nin kırmızı, *C. monogyna*'nın kahverengi-kırmızı ve *C. microphylla*'nın parlak kırmızı renkte olduğunu açıklamıştır.

Meyvelerinde 1 ila 5 arasında çekirdek bulunmakta olup bu durum türlere göre farklılık göstermektedir. Alıç bitkisi, ülkemizde nisan ve mayıs aylarında çiçek açmaktadır. Bu tür; hafif, orta ve yoğun topraklarda yetiştirilebilmekte ve kuraklığa karşı yüksek bir dayanıklılık göstermektedir (Karadeniz, 2004). Görünüm açısından alıç meyvelerinin eliptik ya da yuvarlak biçimde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra meyve yüzeyinde lentisel yapıların olabileceği ve bazı türlerde brakteol kalıntılarının meyve üzerinde korunabildiği gözlemlenmiştir (Christensen, 1992).

Doğal olarak yayıldıkları alanlar genellikle erişilmesi güç yerler olduğundan, meyvelerinin toplanması mekanik sistemler yerine el ile yapılmaktadır (Dilay ve Özkan, 2023). Ancak son dönemlerde büyük meyveli alıç türlerine yönelik tüketici talebinin artması, ticari açıdan bu türlerin yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasına yol açmıştır. Özellikle Hatay'ın Belen bölgesi, bu büyük meyveli alıçların başlangıç noktası olarak bilinmektedir ve bu alandaki üretim faaliyeti giderek büyümektedir. Ayrıca Adana, Mersin, Kahramanmaraş ve Osmaniye gibi illerde de kapama alıç bahçelerinin sayısının arttığı bildirilmiştir (Bayazıt vd., 2018; Çalışkan vd., 2018).

Ancak yeterince önemi anlaşılamayan bir meyvedir. Birçok bölgemizde doğal olarak bulunan alıçlar, aşılama yöntemiyle elma, yenidünya veya armut ağaçlarına dönüştürülebilmektedir. Alıç; sığ, kumlu, taşlı ve kurak topraklarda yetiştirilmesi planlanan armut ağaçları için uygun bir anaç (kök bitkisi) olarak değerlendirilmektedir. Alıç üzerine aşılanan armutlar kısa kalmakta ve fazla büyüme göstermemektedir (Polat, 2020; Özbek, 1978).

Ayrıca alıç, elma yetiştiriciliğinde de kullanılabilecek bir kök bitkisi olarak potansiyel taşımaktadır. Diğer taraftan, yaygın bir kullanım olmamakla beraber, alıç bitkisinin ayva

iin de ana olarak kullanıldıđı rapor edilmiřtir. Alı kk bitkisi olarak kullanıldıđında ayva, kuru ve tuzlu topraklarda yetiřtirilebilmektedir. Fakat bu gibi durumlarda ađaların geliřimi zayıf, rn verimi ise dřk kalmaktadır (Demir, 1987; Dokuzođuz, 1963; Kksal, 1979). Sođuđa karřı dayanıklı olduđu iin armut ve ayva ađaları adına alternatif bir ana seeneđidir (zbek, 1978).

Estetik grnmleri nedeniyle peyzaj mimarisinde tercih edilen alı, ierdiđi metabolitler sayesinde ila sektrnde yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca zengin besin deđerleri ile gıda endstrisinde de olduka talep gren bitkiler arasında yer almaktadır (Shrauder, 1977; Kořar, 2017). Modern ve geleneksel tıp uygulamalarında kullanılan bitkilere "tıbbi bitki" denilmektedir (Baydar, 2007).

nemli bir tedavi bitkisi olan alıcın meyve ve ieklerinde, C vitamini bařta olmak zere bol miktarda vitamin, antioksidan etkisi bulunan flavonoidler, eterik yađlar, organik asitler, saponinler ve řekerler mevcuttur. Son zamanlarda aromaterapide uucu yađların kullanımı nemli lde artmıřtır (Weiss, 1997). Uucu yađlar hem bilimsel hem de ticari aıdan birok sektrde yer bulmaktadır. Bu yađların en ok kullanıldıđı alanlar gıda sanayisi, kozmetik rnler, ila, bitkisel tedavi ve aromaterapidir (Hammer, 1999). Bu nedenle alı, insan sađlıđı aısından zengin bir tr olarak dikkate alınmalıdır. Ayrıca meyve ve iekleri, kalp-damar sađlıđı ile kalp iřlevlerini dzenlemek aısından da faydalıdır (Chang ve Zuo, 2002).

Alı, besin ieriđi bakımından fonksiyonel bir gıda olarak dřnlse de lkemizde henz yeterince nemsenmediđi sylenebilir. in'de alı bitkisi ve meyvesi; iecekler, tatlılar ve hatta ilalar iin yzyıllardır geleneksel olarak kullanılmaktadır. lkemizde alı bulunmasına rađmen tketimi olduka sınırlıdır ve ođu zaman hi toplanmadan ađata bırakılmaktadır. Bu nedenle alıcın kullanım alanlarını artıracak ve tketimini teřvik edecek bilimsel arařtırmalara ve sempozyum gibi etkinliklere ihtiya vardır (Sađbař, 2022).

Estetik grnm sayesinde dekoratif, btnleřtirici, ne ıkarıcı ve manzarayı evreleme gibi eřitli iřlevler sunan bir bitkidir. Ayrıca alılar grsel denetim, kirlilik azaltma ve erozyon nleme aısından da byk bir neme sahiptir (Kıral, 2022).

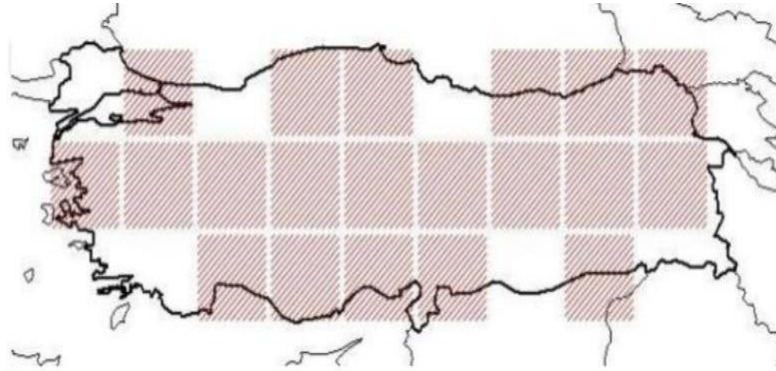
Alıç pekmezi, marmeladı, şurubu ve şekerlemesi yapılması, bitkinin gıda endüstrisi alanında da kullanılmasını sağlamaktadır (Kıral, 2022).

1.3. Çalışmamızda Yer alan *Crataegus* L. Türleri

1.3.1. *Crataegus orientalis* Pallas Ex Bieb. var. *orientalis* Pallas Ex Bieb. (Alıç)

Genellikle Avrupa'nın güney kesiminde, Kırım, Kafkasya ve Türkiye'de yaygın olarak bulunur. Türkiye'de, yalnızca Batı ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri dışında kalan hemen her alanda, özellikle Orta Anadolu ve çevresinde yetişim gösterir. Halk arasında en fazla bilinen ve tüketilen alıç türüdür.

Anadolu'da yaygın olarak bulunan bu ağaç türü, 0 ile 1300 metre arasında değişen yüksekliklerdeki ormanlık alanlar, maki ve çalılıklarda büyümektedir; boyu 3 ile 5 metreye kadar uzayabilmektedir. Yaprakları 3 ile 7 lobdan oluşmakta ve yatık tüylere sahiptir. Ülkemizdeki yayılışı Şekil 1.5'te gösterilen bu türün meyvesi ise 2 cm çapına erişen, yenilebilen ve kırmızımsı-turuncu renkte olan bir yapıdadır (Yavuz, 2021).



Şekil 1.5. *Crataegus orientalis* var. *orientalis* türünün ülkemizde yayılışı (Ertem,2022)

Genellikle 3-5 metreye kadar ulaşabilen bir çalı ya da küçük bir ağaç formundadır. Dikenleri yaklaşık 1,2 santimetre uzunluğundadır. Yaprakları, baklava dilimini ya da ters bir yumurtayı andıran dikdörtgen bir şekle sahiptir; tabanı kama yapısında olup uzunluğu 2,7-3 santimetre, genişliği 2,2 santimetredir. Bu yapraklar 2-7 derin çentikli, iki yana

eğik, gri renkte, ince, uzun ve yumuşak tüylüdür. Yaprak sapı uzunluğu ise 6 milimetredir. Yalancı şemsiye şekline sahip olan çiçek yapısı; yoğun, kırtıklı ve beyaz tüylerle kaplıdır. Bu çiçekler sık şekilde dizilmiş olup 1,5-2 cm çapındadır ve 4-10 adet çiçek barındırır. Çanak yaprakları 4-5 mm uzunluğunda, üçgenimsi, kısa ve keskin uçlu olup meyve döneminde geriye doğru kıvrılmış veya yayılmış durumdadır. Çiçek açma zamanı, mayıs ile temmuz ayları arasındadır. Meyveleri küremsi bir formda, 1,4-2,1 cm çapında ve 1,1-1,3 cm uzunluğunda olup kırmızımsı turuncu bir renge sahiptir. Tüyleri seyrek, kısa ve yumuşak olabileceği gibi tamamen tüysüz de olabilir (Davis, 1972).

1.3.2. *Crataegus monogyna* var. *monogyna* Jacq. (Yemişen)

Özellikle Batı ve Güney Anadolu'da yaygın olarak bulunan bu ağaç; 0-1800 m yükseklikler arasındaki ormanlar, çalılık ve maki alanlarında yetişir. 10 metreye kadar boylanabilen ağaç, pembe-beyaz renkte dikenli çiçeklere sahiptir. Nisan ve mayıs aylarında açmaya başlayan bu çiçekler, hoş bir kokuya sahip olup salkım şeklindedir. Çiçekler, koyu kırmızı ve yumurta biçimindeki küçük meyvelerin oluşumuna kadar açılmaya devam eder. Yenilebilir meyveleri 6-10 mm çapında, 1-3 tohumlu, esmer-kırmızı veya kırmızı renkli olup suyu bol ve hafif ekşi bir lezzet taşır. Yaprakları birbiri ardına gelen, 3-5 loblu ve gri-yeşil renktedir (Davis, 1972).

Hem estetik hem de çevresel önemi nedeniyle dünya genelinde en çok tanınan ve Türkiye'de doğal olarak en yaygın bulunan türdür. Avrupa ülkeleri, Kıbrıs, Türkiye, Mezopotamya ve İran'da yayılım gösterir. Deniz seviyesinden 1800 ila 2000 metreye kadar olan yüksekliklerde; kireçtaşı kayalıklar, yamaçlar, makilikler, meşe çalılıkları ve çeşitli ormanlarda yer alır. Genelde 3 metre yüksekliği ile çalı olarak bilinse de nadiren 8 metreye kadar büyüyen küçük bir ağaçtır. Yaklaşık 1 santimetre uzunluğunda keskin dikenlere sahiptir. Kahverengi-yeşil-kırmızımsı tonlardaki genç sürgünleri, çıplak olduğunda veya taze iken tüylüdür (Dönmez ve Özdemir, 2019).

Yapraklar geniş oval bir şekle sahip olup 4,2-6,5 santimetre uzunluğunda ve 4,0-5,5 santimetre genişliğindedir. Lopları derin, uç kısmı ise düz ya da çift dişlidir. Üst yüzü koyu yeşil, alt yüzü gri-yeşil veya beyazımsı-yeşil ve tüylüdür. Yaprak sapı 1,4-3,2 santimetre uzunluğundadır, yan yaprakları ise yuvarlaktır. Çiçek grubu, bolca dağılmış

10-18 çiçekten meydana gelir. Çiçekler 8-15 mm çapında olup beyaz ya da pembe tonlarındadır. Çanak yaprakları üçgen şeklinde ya da mızrak gibi uzundur. Meyve döneminde geri bükülür. Çiçeklerin açma zamanı, nisan ile haziran ayları arasındadır. Meyveler 3-7 taneye kadar gruplar hâlinde bulunur. Yuvarlak ya da yumurta biçiminde, 1,4-2,1 cm çapında ve 1,1-1,7 cm uzunluğunda olup kırmızı veya turuncu-kırmızı renge sahiptir. Her bir meyve 1-2 çekirdek taşır (Davis 1972; Dönmez ve Özdemir, 2019).

1.3.3. *Crataegus azarolus* L. (Sarı Alıç)

Crataegus azarolus L., Rosaceae familyasına ait, genellikle çalı veya küçük ağaç formunda gelişen ve yaklaşık 4 m, uygun koşullarda ise 10 m'ye kadar boylanabilen dikenli bir taksondur. Genç sürgünleri az veya yoğun yünsü-tomentoz tüylü olup dikenleri yaklaşık 8 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Yapraklar derimsi yapıda; üst yüzeyleri koyu yeşil, hafif parlak ve yatık tüylü, alt yüzeyleri ise soluk veya grimsi yeşil, tüysüz ya da yatık tüylüdür. Yaprak ayasının tabanı daralmış, kama şeklinde veya yuvarlak; kenarları tam ya da iri dişli olup yapraklar genellikle 1-2, nadiren 4 çift loba sahiptir. Çiçek durumu korimboz yapıda ve çoğunlukla 10-20 çiçeklidir. Çiçeklerin çapı yaklaşık 10-15 mm olup 15-20, nadiren 22 stamen ve çoğunlukla 2-3 stilus taşımaktadır. Meyveler basık küresel, küresel veya hafif armut biçiminde; genellikle 8-12 mm çapında, sarımsı yeşil ya da turuncu renkli ve sıklıkla kırmızımsı tonlardadır. Tür, Batı Akdeniz'den İran'a kadar geniş bir doğal yayılım alanına sahip olup Türkiye bu taksonun önemli çeşitlenme alanlarından biridir. Türkiye'de *C. azarolus* altında morfolojik olarak farklılaşan *var. minuta*, *var. dentata*, *var. aronia* ve Güneydoğu Anadolu'ya özgü *var. senobaaensis* taksonları tanımlanmıştır (Dönmez ve Özderin, 2019).

Anadolu'da en çok karşılaşılan alıç türü *C. monogyna* olup buna ek olarak *C. azarolus* ve *C. orientalis* var. *orientalis* türlerine de sıkça rastlanmaktadır. Özellikle *C. azarolus* türünün iri meyve veren genotipleri ile yetiştiriciliğinin giderek arttığı ifade edilebilir (Çalışkan vd., 2012; Çalışkan vd., 2016a).

1.4. *Crataegus*'un Sağlık Konusunda Önemi

Crataegus'un sağlık üzerindeki etkileri, Avrupa'da MS 1. yüzyılda Neron dönemi sırasında bir askeri tıp doktoru tarafından ilk kez kaydedilmiştir. Ayrıca, geleneksel Çin tıbbı içinde de uzun bir geçmişe sahip olan *Crataegus*, 659 yılında dünyanın ilk resmi ilaç rehberi olan *Tang Ben Cao*'da yer bulmuştur. Fransa Kralı IV. Henry'nin şahsi doktoru Quercetanus, 1544-1609 yılları arasında kalp hastalıkları tedavisi için *Crataegus* meyvelerinden hazırladığı şurubu kullanmıştır (Özdeveci, 2006).

Orta Çağ boyunca Avrupa'da alıç meyveleri ya taze olarak tüketiliyordu ya da şaraplarla karıştırılıyordu; fakat 1800'lerin sonlarına gelindiğinde bazı Avrupalı doktorlar alıcı incelemeye almış ve kalp-damar hastalıkları üzerindeki olumlu etkilerini keşfetmişlerdir (Gürten, 2018).

Yunan bitki bilimciler, alıcı 1. yüzyılda kullanmaya başlamışlardır. Alıçla ilgili ilk yazılı bilgiler, 18. yüzyıldan kalma eserlerde Petrus Crencentis'e aittir. 1305 yılında bu bitkinin damla hastalığı tedavisinde kullanıldığı, 1695'te ise anonim bir yazarın hipertansiyon için yararlı olabileceğine dair notlar düşmüştür. Avrupa'da alıç üzerine botanik çalışmalara 15. yüzyıldan itibaren başlanmıştır. Dr. Lederc (Madaus), alıcın kalp hastalıklarında kullanımı konusunda çalışmalarını 17. yüzyılda gerçekleştirmiştir. İranlı Dr. Geen, alıcı 19. yüzyılda kalp hastalığı için gizlice kullanmış ve 1894'teki ölümünden sonra bu durumu kızı ifşa etmiştir. 19. yüzyılda Fransa'da alıç, çay olarak demlenip tüketilmeye başlanmıştır (Gürten, 2018).

Eski dönemlerden bu yana *Crataegus* bitkisinin farklı kısımları (kök, çiçek, sürgün, meyve ve yaprakları) geleneksel olarak pek çok hastalığın tedavisinde yer almaktadır. Kurutulmuş alıç çiçekleri ve meyveleri; demlenerek öksürük, boğaz iltihabı, kalp ve damar hastalıkları, hemoroid, böbrek ve karaciğer rahatsızlıklarına karşı tercih edilmektedir (Karadeniz, 2004; Meriçli, 1994).

Sıklıkla kalp ve damar hastalıklarının tedavisinde kullanılan bu yöntemler, birçok ülkede hastalıkların iyileştirilmesi için tercih edilmektedir. Örneğin Çekoslovakya'da böbrek taşları, Çin'de akciğer sorunları ve ishal, Macaristan'da sarılık, Fransa'da ise gut

hastalığının tedavisinde bu uygulamalardan faydalanılmıştır. Kalbin güçlendirilmesi için kullanılan bitkilerin çoğu zehirli glikozitler içermekte olup yalnızca standart hale getirildiklerinde kullanılabilirler. Ancak alıç, zehirli glikozitler içermediği için herhangi bir tehlike oluşturmaz. Bunun yanında, flavonoidler açısından zengin olan alıç, koroneri genişleterek kan akışını artırma özelliğine sahiptir. Flavonoidler, antioksidan özellikleri sayesinde kalbin kan akışını ve oksijen seviyesini yükseltir; bu durumun "angina" olarak bilinen kalp ağrısı sorununa da iyi geldiği belirtilmektedir (Schussler ve Holzl, 1995).

Alıç meyvesi, içerdiği antioksidanlar sayesinde serbest radikalleri engelleyerek kalbin düzgün çalışmasını olumlu etkiler. Bununla birlikte kalp ile beyin arasındaki kan akışını artırarak kalbi düzensiz atışlardan korur, kalbin kasılma gücünü artırır ve kan basıncını dengeler. Alıcın kurutulmuş çiçekleri ve meyveleri çay şeklinde hazırlandığında; boğaz iltihabına, öksürüğe, kalp yetersizliğine, kalp ağrılarına, çarpıntılara, böbrek hastalıklarına, damar sertliğine ve karaciğer ağrılarına karşı yardımcı tedavi olarak kullanılmaktadır (Karadeniz, 2004).

Alıç, bazı fenolik bileşikler açısından zengin olan meyvelerden biridir. Fenolik bileşenler, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolünü (LDL) azaltma ve oksidasyonun önlenmesine yardımcı olma özellikleri sayesinde sağlığa fayda sağlar. Bu etkiler, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunmakta olup kanser karşıtı özelliklere de sahiptir. Son yıllarda gelişmiş ülkelerde, gıda takviyesi olarak alıç meyve konsantreleri kullanılarak değerli işlevsel gıdaların üretimi yaygınlaşmıştır. Bu nedenle Türkiye'de de alıç meyvesinden işlevsel gıda veya gıda takviyesi üretmek mümkündür; ancak bu tür işlevsel gıdaların tüketimi henüz yaygın değildir (Batu, 2012).

Çin alıcı meyvesi, polifenoller açısından zengin olan faydalı bileşikler barındırmaktadır. Yapılan araştırmalar, Çin alıcının kardiyovasküler hastalıkların etkisini azaltabileceğini göstermiştir. Bunun yanı sıra bu meyvenin; kanser riskini azalttığı, yüksek kan basıncını düşürdüğü, kalp yetmezliği tedavisinde fayda sağladığı, kolesterolü azaltıcı etki gösterdiği, damar sertliğine iyi geldiği ve kronik hastalıkların önlenmesi konusunda da potansiyel yararları olduğu belirlenmiştir (Jurikova vd., 2012).

Tunus'ta bulunan kırmızı ve sarı alıç türlerinin iyi bir antioksidan kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Taze olarak tüketildiğinde bu yabani alıç meyvelerinin sağlık açısından daha faydalı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca diyet yapan bireyler için önerilen değerli bir besin kaynağı olduğu da belirtilmektedir (Mraihi ve diğerleri, 2014). Bitkisel tedaviler; mide-bağırsak problemleri, hipertansiyon, boğaz iltihabı, grip, cilt problemleri ve daha birçok rahatsızlığın iyileştirilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir (Sixt ve Strube, 2018).

Alıcın sağlık açısından faydaları; flavonoidler ve antosiyaninlerin (oligomerik prosiyanidinler) varlığına dayandırılmaktadır. Yüzyıllardır flavonoid içeren ürünler hastalıklara karşı kullanılmakta ve bu bileşiklerin biyolojik etkileri üzerine yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Flavonoidlerin keşfedilen ilk biyolojik özellikleri arasında; kılcal damar duvarlarına olumlu etki etmesi, kan sızmasının önlenmesinde, geçirgenliğin ve zayıflığın giderilmesinde önemli rol oynaması yer alır. Araştırmalar; flavonoidlerin kan damarlarının esnekliğini artırdığını, damarları genişlettiğini, güçlendirdiğini ve rahatlama sağladığını göstermiştir. Flavonoidlerin kan damarları üzerindeki bu olumlu etkilerinin, kasılmaları gevşetme yeteneklerinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Skerget vd., 2005; Karademir, 2005; Mennen vd., 2004; Maron, 2004).

Flavonoidlerin damarlar üzerindeki etkilerinin yanı sıra kalp üzerinde de olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bitkideki flavonoid bileşenlerinin kalp üzerindeki etkilerden sorumlu olduğu; kalbin oksijen tüketimini artırarak metabolizmadaki enzimleri desteklediği, damarların genişlemesiyle kalbe binen yükü azalttığı, gevşeme sağladığı ve kan basıncını düşürdüğü tespit edilmiştir (Yavuz, 2021).

Hayvan denekleri üzerinde yapılan araştırmalar, bu bitkinin hipolipidemik, hipotansif, antioksidan, serbest radikal temizleyici ve antiinflamatuvar özellikler taşıdığını ortaya koymuştur. Kronik kalp yetmezliği durumunda alıç özü, ek bir tedavi aracı olarak değerlendirilebilir. Hipertansiyon ve hiperlipideminin alıç kullanımı ile düzelme gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak alıç tüketiminin kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölüm oranlarıyla ilişkisi henüz net bir şekilde kanıtlanmamış olup bazı ilaçlarla etkileşim potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir (Kashyap vd., 2012; Kumar vd., 2012; Yang vd., 2012; Edwards vd., 2010; Jurikova vd., 2012; Mraihi vd., 2014; Pittler vd., 2008; Dahmer vd., 2012).

Ayrıca kas gevşetici, kabızlık yapıcı ve idrar artırıcı etkileri de vardır. Kalp ile ilgili bu etkiler uzun süre kullanıldığında ortaya çıkar. Son yıllarda, değişik ülkelerde, özellikle doğadan toplanan alıç meyvelerinin kimyasal yapısı ve ağaç özellikleri üzerine çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Ljubuncic vd., 2005; Özcan vd., 2005; Türkoğlu vd., 2005).

Özetle Alıç bitkisinin;

- Kalp kaslarını eski haline döndürüp güçlendirdiği,
- Yağ birikimini engelleyip kolesterolü azalttığı; damar tıkanıklığı yaratabileceği bilinen kalsiyum ve arterosklerotik plakları azalttığı,
- Rahim ve sindirim sistemindeki kasların gevşemesini sağladığı,
- Kan basıncının belirli bölgelerdeki kasılmalarını düzenlediği,
- Vücuttaki anormal su birikimini, yani ödem oluşumunu önlediği,
- Sindirim sürecini hızlandırarak iştahı artırmada etkili olduğu,
- Kalp damarlarının oksijen ve kanla dolmasını sağlayarak arterlerin genişlemesine yardımcı olduğu,
- Stresin kalp, damar, sindirim ve sinir sistemini etkilemesini önlediği,
- Soğuk algınlığına faydalı olduğu bildirilmiştir (Nick vd., 1998; Zhang vd., 2001).

1.5. *Crataegus* L. Cinsinin Bileşiminde Yer Alan Kimyasal Bileşenlerin Özellikleri ve Fonksiyonları

Serbest radikaller, bedenin doğal işleyişi ve hastalık durumlarında meydana gelmektedir (Mathew ve Abraham, 2006). Son dönemlerde gerçekleştirilen klinik araştırmalar; vücuttaki serbest radikal oluşumunun yaşlanma ve bununla ilişkilendirilen dejeneratif hastalıklar (kanser, kalp-damar hastalıkları, katarakt vb.) üzerinde önemli bir etki yarattığını göstermiştir (Atoui vd., 2005).

Serbest radikaller vücutta nötralize edilmediği takdirde; hücre zarı üzerindeki proteinleri parçalayarak hücrelerin ölümüne yol açabilir, yağ ve proteinleri yok ederek hücre zarını güçsüzleştirip hücresel işlevleri bozabilir, çekirdek zarını tahrip ederek genetik materyale zarar verebilir, DNA'nın hasar görme ve mutasyona uğrama riski taşımasını sağlayabilir.

Ayrıca bağımsızlık sistemindeki hücreleri etkileyerek bağımsızlık sisteminin işlevselliğini azaltabilir (Serteser ve Gök, 2003).

Antioksidanların etkileri iki şekilde ortaya çıkar: Birincisi, serbest radikallerin oluşumunu önlemeye yönelik etkiler (reaktif türleri yok etme, oksijenin ortadan kaldırılması veya konsantrasyonunun azaltılması, katalitik metal iyonlarının uzaklaştırılması); ikincisi ise mevcut serbest radikallerin etkilerinin ortadan kaldırılmasıdır (toplama, bastırma, onarma ve zincir kırma etkileri) (Serteser ve Gök, 2003).

Antioksidanların vücutta nasıl çalıştığı; çevredeki oksijen seviyesine, sıcaklığa, konsantrasyon düzeyine ve substrat türüne bağlı olarak farklılık gösterir (Becker vd., 2004). Antioksidanlar, işlevlerine göre genel olarak iki ana gruba ayrılır. İlk grup "Birincil Antioksidanlar" olarak adlandırılan bileşenlerdir; bunlar serbest radikallerle etkileşerek onların daha zararlı formlara dönüşmesini engelleyen ve yeni radikallerin oluşumunu önleyen maddelerdir (örneğin; katalaz, peroksidaz). İkinci grup ise "İkincil Antioksidanlar"dır; bu bileşenler, oksijen radikallerini yakalayan ve radikal zincir tepkimelerini durduran maddelerdir (örneğin; askorbik asit, E vitamini, polifenoller). Genel olarak, reaktif oksijen türlerine proton ekleyerek etki gösterirler ve bu durum aktivite kaybına yol açar. Ayrıca serbest radikalleri ve oksidanları etkisiz hale getirme mekanizmaları sayesinde okside olabilen molekülleri koruyarak bazı antioksidanların yeniden üretimini desteklerler (Serteser ve Gök, 2003).

Doğal antioksidan kaynaklarını genel olarak bitki fenolik maddeleri oluşturmaktadır (Atoui vd., 2005; Huang vd., 2005; Mathew ve Abraham, 2006). Fenolik maddeler; biyolojik olarak antibakteriyel, antikanserojenik ve antialerjik aktivite gösteren bileşiklerdir (Parejo vd., 2002; Atoui vd., 2005).

Basit fenoller bitkilerin yapısında doğal olarak oluşurlar (Parejo vd., 2002; Serteser ve Gök, 2003). Fenolik bileşikler meyve, yaprak, kök ve kabuk kısımları gibi bitkilerin tüm dokularında yer alabilirler (Roginsky ve Lissi, 2005; Skerget vd., 2005).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Crataegus L. cinsi, dünya genelinde yaklaşık 200 tür ile temsil edilmekle birlikte, bazı taksonomik çalışmalarda bu sayının 1200'e kadar çıkabileceği bildirilmektedir. Geleneksel sınıflandırmalarda *Maloideae* alt familyası içerisinde değerlendirilen *Crataegus*; *Pyracantha* M. Roem., *Mespilus* L. ve *Hesperomeles* Lindl. cinsleri ile yakın akraba olarak kabul edilmiştir. Ancak son dönemlerde yapılan filogenetik analizler, *Crataegus* cinsinin *Osteomeles* Lindl. cinsine filogenetik olarak daha yakın olduğunu ortaya koymuştur (Dönmez, 2003).

Crataegus cinsi, farklı araştırmacılar tarafından yaklaşık 40 seksiyona ayrılmıştır. Bu seksiyonlar arasında yer alan *Crataegus* seksiyonunun genetik çeşitlenme merkezinin Türkiye'den İran'a uzanan bölge olduğu belirtilmektedir. Arazi gözlemleri ve floristik çalışmalar, Türkiye'nin *Crataegus* cinsi açısından önemli bir çeşitlenme merkezi olduğunu ve ülkede bu cinse ait tür sayısının bilinenden daha fazla olabileceğini göstermektedir (Dönmez, 2003).

Türkiye florasında *Crataegus* türleri arasında melezlenmenin yaygın olduğu, türlerin biyocoğrafik dağılımları ile melez taksonların olası atalarının bu bağlamda değerlendirildiği ifade edilmektedir. Ayrıca yaprak ve çekirdek morfolojisi, çekirdek sayısı ve meyve rengi gibi morfolojik karakterlerde gözlenen polimorfizm ile melezlenme olgusunun, *Crataegus* türleri arasında çok sayıda sinonimin (eş anlamlı isim) ortaya çıkmasında etkili olduğu vurgulanmaktadır (Dönmez, 2003).

Sebze ve meyveden zengin bir beslenme biçiminin kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türlerinin riskini azalttığı birçok epidemiyolojik çalışma ile ortaya konmuştur (Ziegler, 1991; Law ve Morris, 1998). Bu kapsamda özellikle üzüksü meyveler, yüksek antioksidan içerikleri nedeniyle insan sağlığı açısından önemli doğal kaynaklar arasında yer almaktadır (Heinonen vd., 1998; Hegedus vd., 2008).

Bu tür meyvelerin kimyasal bileşimi ve antioksidan özelliklerine ilişkin veriler sınırlıdır. Bu nedenle söz konusu meyvelerin fitokimyasal içeriklerinin belirlenmesi; doğal antioksidanlar ve fonksiyonel gıdalar açısından yeni kaynakların ortaya çıkarılması bakımından önem taşımaktadır (Arabshahidelouee ve Urooj, 2007).

Meyvelerin antioksidan aktiviteleri; genetik yapı, çevresel koşullar, olgunluk düzeyi ve yetiştirme şartları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Netzel vd., 2007; Ercişli ve Orhan, 2008). *Rosaceae* familyasına ait olan muşmula, Türkiye'nin özellikle Kuzey ve Batı Anadolu ile Marmara bölgelerinde yayılış göstermekte olup geç olgunlaşan bir türdür. Meyveleri gıda olarak tüketilmesinin yanı sıra geleneksel tıpta da kullanılmaktadır (Browicz, 1972; Baytop, 1999).

Bingöl ilinden toplanan üç farklı alıç (*Crataegus*) taksonunun toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri ile biyolojik aktivitelerini inceleyen bu yüksek lisans tez çalışmasında, türler arasında belirgin farklılıklar olduğu ortaya konmuştur.

Genel olarak Clevenger apareyi ile hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağ verimlerine bakıldığında, en yüksek verim %0,7 ile *Crataegus azarolus* türünde elde edilirken, bunu %0,4 ile *Crataegus orientalis* var. *orientalis* ve %0,3 ile *C. monogyna* var. *monogyna* izlemiştir. GC-MS analizleri sonucunda yağların kimyasal profillerinde önemli türsel ayrılmalar tespit edilmiştir:

Crataegus orientalis Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis* uçucu yağında tanımlanan 36 bileşen (%92,19) arasında en yüksek oran %26,85 ile 2-heksenal'e aittir.

C. monogyna var. *monogyna* uçucu yağında belirlenen 33 bileşende (%91,96) ana bileşen %16,12 ile nonakosan olmuştur.

C. azarolus uçucu yağı ise 15 bileşen (%85,13) ile daha az çeşide sahip olsa da trikosan (%23,50) ve pentakosan (%21,10) gibi ağır moleküllü alifatik hidrokarbonlar bakımından son derece zengin bulunmuştur.

Kimyasal bileşimdeki bu spesifik farklılıklar, uçucu yağların biyolojik etki mekanizmalarına da doğrudan yansımıştır. Biyolojik aktivite analizlerinde öne çıkan özel bulgular şu şekildedir:

Antifungal Etki: Bal arılarında kireç hastalığına yol açan *Ascosphaera apis* patojenine karşı uygulanan *C. azarolus* uçucu yağı, doza bağlı olarak belirgin bir inhibisyon sağlamış ve en yüksek dozda miselyal gelişimi %40,37 oranında engellemiştir.

Antimikrobiyal Etki: Disk difüzyon testlerinde genel olarak en yüksek duyarlılık *C. azarolus* yağında görülmüştür. Özellikle *Bacillus megaterium* üzerinde 20 mm, *Candida tropicalis* üzerinde 17 mm, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde ise 15 mm inhibisyon zonu oluşturmuştur. Gram-negatif bakterilerin dış membran yapıları nedeniyle bu yağlara karşı daha dirençli kaldığı anlaşılmıştır.

Antioksidan Kapasite: DPPH radikal süpürme testlerinde 100 mg/mL konsantrasyonda en yüksek radikal engelleme değerlerini %80,10 ile *C. monogyna* var. *monogyna* ve %80,02 ile *Crataegus orientalis* var. *orientalis* gösterirken, *C. azarolus* %70,62'de kalmıştır. Bununla birlikte *C. azarolus*, 37,58 ile en yüksek Toplam Antioksidan Statüsü (TAS) değerini sunmuş; ancak 143,44 TOS ve 3,82 OSI oranları ile oksidan yükü de en yüksek tür olarak ölçülmüştür.

Tüm bu spesifik veriler, incelenen alıç taksonlarının doğal birer antifungal ve antimikrobiyal kaynak olduğunu, özellikle *C. azarolus* uçucu yağının arıcılıkta kimyasal kalıntı bırakmayan doğal bir koruyucu olarak potansiyel taşıdığını göstermektedir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bingöl ilinden *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *Crataegus monogyna* var. *monogyna* ve *Crataegus azarolus* türleri Tablo 3.1'de belirtilen lokalitelerden toplanmış ve uygun koşullarda kurutulmuştur. Herbaryum örneği haline getirilen bitki materyalleri, Bingöl Üniversitesi Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu'nda muhafaza edilmektedir. *C. orientalis* var. *orientalis*, *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. azarolus* türlerine ait örnekler sırasıyla CR-001, CR-002 ve CR-003 herbaryum numaraları ile kayıt altına alınmıştır. Bitki örnekleri çiçeklenme (Şekil 3.1) ve vejetatif gelişim dönemleri dikkate alınarak, meyveli örneklerde Ekim 2025 tarihlerinde toplanmış; lokalite ve koordinat bilgileri arazi kayıtlarına işlenmiştir.



Şekil 3.1. *Crataegus* spp. nin çiçeklenme dönemine ait fotoğrafı

Tablo 3.1 Toplanan bitki örneklerine ait herbaryum numaraları, toplanma zamanları, lokaliteler ve koordinatlar

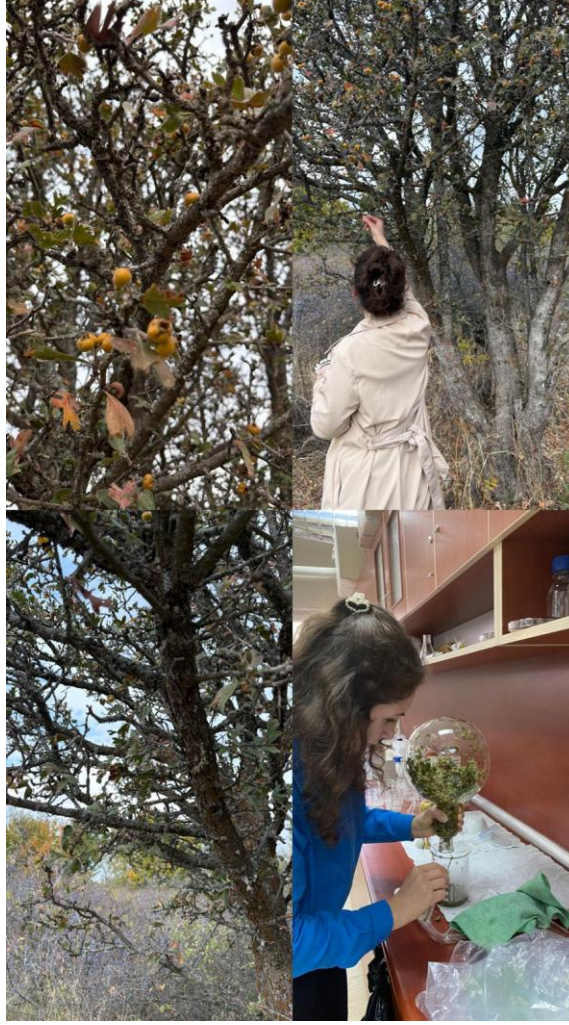
Tür	Herbaryum No	Toplanma zamanı		Lokalite Koordinat	
<i>Crataegus orientalis</i> var.	CR-001	Ekim 2025	Bingöl, Genç ilçesi,	38°44'12" 40°35'28" E	N,
<i>Crataegus monogyna</i> var.	CR-002	Ekim 2025	Bingöl, Kuruca Köyü çevresi	38°44'25" 40°35'46" E	N,
<i>Crataegus azarolus</i> L.	CR-003	Ekim 2025	Bingöl, Genç ilçesi,	38°44'38" 40°36'05" E	N,

3.2. Yöntem

3.2.1. Kimyasal Analizler

Toplanan bitki örneklerinin toprak üstü kısımları, meyveleri ve yapraklarından uçucu yağ eldesi gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte gerçekleştirilen arazi ve laboratuvar çalışmaları Şekil 3.2'de sunulmuştur. Uçucu yağlar, her bir taksona ait 100 g kurutulmuş bitki materyalinden su distilasyonu (hidrodistilasyon) yöntemiyle elde edilmiştir. Distilasyon işlemlerinde Clevenger apareyinden yararlanılmıştır.

Bu amaçla 100 g bitki örneği, saf su ile birlikte distilasyon balonuna alınmıştır. Suyun kaynamasıyla oluşan buharın soğutucu sistemde yoğunlaştırılması sonucunda, uçucu yağ ve su karışımı toplama haznesinde birikmiştir. Yoğunluk farkından dolayı uçucu yağ fazının suyun üst kısmında toplanmasıyla uçucu yağlar ayrıştırılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Arazi ve laboratuvar çalışmalarını gösteren fotoğraflar

Elde edilen uçucu yağların verimleri yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonlarının kalitatif ve kantitatif analizleri Gaz Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi (GC–MS) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. GC Analiz Koşulları

Kromatografik analizler, Hewlett Packard HP 6890 GC sistemi ve FID dedektörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde HP-5 MS kolon (30 m × 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı) kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250 °C, taşıyıcı gaz akış hızı 1 mL/dk ve split oranı 1:50 olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklık programı başlangıçta 60 °C’de 2 dakika tutulmuş, ardından 10 °C/dk artışla 150 °C’ye yükseltilmiş ve daha

sonra 240 °C'ye ulaştırılarak bu sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Son aşamada ise sıcaklık 5 °C/dk hızla artırılarak sistem sonlandırılmıştır.

3.2.3. GC–MS Analiz Koşulları

GC-MS analizleri, Hewlett Packard HP-Agilent 5973 N GC-FID ve GC-MSD sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde DB-5 MS kolon (30 m × 0.25 mm iç çap) tercih edilmiş ve taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250 °C, akış hızı 1 mL/dk olarak uygulanmıştır. Fırın sıcaklık programı, GC analiz koşulları ile aynı şekilde yürütülmüştür.

Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, NIST ve Flavor uçucu yağ kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler, bulgular bölümünde türlere ait kimyasal analiz başlıkları altında tablolar halinde sunulmuştur. Kimyasal analizlerde kullanılan örneklerin detayları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Bu araştırmada; *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *Crataegus monogyna* var. *monogyna* ve *Crataegus azarolus* türlerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal kompozisyonları belirlenmiş; söz konusu yağların antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan potansiyelleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

3.2.4. Antifungal Analizler

3.2.4.1. Patojen

In vitro antifungal testler için, GC-MS analizlerinde uçucu yağ verim profili en yüksek olarak belirlenen *C. azarolus* uçucu yağı seçilmiştir.

Kireç hastalığı belirtileri gösteren bal arısı yavruları, yerel arılıklardaki enfekte kolonilerden toplanmıştır. Hastalık etmeni, morfolojik özellikler ve mikroskopik incelemelere dayanılarak *Ascosphaera apis* olarak tanımlanmıştır (Jensen vd., 2013). Fungal sporlar aseptik koşullarda steril distile suya aktarılmış ve homojen bir spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Bu süspansiyondan alınan örnekler Patates Dekstroz Agar

(PDA) ortamına inoküle edilerek 30 ± 1 °C’de 7 gün süreyle inkübe edilmiştir. Tek spor izolasyonu yapılarak saf kültürler elde edilmiş ve deneylerde kullanılmaya kadar 4 °C’de muhafaza edilmiştir (Aronstein ve Murray, 2010).

3.2.4.2. Patates Dekstroz Agar (PDA) Ortamının Hazırlanması

Fungal izolasyon ve gelişim için ticari PDA besiyeri kullanılmıştır. Besiyeri, üretici firmanın önerileri doğrultusunda 1 L distile suya 39 g PDA tozu eklenerek hazırlanmış ve ısıtılarak tamamen çözündürülmüştür. Hazırlanan ortam 121 °C’de 15 dakika süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilizasyonun ardından ortam 45–50 °C’ye soğutulmuş ve aseptik koşullarda her bir petri kabına yaklaşık 20 mL olacak şekilde dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır.

3.2.4.3. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Ascosphaera apis’in miselyal gelişimi üzerine uçucu yağların etkisini belirlemek amacıyla *in vitro* agar seyreltme (agar dilution) yöntemi kullanılmıştır (Benjilali vd., 1986). Denemelerde incelenen bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, PDA ortamına farklı dozlarda (5, 10, 20 ve 40 µL) ilave edilerek homojen şekilde karıştırılmıştır. Kullanılan dozlar, literatürde bildirilen etkili konsantrasyon aralığını kapsayacak şekilde seçilmiştir (Mraz vd., 2019).

Katılaşan ortamlara, 7 günlük *A. apis* kültürlerinden alınan 8 mm çapındaki agar diskleri petri kaplarının merkezine yerleştirilmiştir. Petri kapları ters çevrilerek uygun sıcaklık ve nem koşullarında 7-10 gün süreyle inkübe edilmiştir (Jensen vd., 2013). İnkübasyon sonunda koloni çapları ölçülmüş ve miselyal gelişim üzerindeki yüzde engelleyici etki, Deans ve Svoboda (1990) tarafından bildirilen formüle göre inhibisyon yüzdesi olarak hesaplanmıştır:

$$\text{İnhibisyon (\%)} = (gc - gt) / gc \times 100$$

Formülde; gc kontrol plakalarındaki miselyal büyüme çapını, gt ise uçucu yağ uygulanan plakadaki miselyal büyüme çapını ifade etmektedir.

Denemeler tamamen rastgele deneme desenine uygun olarak, her uygulama için üç biyolojik tekrar içerecek şekilde yürütülmüştür. Negatif kontrol olarak uçucu yağ içermeyen normal PDA ortamı kullanılmıştır.

3.2.5. Antimikrobiyal Analizler

Antimikrobiyal aktivite araştırmalarında, incelenen bitki taksonlarının toprak üstü kısımlarından su distilasyonu (hidrodistilasyon) yöntemiyle izole edilen uçucu yağlar kullanılmıştır. Antimikrobiyal analizler, çeşitli patojen mikroorganizmalar kullanılarak disk difüzyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada patojen mikroorganizmalardan *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterileri ile *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* mayaları kullanılmıştır.

Test mikroorganizmaları uygun yoğunlukta (0.5 McFarland) hazırlanarak Mueller-Hinton Agar (MHA) besiyerine ekim yöntemiyle inoküle edilmiştir. Steril boş (blank) diskler, belirlenen konsantrasyondaki uçucu yağlar ile emdirilerek inoküle edilen plakların yüzeyine yerleştirilmiştir. Bakteriler 27 °C’de 24 saat, mayalar ise 35 °C’de 48 saat süreyle etüvde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda oluşan inhibisyon zonları (mm) ölçülerek antimikrobiyal etki değerlendirilmiştir. Çalışmada pozitif kontrol (bakteriler için 10 µg/disk ampicilin, mayalar için 30 µg/disk nistatin) ve negatif kontrol (metanol) grupları kullanılmıştır (Yin vd., 2024; Demirpolat, 2023). Elde edilen sonuçlar ilgili tablolarda sunulmuştur.

3.2.6. Antioksidan Aktivite Araştırmaları

Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH, TAS ve TOS analizleri ile belirlenmiştir. DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi, uçucu yağın serbest radikal süpürme kapasitesini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemde, DPPH çözeltisinin mor renginin antioksidan madde varlığında azalması esas alınmaktadır. Uçucu yağlar, öncelikle 10, 25, 50, 75 ve 100 mg/mL oranlarında heksan ile seyreltilerek gerekli konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan konsantrasyonlardan 40 µL alınarak her

birinin üzerine 0.1 mM'lık 160 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım iyice vortekslelendikten sonra tüpler kapatılmış ve 30 dakika boyunca karanlıkta inkübe edilmiştir. Numunelerin serbest radikal temizleme kabiliyeti, Elisa mikropłaka okuyucu (Allsheng Amr-100, Hangzhou, Çin) kullanılarak 570 nm dalga boyunda absorbans ölçümüyle belirlenmiştir (Sancar, 2025). C vitamini (askorbik asit) pozitif kontrol, metanol ise negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Yüzde (%) inhibisyon değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve tablolarda verilmiştir:

$$\% \text{ DPPH inhibisyonu} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

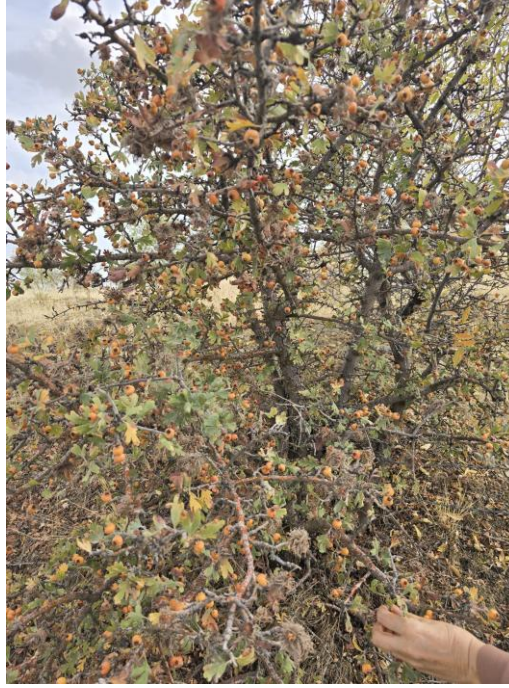
TAS-TOS analizleri ise ticari test kitleri (REL Assay Kit) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Erel, 2004; 2005). Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla uygulanan TAS (Total Antioxidant Status) analizi, hidroksil radikallerinin oluşturduğu renkli reaksiyonun örnekte bulunan antioksidan bileşikler tarafından baskılanması esasına dayanmaktadır. Örneklerin toplam oksidan düzeylerinin belirlenmesi amacıyla ise TOS (Total Oxidant Status) analizi gerçekleştirilmiştir. TOS yöntemi, örnekte bulunan oksidan moleküllerin ferröz iyonları ferrik iyona oksitlemesi sonucu meydana gelen renk değişiminin spektrofotometrik olarak ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Sonuçlar, kit protokollerinde yer alan formüllere göre hesaplanarak tablolarda sunulmuştur.

Buna ilaveten, örneklerin genel oksidatif durumunu belirlemek amacıyla TOS ve TAS sonuçları kullanılarak Oksidatif Stres İndeksi (OSI) hesaplanmıştır. OSI değerleri, TOS değerinin TAS değerine oranlanmasıyla ($OSI = TOS / TAS$) elde edilmiş ve sonuçlar bağıntılı birim (arbitrary unit, AU) olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

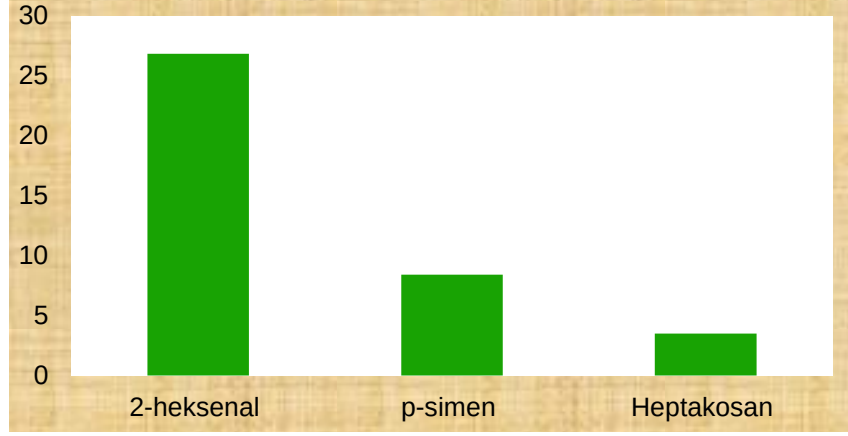
4.1. Uçucu Yağ Analizi

Bu çalışmada, *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis*'in toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın verimi %0,4 (v/w) olarak belirlenmiş ve yürütülen GC-MS analizleri sonucunda toplam yağın %92,19'unu temsil eden 36 bileşen tanımlanmıştır (Tablo 4.2, Şekil 4.1).



Şekil 4.1. *Crataegus orientalis* var. *orientalis*

Uçucu yağın kimyasal kompozisyonu genel olarak incelendiğinde; baskın bileşenlerin sırasıyla 2-heksenal (%26,85), p-simen (%8,41) ve heptakosan (%8,01) olduğu saptanmıştır. Yağın genel karakteristiğini belirleyen en yüksek oranlı bileşiğin bir alifatik aldehit olan 2-heksenaldır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Crataegus orientalis* var. *orientalis* uçucu yağının majör bileşenleri

Tablo 4.2. *Crataegus orientalis* var. *orientalis*'in toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu

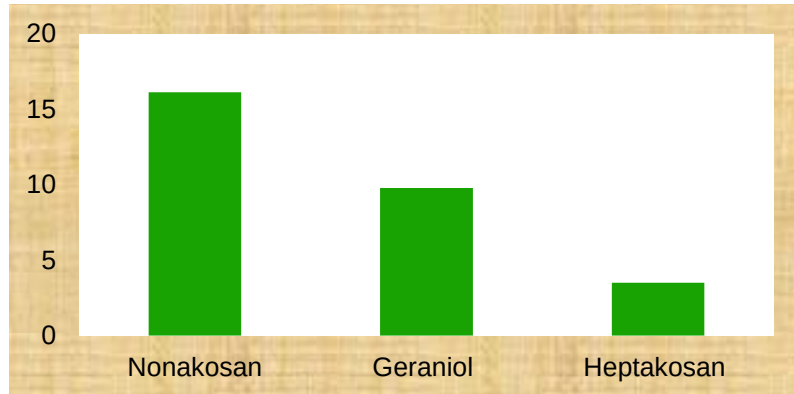
No	RI	Bileşen Adı	%
1.	662	Bütiraldehit	1,91
2.	696	Valeraldehit	1,61
3.	703	Furan	1,23
4.	729	İzoamil alkol	2,22
5.	732	Format	0,19
6.	751	2-Pentenal	1,07
7.	761	1-Pentanol	0,61
8.	801	Kapronaldehit	6,81
9.	850	2-Heksenal	26,85
10.	867	Hekzanol	6,28
11.	906	Enantaldehit	0,07
12.	933	α -Pinen	0,97
13.	986	5-Hepten-2-on	0,73
14.	993	2-Pentilfuran	0,14
15.	1009	δ -3-Karen	0,34
16.	1013	Heptandienal	0,21
17.	1020	β -Pinen	2,01
18.	1025	p-Simen	8,41
19.	1030	Limonen	4,42
20.	1032	Okaliptol	1,85
21.	1040	Benzil alkol	0,21
22.	1046	β -Osimen	0,35
23.	1058	γ -Terpinen	3,25
24.	1068	Asetofenon	0,22
25.	1086	Terpinolen	2,15
26.	1107	Pelargonaldehit	0,25
27.	1192	Metil salisilat	0,28
28.	1215	Geraniol	6,23
29.	1382	β -Bourbonen	0,22
30.	1418	β -Karyofillen	1,49
31.	1504	α -Farnesen	0,56
32.	1573	3-Hekzenil benzoat	0,10
33.	1581	Hekzil benzoat	0,17
34.	1582	Hekzadekan	0,65
35.	1900	Nonadekan	0,12
36.	2700	Heptakosan	8,01
TOPLAM			92,19

C. monogyna var. *monogyna*'nın (Şekil 4.3) toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu Tablo 4.3'te sunulmaktadır. Bitkinin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağ verimi %0,3 (v/w, mL/100 g kuru bitki materyali) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. *Crataegus monogyna* var. *monogyna*

Yapılan analizler sonucunda, *C. monogyna* var. *monogyna*'nın uçucu yağında toplam 33 bileşen tespit edilmiş olup bu bileşenler toplam yağın %91,96'sını temsil etmektedir. Kompozisyonda en yüksek oranda bulunan majör bileşenlerin sırasıyla nonakosan (%16,12), geraniol (%9,79) ve heptakosan (%9,12) olduğu saptanmıştır (Şekil 4.4). Bu genel dağılım, incelenen uçucu yağın hem düz zincirli yüksek moleküllü alifatik hidrokarbonlar (alkanlar) hem de oksijenli monoterpenler açısından zengin, kompleks bir fitokimyasal kompozisyona sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

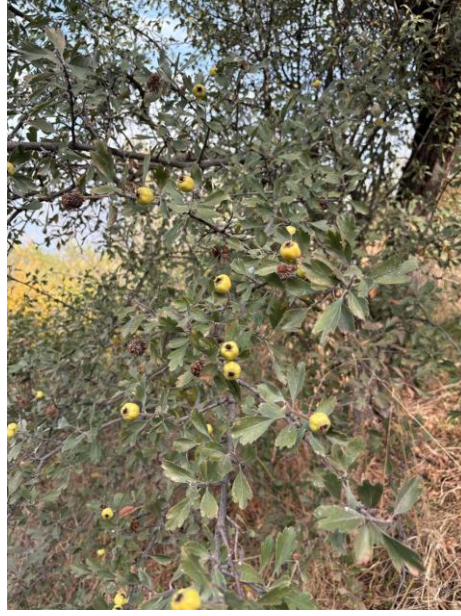


Şekil 4.4. *C. monogyna* var. *monogyna* uçucu yağının majör bileşenleri

Tablo 4.3. *C. monogyna* var. *monogyna* 'nın toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu

No	RI	Bileşen Adı	(%)
1.	1020	α -Pinen	4,65
2.	1045	Benzasetaldehit	0,32
3.	1048	trans-Osime	0,23
4.	1072	trans-Linalool oksit	2,76
5.	1067	cis-Linalool oksit	4,62
6.	1095	Linalool	5,18
7.	1108	Leylak aldehit A	0,17
8.	1015	Hepten-4-ol	1,37
9.	1170	p-Ment-1-en-8-ol	1,16
10.	1227	Nerol	1,57
11.	1255	Geraniol	9,79
12.	1312	4-Vinil-2-metoksifenol	1,01
13.	1356	Öjenol	5,56
14.	1385	β -Damaskenon	0,40
15.	1408	Dodekanal	0,24
16.	1453	Geranil aseton	0,21
17.	1373	α -İyonon	0,38
18.	1495	β -İyonon-5,6-epoksit	2,31
19.	1489	β -İyonon	0,55
20.	1508	α -Farnesen	0,71
21.	1563	Nerolidol	0,25
22.	1582	Karyofillen oksit	0,51
23.	1608	Benzofenon	0,45
24.	1665	Bisabolol oksit	2,57
25.	1612	Tetradekanal	0,53
26.	2110	Fitol	2,18
27.	2300	Trikosan	4,41
28.	2500	Pentakosan	3,40
29.	2600	Hekzakosan	8,23
30.	2700	Heptakosan	9,12
31.	2825	Skualen	1,00
32.	2900	Nonakosan	16,12
TOPLAM			91,96

C. azarolus'un (Şekil 4.5) toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu Tablo 4.4'te sunulmaktadır. Bitkinin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağ verimi %0,7 (v/w, mL/100 g kuru bitki materyali) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5. *Crataegus azarolus*



Şekil 4.6. *C. azarolus* uçucu yağının majör bileşenleri

Yapılan analizler sonucunda, *C. azarolus*'un toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağda toplam 15 bileşen tespit edilmiş olup bu bileşenlerin toplam yağın %85,13'ünü temsil ettiği belirlenmiştir. Bu durum, uçucu yağın kimyasal açıdan zengin ve kompleks bir bileşim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Kompozisyonda en yüksek oranda bulunan majör bileşenlerin sırasıyla trikosan (%23,5), pentakosan (%21,1) ve heptakosan (%13,8) olduğu saptanmıştır (Şekil 4.6). Elde edilen bu veriler, incelenen taksonun ağır moleküllü doymuş alifatik hidrokarbonlar (alkanlar) açısından oldukça dominant bir profile sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4. *C. azarolus* 'un toprak üstü örneklerinden su distilasyonu yöntemiyle elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu

No	R1	Bileşen adı	%
1.	1020	α -Pinen	1,7
2.	1213	Limonen	1,3
3.	1215	Geraniol	5,23
4.	1288	p-Simen	0,4
5.	1408	Nonanal	0,8
6.	1613	β -Elemen	0,1
7.	1624	β -Karyofillen	0,3
8.	1770	Valensen	0,5
9.	2100	Eikosan	4,9
10.	2200	Dokosan	1,7
11.	2242	Karvakrol	-
12.	2300	Trikosan	23,5
13.	2402	Tetrakosan	9,8
14.	2500	Pentakosan	21,1
15.	2700	Heptakosan	13,8
TOPLAM			85,13

4.2. Antifungal Sonuçlar

Bu çalışmada, *C. azarolus* uçucu yağının *Ascosphaera apis*'in miselyal gelişimi üzerindeki antifungal etkisi *in vitro* koşullarda değerlendirilmiştir. Agar seyreltme yöntemi ile gerçekleştirilen denemeler sonucunda, uçucu yağın uygulanan tüm dozlarda miselyal büyümeyi anlamlı düzeyde baskıladığı belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Agar seyreltme yöntemiyle PDA ortamında uygulanan *C. azarolus* uçucu yağının *Ascosphaera apis* miselyal koloni çapları üzerindeki etkisi (mm)

		5 µL	10 µL	20 µL	40 µL
<i>C. azarolus</i>	1.	68	64	60	54
	2.	67	66	58	52
	3.	70	65	58	55
	Negatif Kontrol	90	90	90	90

C. azarolus uçucu yağının inhibisyon etkisi, artan konsantrasyonlara bağlı olarak belirgin şekilde yükselmiş ve doza bağımlı bir etki profili sergilemiştir. En düşük dozlarda dahi ölçülebilir bir antifungal etki gözlenirken, en yüksek dozlarda inhibisyon oranlarının %50'ye yaklaştığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Kontrol grubunda herhangi bir engelleyici etki gözlenmemesi, elde edilen sonuçların doğrudan uçucu yağ uygulamasına bağlı olduğunu doğrulamaktadır.

Literatürde yer alan alıç (*Crataegus* spp.) türlerinin; içerdikleri triterpenoid saponinler, aminler ve flavonoidler gibi zengin ikincil metabolitler sayesinde hem antioksidan hem de antimikrobiyal özellikler gösterdikleri bilinmektedir (Batu, 2012; Yücel Şengün ve Yücel, 2015). Farklı alıç türlerinin mantar patojenleri üzerindeki etkilerini destekleyen benzer çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Yücel Şengün ve Yücel (2015) tarafından belirtildiği üzere, Sarı alıç (*Crataegus tanacetifolia*) meyve ekstraktının test edilen mantarlar arasında *Penicillium notatum* üzerinde antifungal etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Güven vd., 2006).

Literatürde sarı alıcının *P. notatum* üzerindeki bu inhibisyon etkinliği ile birlikte değerlendirildiğinde, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz *C. azarolus*'un *A. apis* üzerindeki doza bağımlı inhibisyon verileri, *Crataegus* türlerindeki fitokimyasalların antifungal ajan olarak potansiyelini destekler niteliktedir. Sonuç olarak bu bulgular, *C. azarolus* uçucu yağının, arıcılıkta önemli bir fungal patojen olan *A. apis*'e karşı doğal bir antifungal ajan olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle bal arılarında görülen kireç hastalığı ile mücadelede kimyasal ilaçlara alternatif olabilecek ve kalıntı riski taşımayan bitkisel çözümlerin geliştirilmesi açısından literatürdeki çalışmalarla tutarlı, umut verici bir zemin sağlamaktadır.

4.3. Antimikrobiyal Sonuçlar

Antimikrobiyal analizler, mikroorganizmaların hangi antimikrobiyal ajanlara karşı duyarlı veya dirençli olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan laboratuvar prosedürleridir (Şekil 4.7). Enfeksiyonların etkili bir şekilde tedavi edilebilmesi açısından büyük önem taşıyan antibiyotik duyarlılığı, bakterilerin belirli ajanların varlığında hayatta kalabilme veya çoğalma yeteneklerini, dolayısıyla bu maddelerden etkilenme derecelerini ifade etmektedir.



Şekil 4.7. Antimikrobiyal çalışmalarımızı gösteren fotoğraflar

Antimikrobiyal aktivite sonuçlarına genel olarak bakıldığında, bitkisel uçucu yağların mikroorganizmalar üzerinde farklı düzeylerde inhibitör etki gösterdiği görülmektedir (Tablo 4.6). Zon çaplarının standart antibiyotiklere kıyasla daha düşük olması beklenen bir durumdur; çünkü bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ham ekstrakt yapısındadır ve saf antibiyotikler kadar güçlü bir etki göstermeyebilir.

Özellikle *Crataegus azarolus* ekstraktı, birçok mikroorganizmaya karşı en yüksek aktiviteyi sergilemiştir. Bu taksonun; *B. megaterium* üzerinde 20 mm, *C. tropicalis* üzerinde 17 mm, hem *E. coli* hem de *S. aureus* üzerinde ise 15 mm inhibisyon zonu oluşturması önemli bir antimikrobiyal potansiyele işaret etmektedir. Özellikle *B. megaterium* için standart antibiyotik zonunun 25 mm olduğu düşünüldüğünde, elde edilen 20 mm'lik aktivite oldukça dikkat çekicidir.

Crataegus monogyna var. *monogyna* ise orta düzeyde bir aktivite sergilemiştir. Özellikle *B. megaterium* ve *C. albicans* üzerinde 14 mm'lik zon oluşturması, bu taksonun Gram-pozitif bakteri ve maya türlerine karşı daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşın *P. aeruginosa* üzerindeki etkinliğinin düşük olması, bu bakterinin doğal direnç mekanizmalarıyla ilişkilendirilebilir.

Crataegus orientalis var. *orientalis* ise genel olarak düşük-orta düzeyde bir aktivite göstermiştir. En yüksek etki *E. coli* ve *C. albicans* üzerinde 12 mm olarak belirlenmiştir. *B. megaterium* üzerindeki 8 mm'lik zon ise oldukça zayıf bir etkiyi ortaya koymaktadır.

Mikroorganizma grupları açısından değerlendirildiğinde, maya türlerinin (*C. albicans* ve *C. tropicalis*) bazı ekstraktlara karşı bakterilere kıyasla daha duyarlı olduğu görülmektedir. Özellikle *C. azarolus*'un *C. tropicalis* üzerindeki etkisi dikkat çekicidir. Gram-negatif bakterilerden *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae* üzerinde ise tüm ekstraktların daha düşük aktivite göstermesi, bu bakterilerin dış membran yapısından kaynaklanan yüksek direnç özellikleriyle açıklanabilir.

Patojen mikroorganizmaların belirli dozlardaki antibiyotiklerden etkilenmesi, söz konusu antibiyotiğin mikroorganizmayı öldürebildiğini (mikrobisidal etki) veya çoğalmasını baskılayabildiğini (mikrobistatik etki) göstermektedir (Ventola, 2015). Son yıllarda sentetik antibiyotiklere karşı gelişen direnç mekanizmalarının artması ve doğal terapötik ajanlara olan ilginin yükselmesi, bitkisel ekstraktların antimikrobiyal potansiyellerinin araştırılmasını kritik bir boyuta taşımıştır. Bu nedenle birçok bitki türü, içerdiği zengin sekonder metabolitler sayesinde alternatif ve doğal antimikrobiyal kaynaklar olarak değerlendirilmektedir.

Çalışılan taksonlar arasında en güçlü antimikrobiyal etkinin *Crataegus azarolus* ekstraktında olduğu söylenebilir. Bulgular, özellikle Gram-pozitif bakteriler ve *Candida* türleri üzerinde umut verici bir biyolojik aktivite bulunduğunu göstermekte ve bu taksonun ileri farmakolojik çalışmalar açısından önemli bir potansiyel taşıdığını düşündürmektedir.

Tablo 4.6. Mikroorganizma gelişimini inhibe etmek amacıyla bitkilerden elde edilen uçucu yağlar kullanılarak disk difüzyon yöntemine göre belirlenen antimikrobiyal duyarlılık sonuçları

Mikroorganizma	<i>C. orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	<i>C. monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	<i>C. azarolus</i>	Standard Antibiyotik
<i>E. coli</i>	12	12	15	19
<i>B. megaterium</i>	8	14	20	25
<i>P. aeruginosa</i>	12	10	12	14
<i>S. aureus</i>	10	10	15	19
<i>K. pneumoniae</i>	10	12	11	19
<i>C. albicans</i>	12	14	12	28
<i>C. tropicalis</i>	9	13	17	30

4.4. Antioksidan Sonuçlar

DPPH radikal süpürme aktivitesi sonuçları incelendiğinde, tüm taksonlarda konsantrasyon artışına bağlı olarak antioksidan aktivitenin arttığı belirlenmiştir. En yüksek aktivite, *C. monogyna* var. *monogyna* (%80,10) ve *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb. var. *orientalis* (%80,02) taksonlarında 100 konsantrasyonunda elde edilmiştir (Tablo 4.7). *C. azarolus* ise diğer taksonlara kıyasla daha düşük DPPH aktivitesi göstermesine rağmen, yüksek konsantrasyonlarda güçlü bir radikal süpürücü etki sergilemiştir. Elde edilen sonuçlar, incelenen taksonların önemli düzeyde doğal antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.7. DPPH radikal süpürme aktivitesi sonuçları

DPPH	10	25	50	75	100
<i>C. orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	29,92	33,94	70,07	73,72	80,02
<i>C. monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	55,47	59,12	78,46	78,83	80,10
<i>C. azarolus</i>	17,88	51,82	55,47	61,67	70,62
Vitamin C	99,9				
MeOH	0,27				

Elde edilen TAS, TOS ve OSI sonuçları değerlendirildiğinde, taksonlar arasında belirgin farklılıklar bulunduğu görülmüştür. Özellikle *C. azarolus* yüksek TAS değerleri ile güçlü

bir antioksidan kapasite gösterirken; yüksek TOS ve OSI değerleri, bu taksonun oksidatif bileşenler bakımından da zengin olduğunu düşündürmektedir (Tablo 4.8). Tüm taksonlarda konsantrasyon azaldıkça OSI değerlerinde düşüş gözlenmesi, oksidatif stres düzeyinin konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, incelenen taksonların biyolojik aktivite açısından önemli birer potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.8. TAS, TOS ve OSI sonuçları

Takson	Konsantrasyon	TAS	TOS	OSI
<i>C. orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	100	35,38	101,12	2,86
	75	33,20	85,19	2,57
	50	32,84	55,98	1,70
	25	29,20	32,65	1,12
	10	28,56	18,60	0,65
<i>C. monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	100	35,34	101,86	2,88
	75	35,32	97,74	2,77
	50	35,02	76,15	2,17
	25	31,48	31,80	1,01
	10	26,92	16,04	0,60
<i>C. azarolus</i>	100	37,58	143,44	3,82
	75	35,90	131,07	3,65
	50	34,66	99,94	2,88
	25	34,32	61,63	1,80
	10	27,20	23,33	0,86

TAS, TOS ve DPPH sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, incelenen üç taksonun da dikkat çekici düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. DPPH analiz sonuçlarına göre tüm taksonlarda konsantrasyon artışına bağlı olarak radikal süpürme aktivitesinin arttığı görülmüştür. Özellikle *C. monogyna* var. *monogyna* (%80,10) ve *Crataegus orientalis* var. *orientalis* (%80,02) en yüksek DPPH inhibisyon değerlerini göstererek güçlü bir serbest radikal giderici aktivite ortaya koymuştur. *C. azarolus* ise diğer taksonlara göre daha düşük DPPH aktivitesi göstermesine rağmen, yüksek konsantrasyonlarda önemli düzeyde antioksidan etki sergilemiştir.

TAS sonuçları incelendiğinde, en yüksek toplam antioksidan kapasitenin genel olarak *C. azarolus*'ta elde edildiği belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu taksonun antioksidan bileşikler bakımından daha zengin olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte TOS ve buna bağlı olarak hesaplanan OSI değerlerinin de *C. azarolus*'ta daha yüksek olması, bu taksonun oksidan bileşenler bakımından da yoğun bir biyolojik aktiviteye sahip

olduğunu göstermektedir. Buna karşılık *Crataegus orientalis* var. *orientalis* ve *C. monogyna* var. *monogyna* daha dengeli bir TAS/TOS profili sergilemiştir.

OSI sonuçları tüm taksonlarda konsantrasyon azaldıkça oksidatif stres düzeyinin de düştüğünü göstermiştir. Özellikle düşük konsantrasyonlarda daha düşük OSI değerlerinin elde edilmesi, ekstraktların oksidatif yükünün konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde; *C. monogyna* var. *monogyna* güçlü DPPH aktivitesi ve dengeli oksidatif profili ile öne çıkarken, *C. azarolus* yüksek biyolojik aktivite potansiyeline sahip bir takson olarak dikkat çekmiştir. Elde edilen bulgular, incelenen taksonların doğal antioksidan kaynaklar açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, üç farklı *Crataegus* taksonunun (*Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. azarolus*) antimikrobiyal ve antioksidan (DPPH, TAS, TOS, OSI) aktiviteleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve elde edilen bulgularla literatürdeki güncel veriler arasında önemli ölçüde paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

4.5. Uçucu Yağ Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. azarolus* taksonlarının toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri karşılaştırılmıştır. Üç taksonun majör bileşenleri belirgin biçimde farklılaşmıştır. *Crataegus orientalis* var. *orientalis*'te 2-heksenal, p-simen ve heptakosan; *C. monogyna* var. *monogyna*'da nonakosan, geraniol ve heptakosan; *C. azarolus*'ta ise trikosan, pentakosan ve heptakosan öne çıkmıştır. Bu farklılıklar taksonlar arasında kimyasal çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte uçucu yağ profillerinin bitki organı, fenolojik dönem, toplama lokalitesi, çevresel koşullar ve ekstraksiyon yöntemi gibi değişkenlerden etkilenebileceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle tek bir lokalite ve örnekleme döneminden elde edilen sonuçların doğrudan sabit bir kemotip veya kemotaksonomik belirteç olarak yorumlanması uygun değildir.

Crataegus orientalis var. *orientalis*, uçucu yağında 2-heksenalin %26,85 ile en yüksek oranda bulunması, bu taksonun aldehit bakımından belirgin bir profile sahip olduğunu

göstermektedir. Özderin vd. (2015), Muğla-Fethiye lokalitesinden toplanan *C. orientalis* var. *orientalis* örneklerinde 2-heksenali %38,55 oranında majör bileşen olarak belirlemiştir. Bu çalışmalar ile mevcut bulgular arasındaki benzerlik, *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, örneklerinde aldehitlerin önemli bir bileşen grubu olabileceğini desteklemektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmadaki 2-heksenal oranının literatürde bildirilen oranlardan farklı olması, nicel bileşimin sabit olmadığını göstermektedir. Mevcut çalışmada p-simenin %8,41 oranında bulunması, aldehitlere ek olarak monoterpenlerin de uçucu yağ profiline katkı sağladığını göstermektedir. Çalışmalar arasındaki nicel farklılıklar; rakım, mikroklima, toprak özellikleri ve diğer abiyotik koşullarla ilişkili olabilir (Yao vd., 2021). Ancak bu çevresel değişkenler çalışma kapsamında doğrudan ölçülmediğinden, bileşim farklılıklarının yalnızca ekolojik faktörlere bağlanması yerine olası açıklamalardan biri olarak sunulması daha uygundur.

Bitki organının kimyasal bileşim üzerindeki etkisi de karşılaştırmalarda dikkate alınmalıdır. Gündoğdu vd. (2023), *C. orientalis* var. *orientalis* meyvelerinde benzaldehiti başlıca bileşen olarak bildirmiştir. Meyve örneklerindeki bu profil ile mevcut çalışmada toprak üstü kısımlarda belirlenen 2-heksenal baskınlığı arasındaki farklılık, organlara göre değişen metabolik süreçlerle ilişkili olabilir. Aromatik bileşiklerin oluşumunda şikimat yolağının rolü bilinmekle birlikte (Maeda ve Dudareva, 2012), bu çalışmada biyosentetik yollara ilişkin doğrudan bir ölçüm yapılmamıştır. Bu nedenle organ-spesifik düzenlenmeye ilişkin değerlendirmeler olasılık düzeyinde tutulmalıdır.

Genel olarak bulgular, *Crataegus orientalis* var. *orientalis*'in incelenen örneklerinde aldehit ağırlıklı bir uçucu yağ profili bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu profilin takson için değişmez bir özellik olduğunun ileri sürülebilmesi için farklı populasyonları, organları ve fenolojik dönemleri içeren tekrarlı çalışmalar gereklidir. Ayrıca farmasötik veya endüstriyel kullanım potansiyeline ilişkin çıkarımlar, yalnızca bileşen yüzdelerine değil; verim, saflaştırma, güvenilirlik ve biyolojik aktivite sonuçlarına birlikte dayandırılmalıdır.

C. monogyna var. *monogyna* uçucu yağında nonakosan (%16,12), geraniol (%9,79) ve heptakosan (%9,12) majör bileşenler olarak belirlenmiştir. Kowalski vd. (2018) tarafından incelenen alıç uçucu yağlarında toplam 65 bileşik tespit edilmiştir. Ticari

numuneler “A” ve “B”den elde edilen uçucu yağda 58 bileşik saptanırken, numuneler “C” ve “D” den hidrodistilasyon yoluyla elde edilen uçucu yağlarda sırasıyla 56 ve 63 bileşik tespit edilmiştir. GC/MS analizi, alifatik hidrokarbonların analiz edilen uçucu yağlarda en çok bulunan fraksiyon olduğunu göstermiştir.

Tüm uçucu yağlarda bulunan baskın bileşenler arasında trikosan (yaklaşık %12 ile yaklaşık %17 arasında), heneikosan (%11 ile %16 arasında), linalool (yaklaşık %6 ile yaklaşık %11 arasında), n-heksadekanoik asit (yaklaşık %1 ile yaklaşık %11 arasında), nonadekan (yaklaşık %3 ile yaklaşık %7 arasında), (E,E)- α -farnesen (yaklaşık %1 ile yaklaşık %5 arasında), karyofilen oksit (yaklaşık %1 ile yaklaşık %4 arasında) ve metil öjenol olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada ise uzun zincirli alkanların geraniol ile öne çıkması, literatürdeki monoterpen ağırlıklı profilden farklı bir kimyasal dağılıma işaret etmektedir. Bununla birlikte farklı takson, bitki organı, örnekleme zamanı ve analiz yöntemleri arasında doğrudan karşılaştırma yapılırken dikkatli olunmalıdır.

Nonakosan, heksakosan ve heptakosan gibi yüksek karbon sayılı alkanların belirgin oranlarda bulunması, bitki yüzeyindeki kutikular mum bileşenlerinin analiz edilen fraksiyona katkı sağlamış olabileceğini düşündürmektedir. Hidrodistilasyon sırasında daha az uçucu lipofilik bileşiklerin distilata taşınması, numune hazırlama koşulları veya analitik süreç de bu profile etki etmiş olabilir. Bu nedenle uzun zincirli alkanların yüksekliği yalnızca çevresel adaptasyonla açıklanamaz; cihaz körü, çözücü körü, kromatografik tanımlama ve retansiyon indeksi verileriyle de doğrulanmalıdır. Kuraklık, sıcaklık ve rakım gibi abiyotik koşulların kutikular bileşimle ilişkili olabileceği bildirilmiş olsa da (Yao vd., 2021), mevcut çalışmada bu ilişki doğrudan test edilmemiştir.

Aynı çalışma kapsamında *Crataegus orientalis* var. *orientalis*’te 2-heksenal ağırlıklı, *C. monogyna* var. *monogyna*’da ise alkan ve geraniol ağırlıklı bir profil elde edilmesi, taksonlar arasında kimyasal farklılık bulunduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak *C. monogyna* var. *monogyna* örneklerinde uzun zincirli alkanların ve geraniolün birlikte öne çıktığı farklı bir kimyasal profil belirlenmiştir. Geraniolün bulunması biyolojik ve uygulamalı araştırmalar açısından dikkat çekici olmakla birlikte,

türün farmasötik veya kozmetik hammadde olarak önerilebilmesi için uçucu yağ veriminin tekrarlı ölçümlerle doğrulanması, bileşenlerin güvenilir biçimde tanımlanması ve etkinlik-güvenlilik çalışmalarının yapılması gerekir.

C. azarolus uçucu yağında trikosan (%23,5), pentakosan (%21,1) ve heptakosan (%13,8) majör bileşenler olarak belirlenmiş ve profilin büyük ölçüde uzun zincirli doymuş hidrokarbonlardan oluştuğu görülmüştür. Agiel vd. (2019), SPME yöntemiyle *C. azarolus* var. *aronia* örneklerinin uçucu bileşenlerini incelemiş ve benzaldehit, 2-heksenal ve bütiraldehit gibi daha düşük molekül ağırlıklı aldehitlerin öne çıktığını bildirmiştir. İki çalışma arasındaki belirgin farklılık, taksonomik ve coğrafi değişkenlerin yanında kullanılan ekstraksiyon tekniğiyle de ilişkili olabilir.

SPME, bitki materyalinin tepe boşluğundaki yüksek uçuculuğa sahip bileşenleri seçici biçimde örneklerken, hidrodistilasyon daha geniş bir lipofilik bileşen grubunun analize taşınmasına neden olabilir. Bu nedenle SPME ile elde edilen aldehit ağırlıklı profil ile hidrodistilasyon sonucunda belirlenen uzun zincirli alkan ağırlıklı profilin doğrudan aynı kimyasal fraksiyonlar olarak değerlendirilmesi uygun değildir. Bununla birlikte yüksek moleküllü alkanların çok yüksek oranlarda bulunması, örnek hazırlama ve GC-MS tanımlamalarının tekrar kontrol edilmesini de gerekli kılmaktadır.

Çevresel stres koşullarının kutikular mum yapısını ve hidrokarbon birikimini etkileyebileceği bildirilmiştir (Yao vd., 2021). Bununla birlikte mevcut çalışmada sıcaklık, kuraklık, solar radyasyon veya toprak özellikleri ölçülmediğinden, trikosan ve pentakosan birikiminin doğrudan çevresel adaptasyonun sonucu olduğu söylenemez. Benzer biçimde *C. azarolus*'ta belirlenen %0,7'lik uçucu yağ veriminin *Crataegus orientalis* var. *orientalis* (%0,4) ve *C. monogyna* var. *monogyna*'dan (%0,3) yüksek olması, türün genetik olarak daha güçlü yağ biriktirme kapasitesine sahip olduğunu tek başına kanıtlamaz. Verim farklılıkları; tür, organ, materyalin kuruluk düzeyi, fenolojik dönem, distilasyon süresi ve deneysel değişkenlerden etkilenebilir.

Bu bulgular *C. azarolus*'un incelenen örneklerinde uzun zincirli hidrokarbonların baskın olduğu özgün bir profil bulunduğunu göstermektedir. Ancak bu profilin kemotip olarak tanımlanabilmesi ve ekolojik uyumla ilişkilendirilebilmesi için farklı populasyon ve

dönemlerden alınan örneklerle tekrarlanması; ayrıca bileşik tanımlamalarının retansiyon indeksleri ve mümkünse standart maddelerle doğrulanması gereklidir.

4.6. Antifungal Aktivitenin Değerlendirilmesi

C. azarolus uçucu yağının *A. apis* üzerindeki etkisi agar seyreltme yöntemiyle değerlendirilmiş ve uygulama miktarı arttıkça miselyal koloni çapının azaldığı görülmüştür. Kontrol grubunda 90 mm olan koloni çapı, 5, 10, 20 ve 40 µL uygulamalarında sırasıyla yaklaşık 68,33, 65,00, 58,67 ve 53,67 mm'ye düşmüştür. Bu veriler yaklaşık %24 ile %40 arasında değişen ve dozla artan bir inhibisyon eğilimine işaret etmektedir. En yüksek dozda inhibisyonun yaklaşık %40 olması nedeniyle etkinin “%50’ye yaklaştığı” biçimindeki yorum desteklenmemektedir.

Atik vd. (2024), farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan sarı alıç (*C. tanacetifolia*) ve kırmızı alıç (*C. monogyna*) meyve özütlerini çeşitli *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine karşı değerlendirmiştir. En yüksek antifungal aktivite, sarı alıç etanol ekstresinin *A. flavus*'a karşı oluşturduğu 17,22 mm'lik inhibisyon bölgesi olarak rapor edilmiştir; etanol ekstraktlarının genel olarak diğer çözücülerle hazırlanan ekstraktlardan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, *Crataegus* taksonlarının mantar büyümesini inhibe edebilen bileşikler içerebileceği görüşünü desteklemektedir. Ancak, Atik ve arkadaşlarının çalışmasında meyve çözücü ekstraktları ve farklı mantar türleri kullanıldığından, bu bulgular *C. azarolus* uçucu yağının *A. apis*'e karşı aktivitesini cins düzeyinde yalnızca dolaylı olarak desteklemektedir.

Coimbra vd. (2020), *Crataegus monogyna* var. *monogyna* yapraklarından hazırlanan metanol ekstraktı ve farklı çözücü fraksiyonlarının antimikrobiyal etkilerini incelemiş; bu örneklerin *Candida tropicalis* ve *Candida lusitaniae* gelişimini baskıladığını bildirmiştir. Ayrıca incelenen ekstrakt ve fraksiyonların önemli bir bölümünün amfoterisin B ile birlikte kullanıldığında *Candida* türleri üzerinde sinerjik veya aditif etkileşim gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuç, *Crataegus* cinsine ait bitkisel materyallerin antifungal özellik gösterebildiğini desteklemektedir. Mevcut çalışmada *C. azarolus* uçucu yağının *A. apis* miselyal gelişimini artan uygulama miktarına bağlı olarak yaklaşık %24,07–40,37 oranında baskılaması, Coimbra vd. (2020) tarafından bildirilen antifungal potansiyelle

genel eğilim bakımından uyumludur. Bununla birlikte Coimbra vd. yaprak metanol ekstraktı ve çözücü fraksiyonlarını maya türleri üzerinde test ederken, mevcut çalışmada hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağ filamentli bir arı patojeni üzerinde değerlendirilmiştir. Bu nedenle sonuçların nicel olarak karşılaştırılması uygun değildir. Ayrıca Coimbra vd. (2020)'nin bulguları, bitki örneklerinin tek başına doğrudan fungisidal bir ajan olmasından ziyade, standart antifungallerin etkisini destekleyebilecek bileşenler taşıyabileceğini de düşündürmektedir.

Buna karşılık Radi vd. (2023), *C. monogyna* ve *C. laciniata* meyvelerinden hazırlanan sulu ekstraktları *Candida albicans*, *C. glabrata*, diğer *Candida* suşları, *Aspergillus fischeri* ve *Fusarium solani* üzerinde değerlendirmiş; 20 µL ekstrakt uygulamasında hiçbir fungal suşa karşı inhibisyon belirlememiştir. Her iki ekstraktta da ölçülen 6 mm'lik değer yalnızca disk çapına karşılık gelmiş ve antifungal aktivite olarak kabul edilmemiştir. Bu sonuçların, mevcut çalışmada *C. azarolus* uçucu yağının *A. apis* gelişimini kısmen baskılamasından farklı olması; kullanılan bitki türü, bitki organı, ekstraksiyon yöntemi, kimyasal fraksiyon ve hedef mantarın duyarlılığıyla ilişkili olabilir. Özellikle sulu ekstraksiyonda uçucu ve lipofilik bileşenlerin sınırlı düzeyde elde edilmesi, antifungal etkinliğin gözlenmemesine katkıda bulunmuş olabilir. Buna karşılık hidrodistilasyonla elde edilen *C. azarolus* uçucu yağında bulunan geraniol ve diğer uçucu bileşenler, tek tek veya sinerjik etkileşim yoluyla gözlenen miselyal inhibisyona katkı sağlamış olabilir.

4.7. Antimikrobiyal Aktivitenin Değerlendirilmesi

İncelenen uçucu yağlar test edilen mikroorganizmalar üzerinde farklı büyüklüklerde inhibisyon zonları oluşturmuştur. *C. azarolus* genel olarak en yüksek zon değerlerini vermiş; özellikle *B. megaterium*'da 20 mm, *C. tropicalis*'te 17 mm, *E. coli* ve *S. aureus*'ta 15 mm zon oluşturmuştur. *C. monogyna* var. *monogyna* *B. megaterium* ve *C. albicans* üzerinde 14 mm; *Crataegus orientalis* var. *orientalis* ise *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* üzerinde 12 mm zon göstermiştir. Ancak çalışma kapsamında aktiviteyi “zayıf”, “orta” veya “yüksek” olarak sınıflandıran önceden tanımlanmış eşik değerler verilmediğinden, bu nitelermeler kullanılmamalı ve sonuçlar ölçülen zon çapları üzerinden tartışılmalıdır.

P. aeruginosa ve *K. pneumoniae* üzerinde genel olarak daha düşük zonların gözlenmesi, Gram-negatif bakterilerin dış membran yapısının hidrofobik bileşenlerin hücre içine geçişini sınırlandırmasıyla ilişkili olabilir. Qalatobzany vd. (2025), alıç örneklerinin antioksidan etkilerinin antimikrobiyal etkilerine göre daha belirgin olabildiğini; Çınar vd. (2020) ise farklı *Crataegus* türlerinde Gram-pozitif bakterilere karşı etkinliğin daha belirgin, Gram-negatif bakterilere karşı etkinliğin ise daha sınırlı olabildiğini bildirmiştir. Mevcut bulgular, özellikle *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae* sonuçları bakımından bu genel eğilimle uyumludur.

Bununla birlikte mikroorganizma grupları arasında tamamen tutarlı bir duyarlılık sıralaması bulunmamaktadır. Örneğin *C. azarolus* *B. megaterium* ve *C. tropicalis* üzerinde yüksek zonlar oluştururken, *C. albicans* üzerindeki zon 12 mm’de kalmıştır. Benzer biçimde *C. monogyna* var. *monogyna*’nın *B. megaterium* ve *C. albicans* üzerindeki zonları eşit bulunmuştur. Bu nedenle “mayaların bakterilerden daha duyarlı olduğu” veya “Gram-pozitiflerin tüm uçucu yağlara karşı daha hassas olduğu” şeklindeki genel ifadeler, mevcut veri setinin tamamını yansıtmamaktadır.

C. azarolus’un *B. megaterium* üzerinde oluşturduğu 20 mm’lik zonun standart ajanın 25 mm’lik zonuna yakın olması dikkat çekicidir; ancak uçucu yağ ile standart antimikrobiyal ajanın doğrudan zon çapı üzerinden güç karşılaştırması yapılması sınırlıdır. Disk difüzyon sonuçları yalnızca biyolojik etkinliğe değil; maddenin agar içindeki çözünürlüğüne, uçuculuğuna ve difüzyon kapasitesine de bağlıdır. Ayrıca kullanılan standart ajanın adı ve dozu, uçucu yağın diske yüklenen miktarı ve negatif çözücü kontrolü belirtilmeden karşılaştırmanın yorum değeri azalır.

C. azarolus uçucu yağının uzun zincirli alkanlar bakımından zengin olması ile antimikrobiyal aktivitesi arasında doğrudan bir neden-sonuç ilişkisi kurulamaz. Gözlenen etkinlik minör bileşenlerden, bileşenler arasındaki sinerjiden veya tanımlanmamış fraksiyonlardan kaynaklanabilir. Bu nedenle etkin bileşenlerin belirlenmesi için minimum inhibitör konsantrasyon, minimum bakterisidal/fungisidal konsantrasyon ve bileşen-temelli deneyler gereklidir.

Sonuç olarak *C. azarolus*, incelenen mikroorganizmaların çoğunda diğer iki taksona göre daha geniş inhibisyon zonları göstermiştir. Bununla birlikte disk difüzyon verileri tek başına farmakolojik üstünlük veya terapötik adaylık göstergesi olarak değerlendirilmemelidir. Sonuçlar, uçucu yağların seçici antimikrobiyal potansiyel taşıdığını göstermekte; bu potansiyelin nicel ve mekanistik yöntemlerle doğrulanması gerektiğine işaret etmektedir.

4.8. Antioksidan Aktivite ve TAS/TOS/OSI Profillerinin Değerlendirilmesi

DPPH sonuçlarında tüm taksonlarda çalışmada kullanılan konsantrasyon arttıkça radikal süpürme aktivitesinin yükseldiği görülmüştür. En yüksek konsantrasyonda *C. monogyna* var. *monogyna* %80,10, *Crataegus orientalis* var. *orientalis* %80,02 ve *C. azarolus* %70,62 inhibisyon göstermiştir. Bardakçı vd. (2019), farklı yabani alıç türlerinde yüksek fenolik içerikle ilişkili antioksidan aktivite bildirmiştir. Murathan vd. (2022) de Elazığ bölgesindeki *Crataegus* türlerinde DPPH aktivitesinin konsantrasyona bağlı olarak arttığını belirtmiştir. Bu bakımdan mevcut sonuçlar, *Crataegus* taksonlarında dozla artan radikal süpürme eğilimini bildiren çalışmalarla genel olarak uyumludur.

C. monogyna var. *monogyna* için belirlenen yüksek DPPH inhibisyonu, Kırca ve Bak'ın (2025) bu türün meyve ve meyve saplarında bildirdiği antioksidan aktiviteyle benzer bir eğilim göstermektedir. *Crataegus orientalis* var. *orientalis*'te elde edilen %80,02'lik değer de Karan ve Çakır'ın (2023) yaprak, meyve ve uçucu yağ örneklerinde bildirdiği antioksidan potansiyelle uyumludur. Bununla birlikte çalışmalar arasında kullanılan bitki organı, ekstraksiyon yöntemi, örnek konsantrasyonu ve hesaplama biçimi farklı olabileceğinden, yalnızca inhibisyon yüzdeleri üzerinden doğrudan etkinlik sıralaması yapılmamalıdır.

Mevcut DPPH verileri *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. orientalis* var. *orientalis*'in en yüksek test konsantrasyonunda benzer aktivite gösterdiğini, *C. azarolus*'un ise daha düşük kaldığını ortaya koymaktadır. Ancak konsantrasyon biriminin açık biçimde verilmemesi, sonuçların tekrarlanabilirliğini ve literatürle karşılaştırılabilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca ortalama $\pm$ standart sapma, istatistiksel karşılaştırma ve IC₅₀

değerleri sunulmadığından, taksonlar arasında kesin bir üstünlük sıralaması yapılması uygun değildir.

TAS, TOS ve OSI sonuçları DPPH verilerinden farklı ancak tamamlayıcı bir görünüm sunmaktadır. En yüksek konsantrasyonda *C. azarolus* en yüksek TAS değerine (37,58 mmol Trolox Equiv./L) sahip olmakla birlikte, aynı zamanda en yüksek TOS (143,44 μ mol H₂O₂ Equiv./L) ve OSI (3,82) değerlerini de göstermiştir. Yüksek TAS toplam antioksidan kapasitenin yüksekliğine işaret ederken, yüksek TOS ve OSI daha yüksek oksidan yükü ve oksidan/antioksidan dengesinin oksidatif yönde arttığını göstermektedir. Bu nedenle *C. azarolus*'un yalnızca TAS değerine dayanılarak en güçlü veya en dengeli antioksidan profile sahip olduğu söylenemez.

C. monogyna var. *monogyna* ve *Crataegus orientalis* var. *orientalis*'in aynı konsantrasyondaki TAS değerleri birbirine yakın, TOS ve OSI değerleri ise *C. azarolus*'tan daha düşük bulunmuştur. Bu durum iki taksonun deneysel sistemde daha düşük oksidan yükü birlikte yüksek antioksidan kapasite sergilediğini düşündürülebilir. Ancak hücresel stabilite veya *in vivo* oksidatif dengeye ilişkin çıkarımlar hücre dışı kimyasal analizlerden yapılamaz. Qalatobzany vd. (2025) tarafından *C. azarolus* ve *C. monogyna* için bildirilen belirgin antioksidan potansiyel, mevcut TAS ve DPPH sonuçlarıyla genel olarak uyumlu olsa da TOS ve OSI değerlerinin olumsuz yönü ayrıca dikkate alınmalıdır.

DPPH, TAS, TOS ve OSI sonuçları birlikte değerlendirildiğinde tek bir test üzerinden genel antioksidan üstünlük tanımlamanın uygun olmadığı görülmektedir. DPPH açısından *C. monogyna* var. *monogyna* ile *Crataegus orientalis* var. *orientalis* öne çıkarken, *C. azarolus* yüksek TAS değerine eşlik eden yüksek TOS ve OSI değerleriyle daha karmaşık bir profil göstermiştir. Bu nedenle bulgular, incelenen taksonların antioksidan sistemlerle etkileşim potansiyeli bulunduğunu desteklemektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması çerçevesinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nin bitki çeşitliliği ve mikroklima özelliklerini barındıran Bingöl ilinden alınan *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *Crataegus monogyna* var. *monogyna* ve *Crataegus azarolus* türlerinin toprak üstü kısımlarından su distilasyonu (hidrodistilasyon) yöntemi ile uçucu yağlar elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların niteliksel ve niceliksel kimyasal bileşimleri GC-MS teknikleri ile belirlenmiş; ardından, bu yağların arıcılıkta büyük ekonomik kayıplara neden olan kireç hastalığı etmeni *Ascosphaera apis* üzerindeki *in vitro* antifungal etkileri, çeşitli insan ve çevre patojenlerine karşı antimikrobiyal etkileri ve DPPH, TAS, TOS, OSI parametreleri üzerinden geniş kapsamlı antioksidan kapasiteleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Araştırma süresince elde edilen analitik ve biyolojik verilerin ışığında ulaşılan temel bulgular ve gelecekteki çalışmalara yönelik öneriler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır:

GC-MS analizleri sırasında elde edilen veriler, incelenen üç *Crataegus* taksonunun uçucu yağ profillerinde hem nitel hem de nicel açıdan belirgin ve türe özgü değişimler (kemotip farklılıkları) barındırdığını ortaya koymuştur:

- ***Crataegus orientalis* var. *orientalis*:** Bu türün uçucu yağında alifatik aldehit yapısına sahip 2-heksenal (%26,85) ve monoterpen hidrokarbon grubu bileşeni olan p-simen (%8,41) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Bu profil, bitkinin aromatik ve aldehit karakterde uçucu bileşikler bakımından zengin olduğunu göstermektedir.
- ***Crataegus monogyna* var. *monogyna*:** Diğer taksonlardan oldukça farklı olan bu türde, düz zincirli doymuş alifatik hidrokarbon grubundan Nonakosan (%16,12), oksijenli monoterpen grubundan Geraniol (%9,79) ve Heptacosane (%9,12) ana bileşenler olarak bulunmuştur. Monoterpen alkollerinin varlığı bu türün koku ve biyoaktivite özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür.

- ***Crataegus azarolus*:** Kimyasal bileşimi incelendiğinde uzun zincirli doymuş alkanların (hidrokarbon) belirgin şekilde hakim olduğu gözlemlenmiştir. Bu yağda trikosan (%23,5), pentakosan (%21,1) ve heptakosan (%13,8) en yüksek oranlarda bulunan bileşikler arasındadır.



Şekil 4.8. *Crataegus* taksonlarının uçucu yağlarındaki majör bileşenlerin karşılaştırılması

Bu veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, aynı coğrafi konumda ve benzer vejetatif dönemlerde toplanmış olmalarına rağmen, üç alıç taksonunun sekonder metabolit biyosentez süreçlerinin genetik faktörlere bağlı olarak oldukça özel ve seçici bir şekilde şekillendiği sonucuna varılmıştır.

Arıcılıkta kireç hastalığının (chalkbrood) ve koloni kayıplarının başlıca sebeplerinden biri olan *Ascosphaera apis* mantarına karşı gerçekleştirilen agar seyreltme deneyleri, *Crataegus azarolus* uçucu yağının güçlü bir biyolojik mücadele maddesi olabileceğini göstermiştir.

Uçucu yağ, uygulanan tüm dozlarda (5, 10, 20 ve 40 µL) kontrol grubuyla karşılaştırıldığında miselyal büyümeyi anlamlı bir şekilde geriletmiştir. Antifungal etki mekanizmasının belirgin bir doza bağımlı (doza bağlı olarak artan engelleme) karakter sergilediği gözlemlenmiştir. En yüksek doz olan 40 µL uygulamasında miselyal koloni çapı, kontrol grubuna (90 mm) göre belirgin bir azalma göstererek engelleme oranını %50 civarına düşürmüştür. Bu durum, alıç uçucu yağlarının kovan içi

uygulamalarda sentetik antifungal ilaçların yarattığı kimyasal kalıntı ve direnç gelişimi riski gibi sorunlara karşı çevre dostu bir alternatif tedavi metodu sunabileceğini ortaya koymaktadır.

Disk difüzyon yöntemi kullanılarak test edilen 5 bakteri ve 2 maya suşu üzerindeki biyoaktivite bulguları, uçucu yağların mikroorganizmaların morfolojisine göre seçici bir etki mekanizmasına sahip olduğunu doğrulamıştır.

- **Gram-Negatif Direnci:** İncelenen tüm alıç yağlarının Gram-negatif patojenler olan *Pseudomonas aeruginosa* ve *Klebsiella pneumoniae* üzerindeki inhibe edici etkilerinin oldukça sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, Gram-negatif bakterilerin dış zarında yer alan karmaşık lipopolisakkarit (LPS) katmanının, bitkisel uçucu yağların hidrofobik bileşenlerine karşı etkili bir geçirgenlik engeli oluşturmasıyla açıklanmaktadır.
- **Gram-Pozitif ve Maya Duyarlılığı:** Aksine, Gram-pozitif bakteriler ve *Candida* cinsine ait mayaların uçucu yağlara karşı oldukça hassas oldukları ortaya konmuştur.
- **Taksonlar Arası Farklılık:** Taksonlar arasında en geniş etki alanına ve en iyi antimikrobiyal performansa *Crataegus azarolus* ekstraktının sahip olduğu görülmüştür. Özellikle *Bacillus megaterium* üzerinde oluşturduğu 20 mm'lik inhibisyon alanı (standart antibiyotiğin 25 mm olması dikkate alındığında) ve *Candida tropicalis* üzerindeki 17 mm'lik etkisi, bu taksonun güçlü antimikrobiyal bileşenlere sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışmada gerçekleştirilen DPPH radikal temizleme ve ticari kit bazlı TAS/TOS/OSI analizleri neticesinde, bitkilerin antioksidan savunma sistemleri hakkında iki farklı ve önemli sonuç elde edilmiştir. DPPH analizlerinde tüm taksonlar, ortama eklenen ekstrakt miktarının artmasıyla birlikte artan bir radikal temizleme yönelimi göstermiştir. En yüksek konsantrasyonda (100 mg/mL) *C. monogyna* var. *monogyna* (%80,10) ve *Crataegus orientalis* var. *orientalis* (%80,02) oldukça benzer ve yüksek düzeyde serbest radikal giderim performansı sergilemiştir.

DPPH ile farklı bir reaksiyon mekanizması içeren TAS analizinde ise en yüksek genel antioksidan kapasite *Crataegus azarolus* örneğinde (37,58 mmol Trolox Equiv./L) elde edilmiştir. *C. azarolus*'ta konsantrasyonun artması ile birlikte Toplam Oksidan Seviyesi (TOS: 143,44 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./L) ve Oksidatif Stres İndeksi (OSI: 3,82) değerlerinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, düşük dozlarda uçucu yağların fizyolojik koruyucu (antioksidan) etki gösterirken, yüksek kontrolsüz konsantrasyonlarda hücrel oksidasyonu artırıcı özellik kazanabileceğini ortaya koymaktadır. *C. monogyna* var. *monogyna* ve *C. orientalis* var. *orientalis* ise daha stabil ve dengeli bir TAS/TOS durumu sunmuştur.

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgular; Bingöl bölgesine ait alıç türlerinin, özellikle biyoaktivite açısından öne çıkan *Crataegus azarolus*'un fitoterapötik ürün tasarımı, doğal gıda koruyucuları ve ilaç sanayisi için değerli birer ham madde kaynağı olduğunu göstermektedir.

Ascosphaera apis (kireç hastalığı) üzerine antifungal etkinin laboratuvarından saha ortamına aktarılması sürecinde, aktif uçucu yağ bileşenlerinin arılara ve bal kalitesine zarar vermeyecek uygun taşıyıcı sistemlerle (jel, evaporatör ped vb.) kovan içinde uygulanması ve saha denemelerinin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Uçucu yağlarda belirlenen ana bileşenlerin (2-heksenal, geraniol, trikosan vb.) kromatografik yöntemlerle saf olarak ayrıştırılması ve hangi molekül ya da moleküller arasındaki sinerjik etkileşimin antimikrobiyal/antioksidan etkilerden sorumlu olduğunun moleküler düzeyde (docking veya gen ekspresyon analizleri ile) araştırılması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

C. azarolus'un yüksek konsantrasyonlardaki pro-oksidan etkisi (OSI artışı) dikkate alınarak, bu bitkiden üretilecek ürünlerde terapötik alanın netleşmesi için dikkatli bir doz optimizasyonu çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksel, İ., ve Yanmaz, R. (1995). *Genel bahçe bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları.

Aguel, N., Hanoglu, D. Y., Hanoglu, A., Başer, K. H. C., and Mericli, F. (2019). Volatile oil constituents of *Crataegus azarolus* L. and *Crataegus pallasii* Griseb. *Records of Natural Products*, 13(5), 405–412.

Arabshahi-Delouee, S., and Urooj, A. (2007). Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chemistry*, 102(4), 1233–1240. doi:10.1016/j.foodchem.2006.07.013.

Anonim. (2007). Ulusal biyolojik çeşitlilik stratejisi ve eylem planı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Aronstein, K. A., and Murray, K. D. (2010). Chalkbrood disease in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(Suppl. 1), S20–S29. doi:10.1016/j.jip.2009.06.018.

Atik, İ., Denizkara, A. J., Akarca, G., ve Atik, A. (2024). Biological activities of extracts of red and yellow hawthorn fruits in different solvents. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3), 620–627.

Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., and Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, 89(1), 27–36.

Balasundram, N., Sundram, K., and Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.042.

Balta, M. F., Karakaya, O., Yarılgac, T., Balta, F., and Uzun, S. (2022). The sugar composition of hawthorn germplasm grown in Akçadağ (Malatya) region. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 235–242.

Bardakci, H., Celep, E., Gözet, T., Kan, Y., and Kırmızıbekmez, H. (2019). Phytochemical characterization and antioxidant activities of the fruit extracts of several *Crataegus* taxa. *South African Journal of Botany*, 124, 5–13.

Batu, A. (2012). Alıç meyvesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi ve insan sağlığı bakımından önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2), 1–5.

Bayazit, S., Çalışkan, O., and Ercişli, S. (2018). Morphological and biochemical diversity in hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(2), 515–526.

Baydar, H. (2007). *Tıbbi, aromatik ve keyf bitkileri bilimi ve teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Baytop, T. (1999). Türkiye’de bitkiler ile tedavi: Geçmişte ve bugün (İlaveli 2. bs.). Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.

Becker, E. M., Nissen, L. R., and Skibsted, L. H. (2004). Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Technology*, 219(6), 561–571.

Benjilali, B., Tantaoui-Elaraki, A., Ismaili-Alaoui, M., and Ayadi, A. (1986). Méthode d’étude des propriétés antiseptiques des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, 20(2), 155–167.

Browicz, K. (1972). *Mespilus* L. In P. H. Davis (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Vol. 4, pp. 128–129.

Chang, Q., and Zuo, Z. (2002). Hawthorn: Potential roles in cardiovascular disease. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(6), 605–612.

Christensen, K. I. (1992). Revision of *Crataegus* sect. *Crataegus* and nothosect. *Crataeguineae* (Rosaceae-Maloideae) in the Old World. *Systematic Botany Monographs*, 35, 1–199.

Coimbra, A. T., Luís, Â. F., Batista, M. T., Ferreira, S. M., and Duarte, A. P. C. (2020). Phytochemical Characterization, Bioactivities Evaluation and Synergistic Effect of *Arbutus unedo* and *Crataegus monogyna* var. *monogyna* Extracts with Amphotericin B: AT Coimbra et al. *Current microbiology*, 77(9), 2143-2154.

Çalışkan, O., Bayazit, S., ve Gündüz, K. (2016a, Kasım 4-5). *Türkiye’de alıç yetiştiriciliği* [Bildiri sunumu]. I. Ulusal Alıç Çalıştayı, Malatya, Türkiye.

Çalışkan, O., Gündüz, K., ve Bayazit, S. (2018). Sarı alıç (*Crataegus azarolus* L.) genotipinin morfolojik, biyolojik ve meyve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 35(Ek Sayı), 69–74.

Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Şengül, M., ve Ercişli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*, 8(29), 16–21. doi:10.4103/0973-1296.93305

Çınar, N., Bayır Yeğın, A., Ayas, F., ve Uysal Bayer, F. (2020). Batı Akdeniz Bölgesi *Crataegus* spp. taksonlarında fenolik/flavonoit madde miktarları, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite değerleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 464–474.

Davis, P. H. (1972). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 4, ss. 133–147). Edinburgh University Press.

Deans, S. G., and Svoboda, K. P. (1990). The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 5(3), 187–190. doi:10.1002/ffj.2730050311.

Demir, S. (1987) Yenidünya Yetiştiriciliği. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Narenciye Araştırma Enstitüsü Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No:12 Teknik Yayınlar:6.

Demirpolat, A. (2023). Essential oil composition analysis, antimicrobial activities, and biosystematic studies on six species of *Salvia*. *Life*, 13(3), Article 634.

Dilay, Y., ve Özkan, A. (2023). Alıç meyvesi (*Crataegus* spp.) toplamada çalışma duruşlarının ergonomik analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 30–35.

Dönmez, A. A. (2004). The genus *Crataegus* L. (Rosaceae) with special reference to hybridisation and biodiversity in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 28(1-2), 29–37.

Donmez, A. A., and Ozderin, S. (2019). Additional contributions to taxonomy, nomenclature and biogeography of the Turkish *Crataegus* (Rosaceae) taxa. *PhytoKeys* 122: 1-13.

Dokuzoğuz M (1963) Bazı Meyve Klonlarının Köklenme Kabiliyeti Üzerinde Araştırmalar. EÜZF. Yayınları: 75, İzmir, s.10.

Dönmez, A. A. (2007). Taxonomic notes on the genus *Crataegus* (Rosaceae) in Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155(2), 231–240.

Egea, I., Sanchez-Bel, P., Romojaro, F., and Pretel, M. T. (2010). Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(2), 121–129.

Emrem, Ö. (2008). *Alıç meyvesinden (Crataegus oxyacantha) pekmez ve marmelat üretimi* [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Ercişli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419–435.

Ercisli, S., ve Orhan, E. (2008). Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116(1), 41–46. doi:10.1016/j.scienta.2007.10.021.

Ercişli, S., Sengul, M., Yildiz, H., Sener, D., Duralija, B., Voca, S., and Purgar, D. D. (2012). Phytochemical and antioxidant characteristics of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85(1), 86–90.

Ercisli, S., Yanar, M., Sengul, M., Yildiz, H., Topdas, E. F., Taskin, T., Öztürk, E., ve Yilmaz, K. U. (2015). Physico-chemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus* spp. L.) fruits in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(1), 83–93.

Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, 37(4), 277–285.

Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, 38(12), 1103–1111.

Erik, S., ve Tarıkahya, B. (2004). Türkiye florası üzerine. *Kebikeç İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17, 139–163.

Ertem, H. İ. (2022). *Bingöl'ün farklı lokasyonlarından elde edilen Crataegus orientalis (Doğu Alıcı) meyvesinin bazı biyokimyasal değerlerinin tespit edilmesi* [Yüksek lisans tezi, Bingöl Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Gültekin, H. C. (2007). *Yabanıl meyveli ağaç türlerimiz ve fidan üretim teknikleri*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayınları.

Gültekin, H. C. (2005). Bozkırın yalnız ağaçları: Alıçlar. *Bilim ve Teknik*, 447, 76–78.
Genç, M. (2007).)Odunsu ve otsu bitkiler yetiştiriciliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 76, Isparta.

Gündoğdu, M., Tunç, T., Seker, M., Ercisli, S., Gezer, A., and İlhan, G. (2023). Bioactive and phytochemical characteristics of hawthorn (*Crataegus orientalis* Pall. ex M. Bieb.) fruits. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(11), 2110–2115.

Gündoğdu, M., Tunçtürk, M., and Seker, M. (2023). Phytochemical characterization of *Crataegus orientalis* fruits and determination of its antioxidant and biological activities. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 47(4), 512–524.

Günaydın, A. (2023). *Gümüşhane florasında doğal olarak yetişen alıç'ın (Crataegus tanacetifolia (Lam.) Pers.) in vitro çoğaltımı üzerine bir araştırma* [Yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., and Başer, K. H. C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Supplement 2, Vol. 11, ss. 246–247). Edinburgh University Press.

Guo, T., and Jiao, P. (1995). Hawthorn (*Crataegus*) resources in China. *HortScience*, 30(6), 1132–1134.

Güven, K., Yücel, E., and Cetintas, F. (2006). Antimicrobial activities of fruits of *Crataegus* and *Pyrus* species. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 79–83.

Gürten, A. (2018). *Bolu ilinde yetişen alıç (Crataegus spp.) genetik kaynaklarının fizikokimyasal ve moleküler karakterizasyonu* [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Hammer, K. A., Carson, C. F., and Riley, V. T. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985–990.

Hegedűs, A., Balogh, E., Engel, R., Sipos, B. Z., Papp, J., Blázovics, A., and Stefanovits-Bányai, É. (2008). Comparative nutrient element and antioxidant characterization of berry fruit species and cultivars grown in Hungary. *HortScience*, 43(6), 1711–1715. doi:10.21273/HORTSCI.43.6.1711.

Heinonen, I. M., Meyer, A. S., and Frankel, E. N. (1998). Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4107–4112. doi:10.1021/jf980181c.

Jensen, A. B., Aronstein, K., Flores, J. M., Vojvodic, S., Palacio, M. A., and Spivak, M. (2013). Standard methods for fungal brood disease research. *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1–20. doi:10.3896/IBRA.1.52.1.13.

Jurikova, T., Sochor, J., Rop, O., Mlcek, J., Balla, S., Szekeres, L., Adam, V., and Kizek, R. (2012). Polyphenolic profile and biological activity of Chinese hawthorn (*Crataegus pinnatifida* BUNGE) fruits. *Molecules*, 17(12), 14490–14509.

Karademir, E. S. (2005). *Bazı polifenolik bileşiklerin antioksidant aktivitelerinin tayini* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Karadeniz, T. (2004). *Şifalı meyveler*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Yayınları. s. 34–36.

Karan, T., ve Çakır, S. G. (2023). Determination of antioxidant activities of essential oils of *Crataegus orientalis* var. *orientalis* in Tokat (Türkiye) province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(6), 1056–1059.

Kashyap, C. P., Arya, V., and Thakur, N. (2012). Ethnomedicinal and phytopharmacological potential of *Crataegus oxyacantha* Linn.: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2), 1194–1199.

Köksal İ (1979) Anaç ve Çeşit Arasındaki Etkileşimin Meyve Yetiştiriciliğindeki Önemi. AÜ. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 702, Derlemeler: s.21, 28.

Kıral, M. S. (2022). *Yerel alıç (Crataegus spp.) genotiplerinde klasik doku kültürü teknikleri ile mikroçoğaltım* [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Kırca, L., and Bak, T. (2025). Comparative Analysis of Total Phenolic, Antioxidant Activity and Nutrient Element Composition of Fruits and Fruit Stalks of *Crataegus* spp. grown in Denizli (Türkiye). *Akademik Ziraat Dergisi*, 14(1), 48-64.

Koşar, B. (2017). *Akçadağ (Malatya) ilçesinde yetişen alıç genotiplerinin (Crataegus spp.) karakterizasyonu* [Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Kowalski, R., Kowalska, G., Kalwa, K., and Sujka, M. (2018). Essential oil composition of hawthorn *Crataegus monogyna* var. *monogyna* inflorescence. *Chemistry of Natural Compounds*, 54(5), 995-997.

Kumar, D., Arya, V., Bhat, Z. A., Khan, N. A., and Prasad, D. N. (2012). The genus *Crataegus*: Chemical and pharmacological perspectives. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(5), 1187–1200.

Law, M. R., and Morris, J. K. (1998). By how much does fruit and vegetable consumption reduce the risk of ischaemic heart disease? *European Journal of Clinical Nutrition*, 52(8), 549–556. doi:10.1038/sj.ejcn.1600603.

Ljubuncic, P., Portnaya, I., Cogan, U., Azaizeh, H., and Bomzon, A. (2005). Antioxidant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel. *Journal of Ethnopharmacology*, 101(1-3), 153–161.

Maeda, H., and Dudareva, N. (2012). The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Annual review of plant biology*, 63, 73-105.

Makarska-Białokoz, M. (2019). Comparative study of binding interactions between porphyrin systems and aromatic compounds of biological importance by multiple spectroscopic techniques: A review. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 200, 263-274.

Mamikoğlu, N. G. (2012). Türkiye'nin ağaçları ve çalıları (5. bs.). NTV Yayınları, İstanbul.

Maron, D. J. (2004). Flavonoids for reduction of atherosclerotic risk. *Current Atherosclerosis Reports*, 6(1), 73–78. doi:10.1007/s11883-004-0119-1.

Mathew, S., and Abraham, T. E. (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various *in vitro* models. *Food Chemistry*, 94(4), 520–528.

Mennen, L. I., Sapinho, D., de Bree, A., Arnault, N., Bertrais, S., Galan, P., and Hercberg, S. (2004). Consumption of foods rich in flavonoids is related to a decreased cardiovascular risk in apparently healthy French women. *The Journal of Nutrition*, 134(4), 923–926. doi:10.1093/jn/134.4.923.

Meriçli, F., and Ergezen, K. (1994). Flavonoids of *Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers. (Rosaceae) an endemic species from Turkey. *Scientia Pharmaceutica*, 62, 271–282.

Mraihi, F., Hidalgo, M., De Pascual-Teresa, S., Trabelsi-Ayadi, M., and Chérif, J. K. (2014). Wild grown red and yellow hawthorn fruits from Tunisia as source of antioxidants. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(4), 570–578.

Murathan, Z. T., Erbil, N., ve Arslan, M. (2022). Elazığ'da yetişen farklı *Crataegus* türlerinin biyoaktif bileşen, antioksidan, antibakteriyel ve mutajenik özelliklerinin karşılaştırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 218–226.

Mráz, P., Bohatá, A., Konopická, J., Hoštičková, I., and Čurn, V. (2019). Effect of artificial media and temperature on the growth and development of bee brood pathogen *Ascosphaera apis* and optimization its cultivation *in vitro*. International Congress on Invertebrate Pathology and Microbial Control & 52nd Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, Valencia, Spain.

Nazarudeen, A. (2010). Nutritional composition of some lesser-known fruits used by the ethnic communities and local folks of Kerala. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 9(2), 398–402.

Netzel, M., Netzel, G., Tian, Q., Schwartz, S. J., and Konczak, I. (2007). Native Australian fruits—A novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(3), 339–346. doi:10.1016/j.ifset.2007.03.007.

Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T., and Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: Some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69(4), 409–413.

Özderin, S., Fakir, H., ve Dönmez, İ. E. (2015). Muğla-Fethiye yöresinde doğal yayılış yapan alıç (*Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb.) taksonlarının uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 119–124.

Özderin, S., Fakir, H., ve Özçelik, H. (2015). Muğla (Fethiye) yöresindeki bazı alıç (*Crataegus* L.) taksonlarının uçucu yağ bileşenleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 23–29.

Özdeveci, B. (2006). *Crataegus türlerinin fitoterapidaki önemi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Özen, T. (2010). Antioxidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. *Grasas y Aceites*, 61(1), 86–94. doi:10.3989/gya.075509.

Özhatay, N., Kültür, Ş., and Gürdal, B. (2017). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey VIII. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 47(1), 31–46.

Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., and Codina, C. (2002). Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23), 6882–6890.

Pittler, M. H., Guo, R., and Ernst, E. (2008). Hawthorn extract for treating chronic heart failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), Article CD005312.

Polat, A. A. (2020). Alıç anaçlarına yapılan yenidoğruya aşılarda aşu başarısının saptanması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10(1), 1-5.

Prance, G., and Nesbitt, M. (2012). *The cultural history of plants*. Routledge.

Radi, F. Z., Bencheikh, N., Anarghou, H., Bouhrim, M., Alqahtani, A. S., Hawwal, M. F., Zair, T. (2023). Quality control, phytochemical profile, and biological activities of *Crataegus monogyna* var. *monogyna* Jacq. and *Crataegus laciniata* Ucria fruits aqueous extracts. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 31(10), 101753.

Roginsky, V., and Lissi, E. A. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*, 92(2), 235–254.

Qalatobzany, H. S. A., Muhammad, K. A., Lateef, D. D., Rasul, K. S., Ibrahim, A. S., Parreira, M. C., and Weisany, W. (2025). Analysis of the metabolic profile and biological activity of hawthorn species twigs: *Crataegus azarolus* and *Crataegus monogyna* var. *monogyna*. *Kurdistan Journal of Applied Research*, 10(1), 116–125.

Sancar, P. Y. (2025). Biosystematic, essential oil, and biological activity studies on medicinal plant *Moluccella* L. (*Lamiaceae*) species from Turkey. *Plants*, 14(4), 542.

Sağbaşı, H. İ. (2022). *Çoruh Vadisi alıç (Crataegus spp.) genotiplerinin seleksiyonu, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonu* [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Schussler, M., and Holzl, J. (1995). Myocardial effects of flavonoids from *Crataegus* species. *Arzneimittel-Forschung*, 45(8), 842–845.

Serçe, S., Şimşek, Ö., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Çalışkan, O., Gündüz, K., Özgen, M., and Kaçar, Y. A. (2011). Relationships among *Crataegus* accessions sampled from Hatay, Turkey, as assessed by fruit characteristics and RAPD. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58(6), 933–942.

Serteser, A., ve Gök, V. (2003, Ekim 2-4). *Doğal antioksidantların biyoyararlılığı* [Bildiri sunumu]. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, Türkiye, s. 83-98.

Shrauder, P. A. (1977). Hawthorns/*Crataegus* spp. In L. K. Halls (Ed.), *Southern fruit-producing woody plants used by wildlife* (Gen. Tech. Rep. SO-16). USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station. s. 12–18.

Simopoulos, A. P., and Gopalan, C. (Eds.). (2003). Plants in human health and nutrition policy (World Review of Nutrition and Dietetics, Vol. 91). Karger.

Sixt, M., and Strube, J. (2018). Systematic design and evaluation of an extraction process for traditionally used herbal medicine on the example of Hawthorn (*Crataegus monogyna* var. *monogyna* JACQ.). *Processes*, 6(6).

Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A. R., Simoncic, M., and Knez, Z. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89(2), 191–198.

Tanker, N., Koyuncu, M., and Coşkun, M. (2014). *Farmasötik botanik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları.

Taylan, A. (2015). *Hakkâri ili Şemdinli yöresi üstün nitelikli alıç (Crataegus spp.) genotiplerinin belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Türkoğlu, N., Kazankaya, A., ve Sensoy, R. G. (2005). Pomological characteristics of hawthorn species found in Van region. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 17–21.

Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277–283.

Weiss, E. A. (1997). *Essential oil crops*. CAB International.

Yand, B., and Liu, P. (2012). Composition and health effects of phenolic compounds in hawthorn (*Crataegus* spp.) of different origins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(8), 1578–1590.

Yao, L., Wang, D., Wang, D., Li, S., Chen, Y., and Guo, Y. (2021). Phenotypic plasticity and local adaptation of leaf cuticular waxes favor perennial alpine herbs under climate change. *Plants*, 11(1), 120.

Yavuz, M. (2021). *Alıç (Crataegus orientalis) bitkisinin angiotensin konverting enzim üzerine inhibisyon etkisinin araştırılması* [Yüksek lisans tezi, Bitlis Eren Üniversitesi ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Yin, D., Song, P., Jiang, L., Xu, J., and Hu, F. (2024). Performance of disk diffusion method for aztreonam in combination with avibactam against Enterobacteriales. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 79(4), 812–818.

Yücel Şengün, İ., and Yücel, E. (2015). Antimicrobial properties of wild fruits. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1), 69–77.

Zhang, Z., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K. K., and Chen, Z.-Y. (2001). Characterization of antioxidants present in hawthorn fruits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 12(3), 144–152. doi:10.1016/S0955-2863(00)00137-6.

Ziegler, R. G. (1991). Vegetables, fruits, and carotenoids and the risk of cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53(1 Suppl), 251–259. doi:10.1093/ajcn/53.1.251S.