

**Cilt: 3, Sayı: 2 December 2024 /  
Vol: 3, No: 2, December 2024**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**SÜS VE TIBBİ BİTKİLER**  
**BOTANİK BAHÇESİ**  
**DERGİSİ**

**Baş Editör**

: Prof. Dr. Necmi AKSOY

**Editör Kurulu**

**Alan Editörleri**

**Arboretumlar**

Prof. Dr. Cemil ATA  
Doç. Dr. Hatice YILMAZ

**Arborikültür**

Prof. Dr. Derya EŞEN  
Prof. Dr. Hüseyin DİRİK  
Doç. Dr. Süleyman ÇOBAN  
Vladimír Janeček, Ph.D.

**Alpin Bahçeler**

Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ  
Doç. Dr. Didem AMBARLI  
Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

**Bahçe Bitkileri**

Doç. Dr. Hülya ÜNVER  
Dr. Tuğba KILIÇ

**Bahçe Sanatı**

Prof. Dr. Mustafa VAR  
Doç. Dr. M. Kıvanç AK  
Doç. Dr. Özgür YERLİ

**Bahçe Sergileri**

Dr. Öğr. Üyesi Halide Candan ZÜLFİKAR  
Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÖZDEDE

**Bilimsel Bitki Ressamlığı**

Dr. Öğr. Üyesi Gülnur EKŞİ BONA

**Bitki Fizyolojisi**

Doç. Dr. Hülya TORUN  
Doç. Dr. İsmail KOÇ

**Bitki Materyali**

Prof. Dr. Cengiz ACAR  
Prof. Dr. Engin EROĞLU  
Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI  
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA  
Assist. Prof. Dr. Faten Zubair Bahnan Bakri  
Filimban

**Bitki Zararları**

Prof. Dr. Meriç KUMBAŞLI  
Doç. Dr. Çağlar AKÇAY  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DAYI  
Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY

**Biyoinformatik**

Prof. Dr. Tekin BABAÇ  
Dr. Yasin BAKIŞ

**Biyolojik Çeşitlilik**

Prof. Dr. Alper Hüseyin ÇOLAK  
Prof. Dr. Evren ÇABI  
Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU  
Prof. Dr. Gülen ÖZALP  
Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK  
Prof. Dr. Hayri DUMAN  
Prof. Dr. Hüseyin Aşkın AKPULAT  
Prof. Dr. Meral AVCI  
Prof. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL  
Prof. Dr. Şükran KÜLTÜR  
Prof. Dr. Zeki AYTAÇ  
Doç. Dr. Akif KETEN  
Doç. Dr. Ersin KARABACAK  
Doç. Dr. İsmail EKER  
Dr. Öğr. Üyesi Leyla ÖZKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Necmettin GÜLER  
Dr. Öğr. Üyesi Nursel İKİNCİ

**Botanik Adlandırma Kuralları**

Prof. Dr. Yusuf MENEMEN

### **Botanik Bahçeleri**

Prof. Dr. Gürkan SEMİZ  
Prof. Dr. Halil ÇAKAN  
Prof. Dr. Mesut KIRMACI  
Prof. Dr. Özgür EMİNAĞAOĞLU  
Doç. Dr. Hasan YILDIRIM  
Doç. Dr. Ragıp ESENLER  
Dr. Öğr. Üyesi Ademi Fahri PİRHAN  
Šárka Cimalová, Ph.D.  
Hatem Taifour, Ph.D.

### **Botanik Müzele,ri**

Prof. Dr. Mehmet SAKINÇ  
Dr. Gönenç GÖÇMENGİL

### **Botanik Tarihi**

Prof. Dr. Feza GÜNERGÜN

### **Çatı Bahçeleri**

Doç. Dr. Mert EKŞİ  
Dr. Öğr. Üyesi G. Pınar KÖYLÜ

### **Dendroloji**

Prof. Dr. Zafer Cemal ÖZKAN  
Prof. Dr. Rahim ANŞİN  
Prof. Dr. Barbaros YAMAN

Doç. Dr. Üyesi Mustafa KARAKÖSE  
Doç. Dr. NURGÜL KARLIOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Alper UZUN  
Dr. Öğr. Üyesi Bilge TUNÇKOL  
Dr. Öğr. Üyesi Neval GÜNEŞ ÖZKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Nihan KOÇER  
Dr. Öğr. Üyesi Turgay BİRTÜRK  
Małgorzata Siatkowska, Ph.D.  
Katarzyna Marcysiak, Ph.D.

### **Doğa ve Çevre Eğitim Programları**

Prof. Dr. Tuncay DİRMENCİ  
Doç. Dr. Dilan BAYINDIR

### **Doğa Felsefesi**

Doç. Dr. Aysun AYDIN

### **Doğa Sanatı**

Prof. Dr. Emine YILDIZ DOYRAN  
Doç. Dr. Lütfi ÖZDEN  
Doç. Dr. Burhan YILMAZ

### **Ekolojik Restorasyon ve Koruma**

Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY  
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ  
Prof. Dr. Oktay YILDIZ  
Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI

### **Ekoturizm**

Doç. Dr. Pınar GÜLTEKİN  
Prof. Dr. Nuray TÜRKER  
Doç. Dr. Yaşar Selman GÜLTEKİN

### **Etnobotanik**

Prof. Dr. Ernaz ALTUNDAĞ  
Prof. Dr. Osman TUGAY  
Dr. Füsün ERTUĞ

### **Fidanlık Tekniği**

Prof. Dr. Emrah ÇİÇEK  
Prof. Dr. Sezgin AYAN  
Doç. Dr. Şemsettin KULAÇ

### **Herbaryumlar**

Prof. Dr. Emine AKALIN URUŞAK  
Prof. Dr. Ramazan Süleyman GÖKTÜRK  
Doç. Dr. Barış ÖZÜDOĞRU  
Doç. Dr. Gülderen YILMAZ  
Doç. Dr. Mehmet BONA  
Doç. Dr. Sırrı YÜZBAŞIOĞLU

### **Hortikültür**

Dr. Öğr. Üyesi Aysel ULUS  
Dr. Öğr. Üyesi Doğanay YAYIM YENER  
Dr. Ebru EBCİN  
Azam Nikbakht-Dehkordi, Ph.D.  
Sajede Karimpour, Ph.D.

### ***In-situ ve Ex-situ Koruma***

Prof. Dr. Emre Yaprak  
Prof. Dr. Nilhan TUĞ

### **Teknik Editörler**

Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA  
Ögr. Gör. Serdar ASLAN  
Arş. Gör. Berfin ŞENİK

### **Korunan Alanlar**

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU  
Doç. Dr. Oğuz KURDOĞLU  
Doç. Dr. Yücel ÇAĞLAR  
Doç. Dr. Üyesi Serir UZUN

### **Peyzaj Çeşitliliği**

Prof. Dr. Adnan UZUN  
Prof. Dr. Hasan YILMAZ  
Dr. Öğr. Üyesi Simay KIRCA

### **Peyzaj Planlama**

Prof. Dr. Osman UZUN  
Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ

### **Sulama Tekniği**

Prof. Dr. Zeki DEMİR

### **Tıbbi ve Aromatik Bitkiler**

Prof. Dr. Canan SAĞLAM  
Prof. Dr. Hüseyin FAKİR  
Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN  
Prof. Dr. Saliha KIRICI  
Prof. Dr. Emine BAYRAM  
Doç. Dr. Çiğdem SÖNMEZ

### **Tohum**

Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM  
Dr. Öğr. Üyesi Bilal ÇETİN

### **Yabancı Otlar**

Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ  
Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ  
Doç. Dr. Zübeyde Filiz ARSLAN  
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YAZLIK

### **Dil Editörleri**

Arş. Gör. Mertkan F. TEKİNALP

### **Yazışma Adresi**

Düzce Üniversitesi  
Orman Fakültesi

81620 Konuralp Yerleşkesi / Düzce-TÜRKİYE

### **Corresponding Address**

Duzce University  
Faculty of Forestry

81620 Konuralp Campus / Düzce-TURKEY

Dergi yılda iki sayı olarak yayınlanır (This journal is published semi annually)  
<http://stibid.duzce.edu.tr/> adresinden dergiye ilişkin bilgilere ve makale özetlerine ulaşılabilir  
(Instructions to Authors" and "Abstracts" can be found at this address)

## İÇİNDEKİLER

<b>Alç Meyvesi ve Yaprağı (Crataegus Spp.): Hipertansiyona Karşı Tedavi Edici Potansiyeli Üzerine Bir İnceleme.....</b>	<b>1</b>
Pınar KARAGÜL	
<b>Tıbbi ve Aromatik Bir Bitki Olarak Melissa officinalis'in Geçmişten Geleceğe Yolculuğu.....</b>	<b>13</b>
Elif Sine DÜVENCİ	
<b>The Role of Artificial Intelligence in Botanical Gardens: Enhancing Plant Identification.....</b>	<b>23</b>
Sevgi AKTEN KARAKAYA	

## Alıç Meyvesi ve Yaprağı (*Crataegus Spp.*): Hipertansiyona Karşı Tedavi Edici Potansiyeli Üzerine Bir İnceleme

 Pınar KARAGÜL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı

\***Sorumlu yazar:** pinarkaragul@duzce.edu.tr

### ÖZET

Hipertansiyon, küresel ölçekte en yaygın görülen kardiyovasküler rahatsızlıklardan biridir. Hipertansiyon tedavisinde kullanılan ilaçlarla ilgili yapılan bilimsel araştırmalar, birçok sentetik ilacın ciddi yan etkilere yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum, doğal terapötik bileşiklerin araştırılmasına olan ilgiyi artırmıştır. Özellikle, insan beslenmesinde önemli yer tutan ve antik dönemlerden bu yana hastalıkların tedavisinde kullanılan yenilebilir ve tıbbi bitkiler, dikkat çeken bir çalışma alanı haline gelmiştir. Bu bitkiler, düşük yan etki profilleri ve geniş biyolojik etkileri nedeniyle günümüzde daha fazla araştırılmaktadır. *Crataegus* (Alıç), Rosaceae ailesine ait önemli bir yenilebilir bitki olup geleneksel tıpta geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yapılan çalışmalar, bu bitkinin içeriğindeki çeşitli biyoaktif doğal bileşikler sayesinde farklı fizyolojik ve farmakolojik etkiler sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bilimsel veriler, alıcın toksisite riskinin oldukça düşük seviyelerde olduğunu desteklemektedir. Bu nedenle bu derlemede, alıç meyvesi ve yapraklarının biyoaktif bileşenleri ve bunların hipertansiyon üzerindeki olası etkileri bilimsel literatür ışığında ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alıç, Hipertansiyon, Tıbbi bitkiler

## Hawthorn Fruit and Leaves (*Crataegus Spp.*): A Review on Therapeutic Potential Against Hypertension

### ABSTRACT

Hypertension is one of the most common cardiovascular disorders globally. Scientific studies on drugs used in the treatment of hypertension have revealed that many synthetic drugs may cause severe side effects. This has increased interest in researching natural therapeutic compounds. Particularly, edible and medicinal plants, which have been a significant part of human nutrition and used in disease treatment since ancient times, have become a focal point for research. These plants are increasingly studied today due to their low side effect profiles and wide range of biological effects. *Crataegus* (Hawthorn), an important edible plant belonging to the Rosaceae family, has extensive applications in traditional medicine. Studies have demonstrated that this plant provides various physiological and pharmacological effects due to its diverse bioactive natural compounds. Additionally, scientific evidence supports that hawthorn has a very low toxicity risk. For this reason, this review examined the bioactive components of hawthorn fruit and leaves and their potential effects on hypertension in the light of scientific literature.

**Keywords:** Hawthorn, Hypertension, *Crataegus*, Medicinal plants

## 1. Giriş

Hipertansiyon, dinlenme halindeki kan basıncının (BP) normal değerlerin üzerinde seyretmesiyle karakterizedir (Alexander, 2014). Ölçülen kan basıncının  $\geq 140/90$  mmHg olduğu durumlar kalıcı yüksek tansiyon olarak değerlendirilir (WHO, 2013). Hipertansiyon, dünya nüfusunun hemen hemen üçte biri bu hastalıktan mustarıptır ve beraberinde kalp hastalığı, felç ve böbrek yetmezliği gibi ciddi sorunlara da sebep olabilmektedir (Kazemi ve ark. (2024). Uluslararası Hipertansiyon Derneği (ISH) ve Avrupa Kardiyoloji Derneği (ESC), 2024 yılı hipertansiyon yönetim kılavuzlarını yayımlamıştır. Bu kılavuzlar, hipertansiyonun tanısı ve yönetimi için güncel bilimsel verileri temel alarak oluşturulmuş ve kan basıncı seviyelerine ilişkin yeni bir sınıflandırma sunmuştur (European Society of Cardiology (ESC) 2024; European Society of Hypertension (ESH), 2024). Ayrıca, dirençli hipertansiyon tedavisinde yeni yaşam tarzı müdahaleleri, ilaçlar ve girişimsel yöntemler gibi yenilikler tartışılmıştır. Kılavuz verilerine göre, hipertansiyon küresel olarak ve kıtamızda kardiyovasküler hastalığın (KVD) ve her türlü nedene bağlı ölümün başlıca önlenbilir nedeni olmaya devam edeceği söylenilmekte ve 2025 yılına kadar hipertansiyonlu insan sayısının %15-20 artarak 1,5 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) yaptığı değerlendirmelere göre, dünya nüfusunun yaklaşık %80'i yaşamlarında bir noktada geleneksel tıba başvuruyor. Geleneksel tıp; bitkisel ilaçlar, manevî veya şifacı yöntemler ve belirli topluluklarda uzun yıllardır kullanılan uygulamaları içerir (McEwen, 2015). Doğal ürünler, eski çağlardan bu yana hastalıkların tedavisinde önemli bir yer tutmuştur. Geleneksel tıp uygulamalarında tıbbi bitkiler ve bitkisel formülasyonlar, çeşitli insan hastalıklarının önlenmesi ve hafifletilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle son yirmi yılda, bitkisel ilaçlara olan ilgi artmış ve bu ilaçlar, hastalıkların tedavisine yönelik yeni terapötik yaklaşımlar arasında değerlendirilmeye başlanmıştır (Nabavi ve ark. 2012; Nabavi ve ark. 2013; Nabavi ve ark. 2015). Tıbbi bitkilerde bulunan çeşitli biyoaktif bileşiklerin, farmakolojik etkilerinden sorumlu olduğu yaygın bir şekilde kabul edilmektedir. Yenilebilir bitkiler, genellikle düşük yan etki profilleri nedeniyle bu alanda en umut verici seçeneklerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu bitkilerden birisi de *Crataegus* Türkçe adıyla alıç veya geyik diken, gülgiller (Rosaceae) familyasına ait bir bitki türüdür. Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'ya özgü olan bu bitki, tıbbi ve besinsel özellikleri nedeniyle uzun yıllardır geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Fisher, 2019). Alıç bitkisi, kalp hastalıkları, yüksek tansiyon, yüksek kan lipitleri ve kalp yetmezliği tedavisinde kullanımı ile tanınır (Sutherland, 2001) ve Avrupa farmakopolarında "resmi ilaç" olarak yer almaktadır (Braun, 2015). Bu bitkinin etkilerine dair araştırmaların çoğu, özellikle alıç yaprağı ve çiçek özleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Fisher, 2019). Alıç yaprakları ve çiçeklerinden elde edilen biyoaktif bileşenler arasında, vitexin-2-O-ramnosid, hiperozid, rutin, kuersetin, vitexin ve oligomerik prosiyanidinler (OPC'ler) gibi 33'ten fazla flavonoid yer almaktadır (Fisher,2019). Ayrıca, kateşin ve epikateşin gibi bileşikler de alıçta bulunabilen biyoaktif maddelerdendir. Bu bileşiklerin kalp sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, antioksidan, antienflamatuvar ve kardiyovasküler koruyucu özellikleri ile açıklanabilir. Alıç özütüne ilişkin in vitro çalışmalar, kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde etkili olabilecek birçok olumlu etki göstermiştir. Bu etkiler; antioksidan aktivite, vazodilatasyon etkisi, anti inflamatuvar etki, kan lipid düzeylerini düzenleme, kardiyoprotektif etki ve hipolipidemik etkiler sayılabilir (Vibes ve ark.(1994).

Alıç ile yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar arasında, kimyasal bileşiminin incelenmesi (Lillian, 2011), antioksidan (Bahorun, 2006) ve antibakteriyel aktiviteleri (Martinelli, F.2021), kronik kalp yetmezliği gibi çalışmalar (Guo ve ark. (2008), (Guo ve ark. (2003) olmasına rağmen bu bitkinin hipertansiyonda kullanımı için sistematik bir inceleme belirlenmemiştir. Öte yandan Alıç'ın toksisitesi ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur ve güvenli bir bitkidir (Jalali ve ark. (2012); (Zorniak ve ark. (2017). Kullanımının 24 aya kadar güvenli olduğu bildirilmiştir (Holubarsch ve ark. (2008). Bu çalışmada amaç, alıç meyvesi ve yapraklarının biyoaktif bileşenleri ve bunların hipertansiyon üzerindeki olası etkileri ile ilgili mevcut literatürün eleştirel bir incelemesini sağlamaktır.

## 2. Yöntem

Bu çalışma, Alıç bitkisinin kimyasal bileşenleri, hipertansiyona karşı etki mekanizması ve tıbbi kullanımları hakkında mevcut literatürün güncel bir incelemesini sunmaktadır. İncelenecek materyallerin seçimi için belirli kriterler uygulanmıştır: PubMed veri tabanında "*Crataegus* ve hipertansiyon" anahtar kelimeleri kullanılarak bir tarama yapılmış ve bu süreçte 2024 yılına kadar yayınlanan 137 tane *Crataegus*'un farklı türleri ile ilgili makale vardır bunların içinden sadece 6 tanesi hipertansiyonla ilgili çalışmalar olarak bulunmuştur. Bu makaleler özetlenmiş, analiz edilmiş ve kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca, ClinicalTrials.gov veri tabanında " hipertansiyon" ve "*Crataegus*" anahtar kelimeleriyle yapılan ikinci bir aramada bu bitkinin yaygın türleri ile ilgili 5 klinik çalışma tespit edilmiş olup, bu çalışmalar genellikle piyasada satılan takviyeler üzerinde yapılmış çalışmalardır.

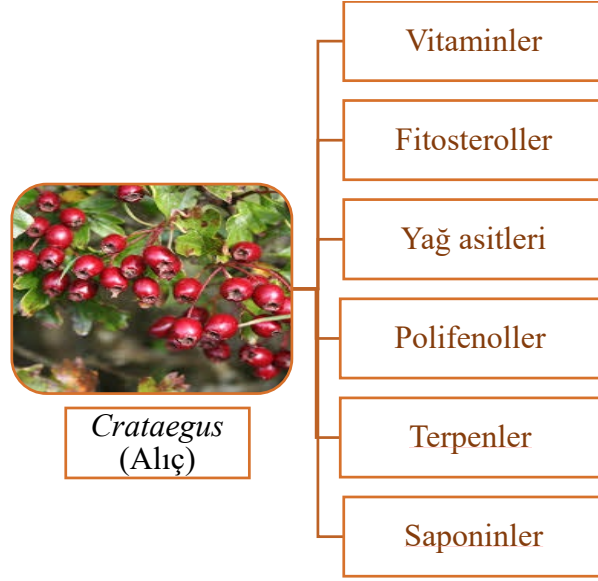
İlerleyen bölümlerde, Alıç'ın geleneksel tedavi yöntemlerindeki yeri, hipertansiyona karşı etki mekanizması, klinik ve preklonik uygulamaları biyolojik ve farmakolojik etkileri, güvenlik ve olası yan etkileri detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

### 2.1. Alıç Bitkisinin Biyolojik ve Kimyasal Yapısı

Botanik Özellikleri: Alıç (*Crataegus* spp.), Rosaceae (gülgiller) familyasına ait dikenli bir çalı veya küçük ağaç formunda büyüyen bitkilerdir. Özellikle Kuzey Yarımküre'de, ılıman bölgelerde yayılım gösterir. Türkiye'de ise doğal olarak yetişen 20'den fazla tür bulunmaktadır. *Crataegus* cinsi, genellikle çalı veya küçük ağaç formunda olan bitkileri içerir. Dünya genelinde 200'den fazla türü bulunur ve Türkiye, bu türlerin birçoğuna ev sahipliği yapar.

Kimyasal Bileşenler: Günümüz bilim insanları, *Crataegus*'nın farmakolojik etkilerinin altında yatan kimyasal bileşenleri detaylı bir şekilde incelemiştir. Bitkinin çeşitli bölümlerinden izole edilen ikincil metabolitler, basit yağ asitlerinden başlayarak terpenoidler ve polifenolik bileşikler gibi daha kompleks yapılara kadar geniş bir yelpazeye sahiptir (Chang, 2002). Bu bileşenler, bitkinin biyolojik aktivitelerinin temelini oluşturarak tıbbi uygulamalarında önemli bir rol oynar.





**Şekil 1.** Alıç bitkisinin başlıca kimyasal bileşenleri

*Crataegus* gibi fitokimyasal bileşikler açısından zengin bir kaynaktır. Prosiyanidinler, epikateşin, hiperozid, izokersitrin, klorojenik asit, ursolik asit ve oleanolik asit gibi moleküller, bitkinin biyolojik etkinliğini artıran önemli biyoaktif bileşiklerdir (Yang, 2012). Epikateşin, aglikonlar ve B tipi oligomerik prosiyanidinlerin glikozitleri ve flavonoller, fenolik asitler ve C -glikozil flavonlar alıçtaki fenolik bileşiklerin başlıca grupları olsa da farklı alıç türlerine göre genotip ve gelişme/olgunlaşma aşamasının farklılıkları sebebiyle prosiyanidin glikozitler ve C -glikozil flavonlar değişkenlik göstermektedir (Yang, 2012). Çin alıç ile yapılan çalışmada, olgunlaşmış meyvelerinde yedi polifenol (epikateşin, prosiyanidin B2, prosiyanidin B5, prosiyanidin C1, hiperozid, izokuersitrin ve klorojenik asit) ve iki triterpen asit (oleanolik asit ve ursolik asit) belirlenmiştir (Cui, 2006). Alıçta en bol bulunan şeker fruktozdur (Edwards, 2012).

## 2.2. Alıç ve Hipertansiyon Üzerindeki Etkisi

Alıç (*Crataegus* spp.), özellikle kalp ve damar sağlığı üzerinde olumlu etkileri ile bilinen bir bitkidir. Alıç meyvesinin hipertansiyon üzerindeki etkileri, geleneksel kullanımı ve modern bilimsel araştırmalarla desteklenmiştir. Hipertansiyon, yani yüksek kan basıncı, kalp hastalıkları ve inme gibi ciddi sağlık sorunlarının risk faktörüdür. Alıç, bu durumu yönetmeye yönelik çeşitli biyolojik mekanizmalarla etki gösterebilir. Alıç meyvesinin hipertansiyon üzerindeki etkilerini anlamak için, özellikle aktif bileşenleri ve bunların biyolojik etkileri üzerinde durulmuştur (Melikoğlu, 2015). Alıç meyvesi, kan damarlarını gevşeterek kan basıncını düşüren etkiler gösterir. Yapılan araştırmalar, alıç ekstresinin, endotelial nitrik oksit (NO) üretimini artırarak damar gevşemesi sağladığını ortaya koymuştur. Nitrik oksit, damarların genişlemesine yardımcı olan güçlü bir vazodilatördür. Bu mekanizma, alıç meyvesinin hipertansiyon tedavisindeki önemini artırmaktadır (Granger, 2006).

### 2.3. Klinik ve Preklinik Çalışmalar

Alıç minimal yan etkileri, klinik ve preklinik yapılan çalışmalarda kayıtlı farmakolojik aktiviteleri nedeniyle birçok bilim insanının dikkatini çekmiş ve insan hastalıklarının tedavisi için araştırılmaya başlanılmıştır.

1939 yılında J.D. Graham tarafından yapılan çalışmada, *Crataegus oxyacantha* (alıç) bitkisinin hipertansiyon üzerindeki potansiyel etkilerini ve bu etkilerin altında yatan mekanizmaları incelemektedir. *Crataegus oxyacantha*'un bitkisel tedavi olarak hipertansiyonu kontrol altına almak için potansiyel bir seçenek olduğunu raporlamıştır (Graham, 1939).

2002 yılında, hafif ve esansiyel hipertansiyon (primer hipertansiyon) hastalarında alıç (hawthorn) özütünün kan basıncını düşürme üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla randomize, çift kör ve plasebo kontrollü bir pilot çalışmada, Alıç özütü alan grupta sistolik ve diyastolik kan basıncında belirgin bir düşüş görülmüştür (Walker, 2002).

*Crataegus tanacetifolia* (kotan alıcı) yaprak özütü ile yapılmış bir çalışmada, L-NAME (L-Nitroarginine Methyl Ester) ile indüklenen hipertansiyon üzerindeki koruyucu etkilerini ve bu etkilerin sıçan dokularındaki morfolojik değişikliklerle ilişkisini incelemiştir. Nitrik oksit sentez inhibitörü kullanılarak yapılan hipertansiyon modelinde elde edilen sonuçlar, L-NAME grubu sıçanlarda kan basıncı belirgin şekilde artmış ve *Crataegus tanacetifolia* yaprak özütü, kan basıncını önemli ölçüde düşürmüştür (Koçyıldız ve ark., 2006).

Bir başka çalışmada, yüksek tuz tüketiminin indüklediği hipertansiyon modelinde alıç meyvesi özütünün koruyucu etkilerini incelemiştir. Elde edilen veriler neticesinde, alıç özütü, yüksek tuz diyeti ile artan kan basıncını önemli ölçüde azaltmış, oksidatif stres belirteçlerini (örneğin, malondialdehit düzeyini düşürme ve antioksidan enzimlerin aktivitesini artırma) iyileştirmiş, yüksek tuz tüketimiyle bozulan lipid ve glikoz metabolizmasını düzenlemiş ve yüksek tuzun neden olduğu böbrek ve kalp hasarını azaltmıştır (Zheng ve ark., 2019).

Christian Ornelas-Lim ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, *Crataegus mexicana* yapraklarından standardize edilmiş bir bitkisel ekstrakt geliştirilmesini öncelikle hedeflemişler ve bu ekstraktın damar genişletici (vazodilatör) etkilerinin araştırılmasını amaçlamışlardır. Bitkinin yapraklarından fenolik bileşikler ekstrakte edilerek sıçan aorta dokusu kullanılarak in vitro testleri yapılmış ve vazodilatör etkileri raporlanmıştır. Çalışma sonuçlarında, *Crataegus mexicana* yaprak ekstraktı, nitrik oksit üretimini artırarak damar düz kaslarında gevşemeye neden olduğu endotel bağımlı mekanizmalarla vazodilatasyon sağladığı bulunmuştur. Ekstraktın damar genişletici etkisi, uygulanan dozlarla doğru orantılı olduğu belirtilmiştir (Ornelas ve ark., 2021).

Bir başka çalışmada, alıçta bulunan flavonoidlerin ve C vitamininin, sıçanlarda ısı maruziyetiyle tetiklenen hipertansiyonu önlemedeki etkilerini ve potansiyel mekanizmalarını incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Alıç flavonoidleri ve C vitamini kombinasyonunun, hipertansiyonu anlamlı şekilde azalttığı, oksidatif stres belirteçlerini düşürerek damar fonksiyonlarını iyileştirdiği ve nitrik oksit üretimini

destekleyip damar genişlemesini artırdığı ve endotel hasarını önlediği rapor edilmiştir (Du ve ark., 2022).

2024 yılında yapılmış bir çalışmada, alıç meyvesi ve bileşenlerinden biri olan hiperositin (hyperoside), spontan hipertansif sıçanlar üzerindeki kan basıncını düşürücü etkisini ve bu etkilerin mekanizması incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda alıç meyvesi ve hiperosit, SHR modellerinde kan basıncını anlamlı derecede düşürmüştür (Chi ve ark., 2024).

*Crataegus* ekstraktı içerikli PYRAMIDS (500 mg alıç ekstresi) gıda takviyesi ile yapılan klinik bir çalışmada, prehipertansiyonu olan bireylerde diyet takviyelerinin etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Prehipertansiyon, kan basıncı seviyelerinin normalden daha yüksek ancak hipertansiyon sınırında olmadığı bir durumdur ve gelecekte hipertansiyon gelişme riskini artırabilir. Çalışmada, katılımcılara çeşitli diyet takviyeleri verilmiş ve zaman içinde kan basıncı yanıtları izlenmiştir. Bu takviyeler, oksidatif stresin azaltılması, damar fonksiyonunun iyileştirilmesi ve kardiyovasküler sağlığın desteklenmesi gibi hedeflere yönelikti ve hipertansiyonun önlenmesine yardımcı olabilecek bir önleyici tedavi sunmayı amaçlamıştır. Dahil edilme kriterleri: Prehipertansiyon tanısı almış (sistolik kan basıncı 120-139 mmHg ve diyastolik 80-89 mmHg arasında olan) bireyler ve hariç tutulma kriterleri: Mevcut kardiyovasküler hastalığı, ciddi hipertansiyonu veya çalışmanın sonuçlarını etkileyebilecek başka bir durumu olan kişiler olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, takviyenin ardından kan basıncındaki değişiklikler sistolik ve diyastolik olarak değerlendirilmiş ve ikincil sonuçlarda kardiyovasküler sağlık göstergelerindeki iyileşmeler tespit edilmiştir (Pelliccia, 2013).

Başka bir klinik çalışmada, standardize edilmiş alıç ekstresinin hipertansiyona karşı etkisi incelenmiştir. Nitrik oksit aracılı vazodilatasyon (damar genişlemesi) yanıtına etkisi üzerine odaklanılmıştır. Nitrik oksit, damarların genişlemesine yardımcı olan önemli bir bileşiktir ve kalp-damar sağlığında kritik bir rol oynar. Çalışma, Alıç'ın bu mekanizma üzerindeki etkisini değerlendirerek, kalp sağlığını iyileştirmeye ve hipertansiyonu düşürmeye yönelik potansiyelini araştırmaktadır. Çalışma sonucunda Alıç'ın nitrik oksit üretimini artırarak damar genişlemesi sağladığını ve dolayısıyla kan basıncını düşürme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Ancak, bu sonuçların genellenebilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Hill, 2013).

Neo40 Daily® isimli gıda takviyesi ile yapılan klinik çalışmada, alıç ekstresi konsantrasyonu 100 mg'dır. Bu çalışma, gıda takviyesi ürününün, endotelial disfonksiyon ve prehipertansiyonlu yetişkinler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Endotelial disfonksiyon, kan damarlarının düzgün çalışmaması durumudur ve hipertansiyonun başlangıcı olarak kabul edilir. Çalışma, gıda takviyesinin, damar sağlığını iyileştirip iyileştiremeyeceğini de araştırmaktadır. Katılımcılar prehipertansiyonlu kişilerden seçilmiştir ve randomize, çift kör, plasebo kontrollü bir klinik çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, nitrik oksit takviyesinin, prehipertansiyonlu bireylerde damar fonksiyonunu iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Houston, 2019).

Son yıllarda yapılmış klinik bir çalışma yine standardize 0,16 g alıç özütü içeren Diuripres isimli gıda takviyesi, yüksek-normal kan basıncına sahip bireylerde kan basıncı

modülasyonu üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Yüksek-normal kan basıncı, hipertansiyona ilerlemeden önceki bir aşamadır ve bu çalışmanın amacı, Diuripres'in bu süreçte kan basıncını düzenlemedeki etkinliğini değerlendirmektir. Elde edilen verilere göre, kan basıncı düzeylerinde olumlu etkiler sergilemiştir (Cicero, 2024).

#### 2.4. Alıç bitkisinin Güvenlik ve Yan Etkileri

Alıç genellikle güvenli bir bitki olarak kabul edilir. 2002 yılında yapılmış çalışmada, Alıç (*Crataegus spp.*) bitkisinin farmakolojisi ve terapötik kullanımları incelenmiştir. Çalışma, Alıç'ın kalp hastalıkları, hipertansiyon ve anksiyete gibi çeşitli sağlık sorunlarına karşı potansiyel terapötik etkilerini değerlendirmektedir. Alıç, tarihsel olarak kalp sağlığını destekleyici özellikleri ile tanınır ve son yıllarda yapılan araştırmalar bu özelliklerin modern tıpta kullanım potansiyelini artırmıştır (Rigelsky ve ark., 2002). Alıç monopreparasyonları üzerine mevcut tüm insan çalışmalarının güvenlik verilerini değerlendiren bir sistematik incelemede, tanımlanan ve 5577 analiz edilen hastayı içeren 24 klinik çalışmadan elde edilen veriler, alıç preparatlarının iyi tolere edildiğini göstermektedir. Yapılan çalışmaların hemen hepsi, iki farklı alıç özütü kullanılarak gerçekleştirilmiştir: %18,75 oligomerik prosiyanidin içeren WS 1442 ve %2,25 flavonoid içeren LI 132. Her iki özütün güvenliği açısından belirgin bir fark bulunmamaktadır. WS 1442 ve LI 132 ile yapılan çalışmalarda bildirilen yan etkilerin türü ve sıklığı birbirine yakın görünmektedir. En yaygın yan etkiler, baş dönmesi/vertigo, gastrointestinal rahatsızlıklar ve baş ağrısı/migren olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, her iki ekstrakt grubunda görülen yan etkilerin çoğu, plasebo ve kontrol gruplarında da gözlemlenmiştir. Şimdiye kadar ki yapılan klinik çalışmalar alıç tüketimiyle ilişkili önemli bir yan etki olmadığını göstermiştir (Batinelli ve ark. (2006). Alıç'ın diğer ilaçlarla etkileşimine bakıldığında, vazodilatör ilaçlarla etkileşime girme potansiyeline sahip olabilir. Aslında, alıç hipertansiyon, anjin, kalp yetmezliği ve aritmiler için kullanılan ilaçların etkilerini güçlendirebilir veya engelleyebilir (Rigelsky ve ark., 2002).

#### 2.5. Gelecekteki Araştırma Alanları

Alıç, çeşitli farmakolojik özellikleri nedeniyle sağlık alanında önemli bir yer tutmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, alıç bitkisinin hipertansiyon tedavisindeki etkinliğini daha derinlemesine incelemeli ve farklı alıç türlerinin karşılaştırmalı çalışmalarını içermelidir. Ayrıca, alıç bitkisinin mekanizmaları daha ayrıntılı bir şekilde araştırılmalı ve potansiyel yan etkileri üzerinde daha fazla çalışma yapılmalıdır. Alıç bileşiklerinin, diğer farmasötik ajanlarla olan etkileşimleri, kombinasyon tedavileri ve uzun dönemli kullanımın etkileri gibi alanlar da gelecek araştırmalar için önemli konular arasında yer alabilir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Alıç, geleneksel tıpta binlerce yıldır kalp hastalıkları ve hipertansiyon tedavisinde kullanılmakta olup, modern araştırmalar bu bitkinin etkinliğini ve biyolojik mekanizmalarını doğrulamaktadır. Literatür verileri incelendiğinde özellikle Almanya'da, çiçekli alıç yaprakları içeren preparatlar önemli bir kullanım alanına sahiptir. Genellikle kullanım sebebi kronik kalp yetmezliği içindir. Kronik kalp yetmezliği bulunan hastalarda bu preparatların etkinliğini incelemek amacıyla bir dizi araştırma yapılmıştır. Sunulan bulgular, Alıç'ın genellikle sık veya ciddi yan etkilerle ilişkilendirilmediğini ortaya koymaktadır. Ancak, güvenlik ile ilgili mevcut veriler oldukça sınırlıdır.

Alıç meyvesi ve yaprakları, içerdiği çeşitli biyoaktif bileşenler sayesinde kardiyovasküler sağlık üzerinde birçok olumlu etki göstermektedir. Bu bileşenler, özellikle flavonoidler, polifenoller ve triterpenler, alıç özütünün farmakolojik etkilerinin temelini oluşturmaktadır.

Öte yandan hipertansiyona karşı etki mekanizmalarını ve hipertansiyona karşı etkinliğini içeren çalışma oldukça azdır. Yapılan çalışmalarda, alıç ekstraktlarının kan basıncını düşürme, damar sağlığını iyileştirme ve kalp fonksiyonlarını düzenleme gibi etkiler gösterdiği bulunmuştur. Alıç, hipertansiyon tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. Alıç meyvesi ve özleri, damar genişlemesi sağlayarak kan basıncını düşürmede etkili olabilir. Yapılan çalışmalarda, alıç ekstresinin, endotelial nitrik oksit (NO) üretimini artırarak damar gevşemesi sağladığı ve bu mekanizmanın kan basıncını düşürmeye yardımcı olduğu ortaya konmuştur (Granger, 2000). Bu durum, alıç meyvesinin hipertansiyon tedavisinde potansiyel bir yardımcı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Klinik çalışmalar, alıç meyvesinin hipertansiyon tedavisindeki etkinliğini doğrulamaktadır. Alıç ile yapılan bir dizi klinik çalışma, bitkinin kan basıncını önemli ölçüde düşürdüğünü ve kardiyovasküler sağlığı iyileştirdiğini göstermektedir. Örneğin, Graham'ın 1939 yılında yaptığı çalışmada, alıç özütünün hipertansiyon üzerinde pozitif etkiler yarattığı belirlenmiştir (Graham, 1939). Ayrıca, alıç bitkisinin etkili olduğu hipertansiyon tedavileri üzerine yapılan meta-analizler de bu bitkinin kan basıncını düşürmede geleneksel tedavilere yardımcı bir tedavi alternatifi sunduğunu ortaya koymuştur (Jalali ve ark., 2012).

Preklinik araştırmalar da benzer şekilde alıç özütlerinin hipertansiyon üzerindeki etkilerini desteklemektedir. Hayvan modelleri üzerinde yapılan çalışmalar, alıç ekstraktlarının kan damarlarında vazodilatasyon etkisi gösterdiğini ve buna bağlı olarak kan basıncını düşürdüğünü belirtmektedir (Zorniak ve ark., 2017).

Alıç bitkisi genellikle düşük yan etki profili ile bilinir. Klinik çalışmalarda, alıç kullanımının 24 aya kadar güvenli olduğu bildirilmiştir (Holubarsch ve ark., 2008). Ancak, bazı bireylerde mide rahatsızlıkları veya alerjik reaksiyonlar gibi hafif yan etkiler gözlemlenmiş olabilir (Zorniak ve ark., 2017). Bu nedenle, alıç bitkisinin uzun süreli kullanımı ve dozajı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

*Crataegus*, geleneksel tıpta kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere pek çok rahatsızlığın tedavisinde uzun yıllardır kullanılan, biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin bir bitkidir. Derlemede incelenen bilimsel literatür, alıç yaprağı, çiçeği ve meyvelerinin antioksidan, anti-enflamatuvar, vazodilatör ve kardiyoprotektif etkilerle hipertansiyon yönetiminde potansiyel bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu etkiler, flavonoidler, prosiyanidinler, kateşinler ve diğer biyoaktif bileşiklerin sinerjik etkileriyle ilişkilendirilmiştir.

Alıç özütleri ile yapılan prelinik çalışmalar, bu bitkinin antioksidan aktivitesinin serbest radikal oluşumunu azalttığını ve vazodilatör etkilerle kan basıncını düzenleyebileceğini ortaya koymaktadır. Klinik çalışmalardan elde edilen bulgular, alıç kullanımının güvenli olduğunu ve bazı durumlarda geleneksel hipertansiyon tedavisine destekleyici bir alternatif sunabileceğini göstermektedir. Ancak, alıç özütlerinin etkinliği, doza bağımlı olarak değişkenlik göstermektedir ve uzun vadeli etkinliğini değerlendiren çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışmada ayrıca, alıç kullanımına dair toksisite araştırmaları da ele alınmış ve bu bitkinin uygun dozlarda kullanıldığında güvenli bir profil sunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, hastalarda bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiği ve alıç özütlerinin diğer antihipertansif ilaçlarla olası etkileşimlerinin daha fazla araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, Alıç, biyoaktif bileşenleri sayesinde hipertansiyonun önlenmesi ve yönetiminde umut verici bir doğal ürün olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu etkinin daha iyi anlaşılabilmesi ve klinik uygulamaların desteklenmesi için daha geniş çaplı, randomize ve kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, alıç özütlerinin standardizasyonu ve farmasötik formülasyonların geliştirilmesi, bu bitkinin terapötik potansiyelinin tam olarak kullanılabilmesi açısından önem taşımaktadır.

#### 5. Kaynaklar

- Bahorun, T., Trotin, F., Pommery, J., Vasseur, J. & Pinkas, M. (1994). Antioxidant activities of *Crataegus monogyna* extracts. *Planta Med.* 60(4), 323-328.
- Bahorun T., Trotin F., Pommery J. et al. (1994). Inhibition of thromboxane A2 biosynthesis in vitro by the main components of *Crataegus oxyacantha*. *Prostaglandins Leukotrienes Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 50(4), 173-175.
- Batinelli, L., Daniele, C., Cristiani, M., Bisignano, G., Laija, A. & Mazzanti, G. (2006). In vitro antifungal and anti-elastase activity of some aliphatic aldehydes from *Olea europaea* L. fruit. *Phytomed.* 13, 558-563.
- Birman H., Tamer Ş., Melikoğlu G., & Meriçli A.H. (2015). Hypotensive Activity of *Crataegus tanacetifolia*. *J. Fac. Pharm. Istanbul Univ.* 34(2), 23-26.
- Braun, L. & Cohen, M. (2015). Herbs and natural supplements, Volume 2: An evidence-based guide. *Elsevier Health Sciences*, p. 543-552, Saint Louis.
- Brouwers, S. & Staessen, J.A. (2021). Arterial hypertension. *The Lancet* 398(10296), 249-261.
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. & Chow, M.S.S. (2002). Hawthorn. *J. Clin. Pharmacol.* 42, 605-612.

- Chi, B., Zhang, M., Sun, L., Liu, H. & Tian, Z. (2024). Study on the hypotensive effect and mechanism of hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) fruits and hyperoside in spontaneously hypertensive rats. *Food Funct.* 15(10), 5627-5640.
- Cicero, A.F. (2024). Food Supplementation With Diuripres for Blood Pressure Modulation in Subjects With High-Normal Blood Pressure (CONDOR), 2021-09-01, 60.
- Cui, T., Li, J.Z., Kayahara, H., Ma, L., Wu, L.X. & Nakamura, K. (2006). Quantification of the polyphenols and triterpene acids in Chinese hawthorn fruit by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 54, 4574–4581.
- Hill, C. (2013). Nitric Oxide mediated vasodilatory response to Hawthorn standardized extract. *University of North Carolina*, 2010-05, 45.
- Du, W., Fan, H.M., Zhang, Y.X., Jiang, X.H. & Li, Y. (2022). Effect of flavonoids in Hawthorn and Vitamin C prevents hypertension in rats induced by heat exposure. *Molecules* 27(3), 866.
- Edwards, J.E., Brown, P.N., Talent, N., Dickinson, T.A. & Shipley, P.R. (2012). A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochem.* 79, 5–26.
- European Society of Cardiology (ESC) (2024). "<https://www.escardio.org/>", Erişim Tarihi: 25.12.2024.
- European Society of Hypertension, (ESH) (2024). "<https://www.eshonline.org/>", Erişim Tarihi: 25.12.2024.
- Fisher, C. (2009). *Materia Medica of Western Herbs. Vitex Medica*, Nelson, New Zealand.
- Guo, R., Pittler, M.H. & Ernst, E. (2008). Hawthorn extract for treating chronic heart failure (Review). *Cochrane Datab. Syst. Rev.* (Online).
- Guo, R., Pittler, M. H., Schmidt, K. & Ernst, E. (2003). Hawthorn extract for treating chronic heart failure: meta-analysis of randomized trials. *Amer. J. Medic.* 114(8), 665-674.
- Graham, J. D. (1939). The Influence of Traditional Remedies on Cardiovascular Health. *Journal of Ethnobotany*, 12(4), 21
- Holubarsch, C. J., Meinertz, W. S. C. T., Gaus, W., & Tendera, M. (2008). The efficacy and safety of Crataegus extract WS® 1442 in patients with heart failure: the SPICE trial. *Eur. J. Heart Fail.*, 10(12), 1255-1263.
- Jalali, A. S., Hasanzadeh, S., & Malekinejad, H. (2012). Crataegus monogyna aqueous extract ameliorates cyclophosphamide-induced toxicity in rat testis: stereological evidences. *Acta Med Iran.*, 50(1), 1-8. PMID: 22267371.
- Joey P. Granger (2006). An emerging role for inflammatory cytokines in hypertension , *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 290: 923–924.
- J. Vibes, B. Lasserre, J. & Gleye, C. (1994). Declume, Inhibition of thromboxane A2 biosynthesis in vitro by the main components of Crataegus oxyacantha (Hawthorn) flower heads, Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA), 50(4), 173-175.
- Kazemi, E., Mansoursamaei, A., Bijan, M., Hosseinzadeh, A., Namavar, H., Javedani Masroor, M., & Sheibani, H. (2024). Effect of Crataegus oxyacantha on high blood pressure: A randomized single-blind controlled trial. *Advances in Integrative Medicine*.
- Koçyıldız, Z.C., Birman, H., Olgaç, V., Akgün-Dar, K., Melikoğlu, G. & Meriçli, A.H. (2006). Crataegus tanacetifolia leaf extract prevents L-NAME-induced hypertension in rats: a morphological study. *Phytother Res.* Jan; 20(1),66-70.

- Lillian Barros, Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2011). *Phytochem. Anal.*, 22, 181–188.
- Martinelli, F., Perrone, A., Yousefi, S., et al. (2021). Botanical, Phytochemical, Anti-Microbial and Pharmaceutical Characteristics of Hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.), *Rosaceae. Molecules*, 26, 7266.
- Mark Houston, (2019). Effect of a Nitric Oxide Supplementation Product on Endothelial Dysfunction and Prehypertensive Adults, *Hypertension Institute*, 2017-04-05,42.
- Alexander, M., Sarris, J. & Wardle, J. (Eds.) (2014). *Hypertension and stroke*, Clinical Naturopathy: An Evidence-Based Guide to Practice, Elsevier, Australia, Chatswood, NSW, Australia (2014), pp. 243-256
- McEwen, B.J. (2015). The of herbal medicine on platelet function and coagulation: A narrative review, *Semin. Thromb. Hemost.* 41(3), 300-314.
- Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Moghaddam, A. H. et al. (2012). Protective effects of *Allium paradoxum* against gentamicin-induced nephrotoxicity in mice. *Food Funct.*, 3, 28–29.
- Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Setzer, W., & Nabavi, S. A., et al. (2014). İnsan miR-17–3p ekspresyonunun metil 3-O-metil gallat tarafından modüle edilmesi. *Mol. Nutr. Food Res.*, 58, 1776–1784.
- Nabavi, S. F., Habtemariam, S., Ahmed, T., Sureda, A., Daglia, M., Sobarzo-Sánchez, E., & Nabavi, S. M. (2015). Polyphenolic Composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: From Chemistry to Medical Applications. *Nutrients*, 7(9), 7708-7728.
- Ornelas-Lim, C., Luna-Vázquez, F.J., Rojas-Molina, A. & Ibarra-Alvarad, C. (2021). Development of a quantified herbal extract of hawthorn *Crataegus mexicana* leaves with vasodilator effect. *Saudi Pharm J.* Nov; 29(11), 1258-1266. doi: 10.1016/j.jsps.2021.10.002. Epub 2021 Oct 19. PMID: 34819787; PMCID: PMC8596289.
- Pelliccia, F. (2013). Prehypertension and Dietary Supplements - The PYRAMIDS Study (PYRAMIDS), *University of Johannesburg*, 2014-10, 30.
- Rigelsky, J.M, & Sweet, B.V. (2002). Hawthorn: Pharmacology and therapeutic uses. *Am J Health Syst Pharm.* 59, 417-422.
- Sarris, J., & Wardle, J. (2014). Hypertension and stroke. In *Clinical Naturopathy: An Evidence-Based Guide to Practice* (pp. 243-256). Elsevier Australia, Chatswood, NSW, Australia.
- Sutherland, J. A. (2001). Selected complementary methods and nursing care of the hypertensive client. *Holist. Nurs. Pract.*, 15(4), 4-11.
- Walker AF, Marakis G, Morris AP, Robinson PA. (2002). Promising hypotensive effect of hawthorn extract: a randomized double-blind pilot study of mild, essential hypertension. *Phytother Res.* Feb;16(1):48-54. doi: 10.1002/ptr.947. PMID: 11807965.
- World Health Organization (2013). Global Brief on Hypertension: Silent Killer, Global Public Health Crisis. Erişim adresi: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/79059/W?sequence=1>
- Yang, B., & Liu, P. (2012). Composition and health effects of phenolic compounds in hawthorn (*Crataegus* spp.) of different origins. *J. Sci. Food Agric.*, 92, 1578–1590.
- Zheng, X., Li, X., Chen, M., Yang, P., Zhao, X., Zeng, L., OuYang, Y., Yang, Z. & Tian, Z. (2019). The protective role of hawthorn fruit extract against high salt-induced



- hypertension in Dahl salt-sensitive rats: impact on oxidative stress and metabolic patterns. *Food Funct.* Feb 20;10(2), 849-858. doi: 10.1039/c8fo01818a. PMID: 30681096.
- Zorniak, M., Szydło, B., & Krzeminski, T. F. (2017). Crataegus special extract WS 1442: up-to-date review of experimental and clinical experiences. *J. Physiol. Pharmacol.*, 68(4), 521-526. PMID: 29151068.

## Tıbbi ve Aromatik Bir Bitki Olarak *Melissa officinalis*'in Geçmişten Geleceğe Yolculuğu

 Elif Sine DÜVENÇİ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi

\***Sorumlu yazar:** elifsineaksoy@duzce.edu.tr

### ÖZET

*Melissa officinalis* L. Lamiaceae familyasına ait çok yıllık bir bitki türüdür. Keşfedilmesi çok eski dönemlere dayanan bu bitki, sağlık alanında, mutfakta, kültürel uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, *Melissa officinalis*'in tarihsel süreçteki kullanımını ve bilimsel araştırmalarla ortaya konulan potansiyel faydalarını incelemektir. Geleneksel kullanımda sindirim sorunları, uykusuzluk ve depresyon gibi durumların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkinin bu etkileri hem toplum sağlığına katkı sağlamak hem de doğal tedavi yöntemlerini desteklemek açısından büyük önem taşımaktadır. Üzerine çalışılan asıl konular antimikrobiyal, sedatif (sakinleştirici) ve ağrı kesici, gaz giderici, antispazmodik (kas gevşetici) ve diüretik (idrar sökücü) etkilerdir. İlk olarak Antik Yunan filozofu Theophrastus M.Ö. 300 civarında bu bitkiden bahsetmiştir. Yunanlılar ve Romalılar bu bitkiyi sakınleştirici özelliği nedeniyle kullanıma almışlardır. Bu dönemde özellikle ruhsal hastalıklar ve stresle mücadelede etkin bir araç olarak görülmüştür. Orta Çağ'da manastırların bahçelerinde yetiştirilen bir bitki türü haline almıştır. İbn-i Sina ve Paracelsus gibi dönemlerinin önde gelen isimleri *Melissa officinalis*'in tedavi edici özellikte olduğundan bahsetmişlerdir. Bu isimlerin çalışmaları, bitkinin tıbbi değerini vurgulamakta ve modern fitoterapiye ışık tutmaktadır. Yapılan onlarca bilimsel araştırmalar sonucunda farklı bölgelerde benzer amaçlarla geleneksel kullanımının doğruluğunu ortaya çıkarmıştır. Terpenoidler, fenolik asitler, flavonoidler iyileştirici özelliklere sahip yağlar gibi bileşikler içerir. Bu bileşikler, antioksidan etkileri sayesinde birçok hastalığın önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. *Melissa officinalis*, günümüzde halk arasında hafif bir yatıştırıcı ve uykuya yardımcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Son yapılan bilimsel çalışmalarda, bilişsel performansı iyileştirdiğine dair savlar kanıtlanmaya çalışılmaktadır. Özellikle hafıza güçlendirme ve konsantrasyon artırma konularında umut verici sonuçlar elde edilmektedir. Bu sayede bilim insanları için özellikle Alzheimer hastalığı gibi hastalıklarda kullanılmasının olumlu yönleri araştırılmaktadır. Bu araştırmalar, bitkinin gelecekte farmakolojik ilaçlara doğal bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Sağlık alanında kullanımından mutfakta kullanımına kadar geniş bir yelpazeye sahip olan bu bitki çok yönlülüğü sayesinde potansiyel kullanımı yüksek olan bir bitkidir. Sonuç olarak, tarihsel ve bilimsel veriler ışığında *Melissa officinalis*, sağlık alanında önemli bir potansiyele sahip olup, geleneksel kullanımıyla modern tıbbi birleştiren çok yönlü bir bitki olarak öne çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal ürün, Tıbbi bitki, *Melissa officinalis*

### Journey of *Melissa officinalis* from Past to Future as a Medicinal and Aromatic Plant

#### ABSTRACT

*Melissa officinalis* L. is a perennial plant species belonging to the Lamiaceae family. This plant, whose discovery dates back to antiquity, is frequently employed in the realms of health, cuisine and cultural practices. The aim of this study is to examine the historical use of *Melissa officinalis* and its potential benefits revealed by scientific research. In traditional practice, it is frequently employed in the treatment of conditions such as digestive disorders, insomnia and depression. These effects of the plant are of great importance both in terms of contributing to public health and supporting natural treatment methods. The principal areas of investigation are the antimicrobial activity, sedative and analgesic, carminative, antispasmodic and diuretic effects. Theophrastus, an ancient Greek philosopher, is credited with being the first to mention this plant in writing around 300 BC. The Greeks and Romans employed this plant for its calming properties. In this period, it was seen as an effective tool

especially in the fight against mental illness and stress. During the Middle Ages, it was cultivated in the gardens of monasteries. Notable figures of the era, including Ibn-i Sina and Paracelsus, have documented the therapeutic properties of *Melissa officinalis*. The studies of these names emphasise the medicinal value of the plant and shed light on modern phytotherapy. As a consequence of extensive scientific investigation, the veracity of its traditional utilisation for analogous purposes across diverse geographical regions has been substantiated. The plant contains a variety of compounds, including terpenoids, phenolic acids, flavonoids, and essential oils, which have been demonstrated to possess healing properties. These compounds play an important role in the prevention of many diseases thanks to their antioxidant effects. *Melissa officinalis* is currently employed as a mild sedative and sleep aid. Recent scientific studies are attempting to demonstrate that it enhances cognitive performance. Promising results are obtained especially in memory strengthening and concentration enhancement. Consequently, scientists are investigating the beneficial effects of its utilisation, particularly in conditions such as Alzheimer's disease. These studies show that the plant may be a natural alternative to pharmacological drugs in the future. This plant, which is applicable in a multitude of contexts, including the field of health and the kitchen, is a highly promising candidate due to its versatility. In conclusion, in the light of historical and scientific data, *Melissa officinalis* has a significant potential in the field of health and stands out as a versatile plant that combines traditional use with modern medicine.

**Keywords:** Natural product, Medicinal plant, *Melissa officinalis*

## 1. Giriş

*Melissa officinalis* L., Lamiaceae familyasına ait çok yıllık otsu bir bitkidir. Özellikle tıbbi özellikleriyle yaygın olarak tanınmaktadır. Bitki sadece terapötik (tedavi edici) faydaları için değil, aynı zamanda yemeklere lezzet katmak için sıklıkla kullanıldığı için mutfak kullanımları için de değerli ve potansiyeli olan bir bitkidir (Shakeri, 2016). Avrupa, Orta Asya ve İran'a doğal olarak görüldüğü ilk yerlerden olsa da dünyanın birçok yerinde yetişebilmektedir (Miraj, 2017). Bu bitki 1,5-2 metre uzunluğuna kadar gelebilmektedir. Çok yıllık bir bitkidir. Genellikle beyaz renk çiçek açar. Limon benzeri bir koku oluşturmasını sağlayan kapitat tüylerimevcuttur (Şarer ve Kökdil, 1991; Abdel-Naime, 2020; Abdel-Naime, 2016). Özellikle nemli topraklarda kolaylıkla yetişebilir. Bunun yanı sıra tohumun çimlenmesi için ise 20°C sıcaklık gerektirir. Vejetatif yöntemlerle de üreyebilir. Ilıman bölgelerde ilkbahar aylarında daha çok yayılım gösterir (Anonim, 2024). Güneş ışığının bol olduğu alanlarda iyi yetişmesine karşın, bazı durumlarda gölgeye de ihtiyaç duyan bir bitkidir (Pouyanfar, 2018).



**Şekil 1.** *Melissa officinalis* L. bitkisi görüntüsü (Foto: Düzgün, 2024)

**Tablo 1.** *Melissa officinalis* L. bitkisine ait taksonomi ve sınıflandırma (Plants of the World Online, 2024)

Taksonomi ve Sınıflandırma	
Alem	Plantae
Şube	Streptophyta
Sınıf	Equisetopsida
Takım	Lamiales
Aile	Lamiaceae
Cins	Melissa
Tür	<i>M. officinalis</i>

## 2. *Melissa officinalis*'in Geçmişten Günümüze Kullanımı

### 2.1. Geleneksel Kullanımı

Yaygın olarak oğul otu adıyla bilinen *M. officinalis* L. antik Yunan ve Roma'dan Orta Çağ Avrupa'sına kadar uzanan köklü bir kullanım geçmişi olan bitkidir. Bu bitki, çeşitli tarihi metinlerde belgelenmiş ve geleneksel uygulamalarda tıbbi özellikleri nedeniyle büyük değer görmüştür. Antik Yunan'da, Dioskorides'in önemli bir eseri olan ve günümüze birçok bitkiyle ilgili bilginin aktarıldığı kaynak olan *De Materia Medica*'da, *M. officinalis* kaygı ve sindirim sorunları gibi rahatsızlıkların tedavisinde faydalı olduğu belirtilmiştir (Zam, 2022). Bunun yanı sıra bu bitkinin zihinsel sağlık ve sindirim sistemi üzerine olan etkilerinin günümüzde de araştırma konusu olmasının önünü açmıştır. Antik Yunan'da kullanımın huzur ve stres azaltıcı etkileri nedeniyle yaprakları demlenerek çay olarak tüketilmiştir. Romalılar da bu bitkiyi sağlık alanında oldukça yoğun bir şekilde kullanmıştır. Romalı doğa bilimci Gaius Plinius Secundus, *M. officinalis* L. bitkisinin ruhu canlandırıcı etkilerinden bahsetmiştir. Ayrıca, Romalı hekimler bu bitkinin etkisini artırmak amacıyla farklı bitkilerle birleştirerek çeşitli formülasyonlar geliştirmiştir (Chu, 2021). Orta Çağ incelendiğinde, tıbbi el yazmaları ve farmakopelerde bahsedilen önemli bitkilerden biri de *M. officinalis*'tir. Antik Çağ'da olduğu gibi, bu dönemde de özellikle zihinsel stres, uyku bozuklukları, gastrointestinal rahatsızlıklar ve cilt sorunları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır (Dimitris, 2020). Yunan mitolojisinde *M. officinalis*, arıları bal yapmak için cezbeden bir bitki olarak tanımlanır. Benzer şekilde, Orta Çağ Avrupa'sında da bal üretimini artırdığı düşünülerek arı kovanlarının yakınına ekilmiştir. *M. officinalis* bitkisi, hoş kokusuyla bilinir ve bu özelliği nedeniyle o dönemlerde bahçelerde süs bitkisi olarak da kullanılmıştır. Ayrıca, iyileşme, koruma ve canlılığı sembolize ettiği kabul edilmiş, uzun ömür sağladığı ve yatıştırıcı güçlere sahip olduğu düşünülmüştür. Bu sebeple, o dönemlerde kültürel açıdan da önemli bir yere sahiptir. Özellikle Orta Çağ'da, manastır bahçelerinde en çok rastlanan bitkilerden biri olmuştur (Anonim, 2024). Ünlü Pers Hekimi olan İbn-i Sina (903-1037), bu bitkiyi özellikle melankoli gibi durumlarda iyileştirici, ruh hali düzeltici, canlandırıcı şekilde kullanırdı (Javadi ve ark., 2015). *M. officinalis*, sakinleştirici etkilerini artırmak ve uyku kalitesini iyileştirmek amacıyla genellikle *Valeriana officinalis* L. gibi diğer bitkilerle birlikte kullanılırdı (Kennedy, 2006). Bu kombinasyon, uykusuzluk ve anksiyete çeken kişiler arasında özellikle popülerdi ve Osmanlı tıbbında zihinsel sağlığın önemini anlamaya dair geniş bir anlayışı yansıtıyordu.

## 2.2. Modern Kullanımı

Modern farmakolojik çalışmalar incelendiğinde geleneksel kullanım dediğimiz geçmişten günümüze taşınan kullanım amaçları üzerine yapılan çalışmalarla geleneksel kullanımın amacına uyduğu kanıtlanmıştır. Kaygı ve diğer merkezi sinir sistemi bozuklukları üzerindeki etkilerini doğrulamıştır (Ghazizadeh, 2020; Ghazizadeh, 2021).

*M. officinalis*'in anksiyete ve stres üzerindeki etkileri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Araştırmalar, anksiyolitik etkiler gösterebileceğini ve bu nedenle hafif anksiyete bozuklukları yaşayan bireyler için değerli bir doğal tedavi olduğunu ortaya koymuştur. Bir randomize klinik deneme, melisa ve diğer bitkisel özlerin kombinasyonunun, kritik hastalıklar nedeniyle deliryum yaşayan hastalarda ajitasyonu önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir (Cases, 2010). Ayrıca, *M. officinalis* bilişsel fonksiyonları artırabileceği ve Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkları olan hastalarda ruh halini iyileştirebileceği gösterilmiştir (Scholey, 2014).

Birçok tıbbi bitkide bulunan özelliklerden biri olan antimikrobiyal, antibakteriyel ve antifungal özellik *M. officinalis* için de çalışma konusu olmuştur. Çalışmalar kapsamında melisa ekstraktlarının patojenlere karşı önemli derecede antibakteriyel ve antifungal etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, melisa otunun *Escherichia coli* ve diğer zararlı bakterilerin büyümesini engellediği bulunmuştur (Thompson, 2014). Ayrıca, antifungal özellikleri, tarımsal uygulamalarda da incelenmiş ve çileklerdeki *Fusarium* solgunluğu gibi fungal hastalıkları kontrol etmede etkili olduğu çalışmalarca gösterilmiştir (Uwineza, 2022). Melisa ekstraktlarını kozmetik ürünlerine eklenmesinin olumlu sonuçlar sağlayacağı düşünülecek, cilt sağlığı için doğal ve etkili çözümler arayan tüketici talebiyle yeni ürünler üretmeye yönelik bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Antimikrobiyal özellikleri, cilt enfeksiyonlarını önlemeye yardımcı olabilir ve genel cilt sağlığını destekleyebilir, bu da kozmetik uygulamalarda cazibesini artırmaktadır (Adamiak, 2021).

Yine tıbbi bitki denildiğinde en çok araştırma konularında olan bitkilerin antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri çalışılan konulardandır. Son çalışmalar, bitkinin cilt hücrelerini oksidatif stres ve çevresel hasardan koruma yeteneğini vurgulamaktadır, bu da onu kozmetik formülasyonlar için değerli bir bileşen yapmaktadır (Pressi, 2021). Fonksiyonel gıdalarda da kullanımı araştırma konusu olmuş ve antioksidan özellikleri sebebiyle bu faydaları taşıyan içecekler ve gıda ürünlerinin geliştirilmesinde çalışılmasının önü açılmıştır. Araştırmalar, melisa otunun gıda ürünlerinin antioksidan kapasitesini artırabileceğini ve böylece besin değerlerini artırabileceğini göstermektedir (Carocho ve ark., 2015). Bunların yanı sıra *M. officinalis* gıda formülasyonlarına eklenmesi, yalnızca lezzet katmakla kalmaz, aynı zamanda fonksiyonel faydalar sağlar, örneğin sindirimi iyileştirir ve stres seviyelerini azalttığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Caleja ve ark., 2018).

Bu çalışmalar modern kullanımın önünü açan bilimsel bilgiye dayalı yapılan bazı çalışmalara örnektir. Zengin kimyasal bileşimi ve biyolojik olarak aktif bileşenleri sayesinde tanınmış olan tıbbi bir bitkidir. Bu bitki, flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler ve uçucu yağlar dahil çeşitli fitokimyasallar içerir. Bu bileşenler, bitkinin antioksidan, antimikrobiyal ve anti-inflamatuar özellikler sağlayıp; bitkiyi modern bitkisel tıpta değerli bir kaynak haline getirmektedir (Deveci ve ark., 2016).

### 3. *Melissa officinalis* L.'nin Kimyasal Bileşimi

*M. officinalis* zengin biyoaktif bileşenlere sahip bir bitkidir. Bu biyoaktif bileşenler sayesinde birçok terapötik etki göstermektedir. Başlıca içeriğinde flavonoidler, fenolik asitler, uçucu yağlar ve triterpenler bulunur. Daha önce bahsedildiği gibi bu özellikler sayesinde antioksidan, antimikrobiyal, nöroprotektif ve gastroprotektif etkiler gösterdiği geçmişte bilinirken günümüzde de bilimsel bilgi ile bu etkiler zaman içerisinde yapılan bilimsel çalışmalarla kanıtlanmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu bitkinin potansiyel sağlık yararlarını keşfetmeye devam ederken, *M. officinalis* hem geleneksel hem de modern bitkisel tıpta önemli bir yere sahip olmaya devam etmektedir.

Flavonoidler: *M. officinalis* flavonid bileşikler bakımından oldukça zengindir. Belirlenen başlıca flavonoid içeriği; kuersetin, rhamnositrin ve apigenin şeklindedir (Petrisor ve ark., 2022). Bu bileşiklerin ortak özelliklerine bakıldığında, serbest radikalleri temizlemede ve oksidatif stresi azaltmada önemli bir rol oynar, bu da çeşitli kronik hastalıklarla ilişkilidir (Ullah ve ark., 2022).

Fenolik asitler: İçeriğinde bulunan başlıca fenolik asitler; rosmarinik asit, kafeik asit ve klorojenik asittir. Özellikle rosmarinik asit güçlü antioksidan etki gösterir (Mimica-Dukić, 2004). Bunun yanı sıra bu etken madde üzerine Alzheimer hastalığı, bilişsel fonksiyonlara olan etkisi spesifik olarak incelemeler yapılmaktadır (Mahboubi, 2019). Bu fenolik bileşikler, hücresel hasar ve iltihaplanmaya karşı korunmada etkin rol oynayabileceği üzerine çalışmalar mevcuttur (Zeraatpishe, 2010).

Uçucu yağlar: *M. officinalis*'in uçucu yağı, geranial, neral, sitronerol gibi bileşiklerinden oluşur ve bu bileşikler yağın yaklaşık %80'ini oluşturur (Abdellatif ve ark., 2014). Bu bileşikler, bitkinin karakteristik aromasından sorumludur ve antimikrobiyal özelliklerine katkıda bulunur (Allyne ve ark., 2004).

Triterpenler: *M. officinalis* ayrıca ursolik asit ve oleanolik asit gibi triterpenler içerir (Awad ve ark., 2009). Bu bileşiklerin anti-inflamatuar ve hepatoprotektif (karaciğer koruyucu) etkileri olduğu gösterilmiştir (Petrisor ve ark., 2022). Bu bileşikler, bitkinin terapötik potansiyelini daha da artırmaktadır.

#### 3.1. Biyoaktif Bileşenlerin Çalışma Alanları

Antioksidan Aktivite: *M. officinalis*'in antioksidan kapasitesi, yüksek flavonoid ve fenolik asit içeriğinden dolayı fazla sayıda çalışmaya konu olmuştur. Özellikle *M. officinalis* yapraklarından elde edilen ekstraktların serbest radikalleri etkili bir şekilde temizleyebildiği ve lipid peroksidasyonunu inhibe edebildiği yapılan çalışmalarca kanıtlanmıştır. Bu durum da hücreleri oksidatif hasardan korur (Hazman ve ark., (024). Bu antioksidan aktivite, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi oksidatif stresle ilişkili kronik hastalıkları önlemede önemli rol oynar (Draginic ve ark., 2021).

Antimikrobiyal Özellikler: Uçucu yağı, bakteri ve mantarlar da dahil olmak üzere çeşitli patojenlere karşı önemli antimikrobiyal aktivite sağlar. Araştırmalar, bu bitkinin uçucu yağlarının *E.coli* ve diğer zararlı mikroorganizmaların büyümesini engelleyebileceğini göstermiştir (Derradji ve ark., 2020).

Nöroprotektif Etkiler: *M. officinalis*, bilişsel gerileme ve nörodejeneratif hastalıklar bağlamında incelenmiştir. Bitkinin GABAerjik iletimi modüle etme yeteneği, anksiyolitik etkileri ile bağlantılı olup, bu da onu anksiyete ve uykusuzluk gibi durumlar için yararlı hale

getirir (Cases ve ark., 2010). Ayrıca, fitokimyasallarının antioksidan özellikleri, oksidatif stresle ilişkili hasardan nöronal hücreleri korumaya yardımcı olabilir (Bayat, 2012).

Gastroprotektif Etkiler: *M. officinalis*'in metanolik ekstresinin, vücuttaki antioksidan enzim seviyelerini artırarak mideyi koruyucu etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Saber, 2016). Bu özellik, *M. officinalis* gastrointestinal rahatsızlıkların iyileştirilmesinde araştırılmaya değer bir bitki haline getirmektedir.

Antiviral Aktivite: Son çalışmalar, *M. officinalis*'in özellikle herpes simpleks virüsüne (HSV) karşı antiviral potansiyeline dikkat çekmektedir. HSV'nin bağlanma ve nüfuz etme sürecini inhibe ettiği gösterilmiş olup, bu da terapötik amaçlar için kullanılabilir bir mekanizma sunmaktadır. Bu antiviral aktiviteye rosmarinik asit ve diğer fenolik bileşiklerin katkıda bulunduğu yapılan bilimsel çalışmalar ışığında düşünülmektedir (Astani ve ark., 2014).

Anti-inflamatuar etkiler: Özellikle, flavonoidlerin ve fenolik bileşenlerin, serbest radikalleri nötralize etme yetenekleri, bu bitkinin anti-inflamatuar özelliklerinin temelini oluşturduğu düşünülmektedir (Bolkent ve ark., 2005). *M. officinalis*'in çeşitli etnik tıpta iltihaplı durumların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Geleneksel olarak, bu bitki, boğaz ve cilt iltihapları gibi durumların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Tsioutsiou ve ark., 2019). Bu bağlamda, *M. officinalis*'in iltihaplanma üzerindeki etkileri hem modern bilimsel araştırmalarla hem de geleneksel kullanımlarla desteklenmektedir.

#### 4. *Melissa officinalis* L.'nin Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Geçmişten günümüze gıda endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip bir bitkidir. Özellikle içeceklerde ve tatlılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle ferahlatıcı, hafif limon kokusuyla tanınan bu bitki, aromatik özellikleri nedeniyle tercih edilen bir bitki halini almıştır. Bitkinin limon benzeri aroması, çaylar, meyve suları ve alkolsüz içeceklerde tatlandırıcı olarak tercih edilmektedir (Shanmugam ark., 2022). Gıda endüstrisinde, *M. officinalis*'in antioksidan özellikleri, gıda güvenliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, *M. officinalis* ekstraktlarının lipid peroksidasyonunu inhibe ederek gıda ürünlerinin bozulmasını önleyebileceğini göstermektedir (Draginic ark., 2022). Bu özellik, özellikle yağlı gıdaların korunmasında faydalı olmaktadır. Ayrıca, *M. officinalis*'in antimikrobiyal etkileri, gıda kaynaklı patojenlerin kontrol altına alınmasında da kullanılmaktadır.

#### 5. Sonuç ve Öneriler

*M. officinalis* üzerine yapılan bu çalışmanın sonuçları, bitkinin tarihsel, kültürel ve modern kullanımlarını ayrıntılı bir şekilde ele alarak, çok yönlü bir bitki olduğunu ortaya koymaktadır. Oğul otu olarak bilinen *M. officinalis*, antik çağlardan günümüze dek birçok medeniyette tedavi edici özellikleriyle tanınmış; antimikrobiyal, anti-inflamatuar ve antioksidan bileşenleri nedeniyle özellikle Avrupa, Orta Doğu ve Asya'da geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Geleneksel olarak sindirim sorunları, stres gibi yaygın rahatsızlıklara karşı kullanılan bu bitki, modern tıpta da bilimsel araştırmalarla desteklenen faydalarıyla önemini korumaktadır. İbn-i Sina gibi tarihi şahsiyetler de *M. officinalis*'in ruhsal hastalıklar üzerindeki etkisini öne çıkarmış, bitkiyi özellikle melankoli tedavisinde önermiştir.

Modern bilimsel çalışmalar, *M. officinalis*'in antidepresan ve anksiyolitik etkilerini doğrularak geleneksel kullanımlarını desteklemekte ve günümüz bitkisel tedavi uygulamalarında yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Bu araştırmalar, bitkinin içerdiği rosmarinik asit ve flavonoidlerin antioksidan ve anti-inflamatuar etkileri sayesinde sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. *M. officinalis* ekstraktının, hafif derecede anksiyete yaşayan bireylerde stres azaltıcı ve rahatlatıcı etkiler sağladığı klinik çalışmalarda kanıtlanmıştır. Buna ek olarak, Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde, bilişsel işlevlerin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceği de araştırmalarla desteklenmektedir.

*M. officinalis*'in gıda endüstrisindeki kullanımı da son yıllarda artış göstermektedir. Bitkinin doğal antioksidan özellikleri, gıda ürünlerinin raf ömrünü artırmak için faydalı bir katkı sağlamaktadır. Antioksidan kapasitesi yüksek olan bu bitki, özellikle yağlı gıdaların oksidatif bozulmasını önleyici etkiler sunmaktadır. *M. officinalis*'in limon aroması ise, çay, meyve suyu gibi içeceklerin yanı sıra tatlı ve soslarda da yaygın olarak kullanılmakta, böylece gıda endüstrisine hem lezzet hem de fonksiyonel fayda açısından katkı sunmaktadır.

Kozmetik ve cilt bakım sektöründe de *M. officinalis*'in popülerliği artmaktadır. Bitkinin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, cilt bakım ürünlerinde cildi oksidatif strese karşı koruma ve cilt sağlığını destekleme amacıyla kullanılmaktadır. Oğulotu özleri, ciltteki iltihaplanmayı azaltmaya ve cilt yenilenmesine katkı sağlarken aynı zamanda çevresel zararlara karşı da koruma sunmaktadır. Bu özellikler, bitkiyi kozmetik formülasyonlar için değerli bir bileşen haline getirmekte ve doğal ürünlere yönelen tüketiciler arasında tercih edilir kılmaktadır.

*M. officinalis*'in sağlık ve iyileşme amacıyla geleneksel kullanımlarının, modern bilimsel araştırmalarla desteklenmesi bitkinin önemini artırmaktadır. Özellikle sinir sistemi üzerindeki rahatlatıcı etkisi, antioksidan kapasitesi ve geniş kimyasal bileşen yelpazesi, *M. officinalis*'i çeşitli terapötik uygulamalar için etkili bir doğal çözüm olarak öne çıkarmaktadır. Bu çok yönlülük, bitkinin fitoterapi, gıda endüstrisi ve kozmetik gibi farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

*M. officinalis*'in faydalarının yanı sıra, Bahçebaşı ve ark. (2011) yılında sunduğu bir raporda içerdiği nefrotoksikler nedeniyle karaciğer ve böbrek fonksiyon bozukluğuna sebep olabileceği gibi olumsuz bir etkiye neden olduğu ve bu nedenle bitkisel ürünlerin doktor önerisi olmadan kullanılmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Özetle, *M. officinalis* üzerine yapılan çalışmalar, bitkinin geleneksel tıbbi kullanımlardan modern bilimsel uygulamalara uzanan geniş bir etki yelpazesi olduğunu göstermektedir. Hem sağlığa katkıları hem de geniş kullanım alanları, bitkinin potansiyelini ortaya koymakta, özellikle doğal ve fonksiyonel gıdaların önem kazandığı günümüzde değerini artırmaktadır. *M. officinalis*, eski çağlardan günümüze ulaşan köklü geçmişi ve bilimsel temellerle desteklenen faydaları sayesinde, alternatif tedavi ve sağlıklı yaşam alanında parlak bir geleceğe sahiptir.

### **Teşekkür**

Bu çalışmada kullanılan *M. officinalis* L. bitkisine ait görüntünün fotoğraflanmasındaki katkılarından dolayı Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Uzmanı ve Kimyager Sevil GÜLSOY DÜZGÜN'e teşekkür ederim.



## 6. Kaynaklar

- Abdel-Naime, W., Fahim, J., Fouad, M. & Kamel, M. (2020). Botanical studies on the stem and root of *Melissa officinalis* L. (lemon balm). *J. Adv. Biomedic. Pharm. Sci.* 3(4), 184-189.
- Abdel-Naime, W., Fahim, J., Fouad, M. & Kamel, M. (2016). Botanical studies of the leaf of *Melissa officinalis* L., family: Labiatae, cultivated in Egypt. *J. Pharm. Phytochem.* 5(1), 98–104.
- Abdellatif, F., Boudjella, H., Zitouni, A. & Hassani, A. (2014). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from leaves of Algerian *Melissa officinalis* L. *Experiment. Clinic. Sci. J.* 13, 772–781.
- Adamiak, K., Kurzawa, M. & Sionkowska, A. (2021). Physicochemical performance of collagen modified by *Melissa officinalis* extract. *Cosmetics* 8(4)-95, 1-18.
- Anonim, (2018). *Melissa officinalis* AKA Lemon Balm: Booze & Botany & Monasteries. "<https://www.aromaticapoetica.com/2018/07/23/melissa-officinalis-aka-lemon-balm-booze-botany-monasteries-oh-my>", Erişim Tarihi: 15.10.2024.
- Anonim, (2024). Herbal Guide to Lemon Balm: Grow, Harvest, and Use a Lemon Balm Plant. "<https://gardentherapy.ca/lemon-balm/>", Erişim Tarihi: 10.10.2024.
- Astani, A., Navid, M. & Schnitzler, P. (2014). Attachment and penetration of acyclovir-resistant herpes simplex virus are inhibited by *Melissa officinalis* extract. *Phytotherapy Res.* 28(10), 1547–1552.
- Awad, R., Muhammad, A., Durst, T., Trudeau, V.L. & Arnason, J.T. (2009). Bioassay-guided fractionation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) using an in vitro measure of GABA transaminase activity. *Phytotherapy Res.* 23(8), 1075–1081.
- Bahçebaşı, S., Koçyiğit, İ., Uçar, C., Ünal, A., Oymak, O. ve Utaş, C. (2011). Karabaş ve Oğul Otu kullanımı sonrası gelişen karaciğer ve böbrek işlev bozukluğu. *Türk Nefrol. Diyal. Transpl. Derg.* 20(2), 200-201.
- Bayat, M., Tameh, A., Ghahremani, M., Akbari, M., Mehr, S., Khanavi, M. & Hassanzadeh, G. (2012). Neuroprotective properties of *Melissa officinalis* after hypoxic-ischemic injury both in vitro and in vivo. *Daru J. Pharm. Sci.* 20(1)-42, 1-10.
- Bolkent, Ş., Yanardağ, R., Karabulut-Bulan, Ö. & Yeşilyaprak, B. (2005). Protective role of *Melissa officinalis* L. extract on liver of hyperlipidemic rats: A morphological and biochemical study. *J. Ethnopharm.* 99(3), 391–398.
- Caleja, C., Barros, L., Barreira, J.C., Ćirić, A., Soković, M., Calhelha, R.C. & Ferreira, I. C. (2018). Suitability of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract rich in rosmarinic acid as a potential enhancer of functional properties in cupcakes. *Food Chem.* 250, 67–74.
- Carocho, M., Barros, L., Calhelha, R. C., Ćirić, A., Soković, M., Santos-Buelga, C. & Ferreira, I. C. (2015). *Melissa officinalis* L. decoctions as functional beverages: A bioactive approach and chemical characterization. *Food & Function* 6(7), 2240–2248.
- Cases, J., Ibarra, A., Feuillère, N., Roller, M. & Sukkar, S. (2010). Pilot trial of *Melissa officinalis* L. leaf extract in the treatment of volunteers suffering from mild-to-moderate anxiety disorders and sleep disturbances. *Medit. J. Nut. Metabol.* 4(3), 211–218.
- Chu, D., Rosso, M. & Santoro, J.D. (2021). Pliny the Elder: Lessons from the naturalist as an early neuroscientist. *The Neurosci.* 29(2), 150–157.

- De Sousa, A.C., Alviano, D.S., Blank, A.F., Alves, P.B., Alviano, C.S. & Gattass, C.R. (2004). *Melissa officinalis* L. essential oil: Antitumoral and antioxidant activities. *J. Pharm. Pharmacol.* 56(5), 677–681.
- Derradji, L., Saidi, O. & Hadeif, Y. (2020). Evaluation of the antibacterial activity of three essential oils extracted from plants used in traditional medicine in Algeria (*Salvia officinalis* L., *Melissa officinalis* L., and *Origanum vulgare* L.). *GSC Biol. Pharmaceut. Sci.* 12(1), 181–188.
- Deveci, H. A., Nur, G., Kırpık, M. A., Harmankaya, A. & Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniv. Fen Biliml. Enst. Derg.* 9(1), 26–32.
- Dimitris, D., Ekaterina-Michaela, T., Christina, K., Ioannis, S., Ioanna, S., Aggeliki, L., Sophia, H., Michael, R. & Helen, S. (2020). *Melissa officinalis* ssp. *altissima* extracts: A therapeutic approach targeting psoriasis in mice. *J. Ethnopharmacol.* 246, 112208.
- Draginic, N., Jakovljevic, V., Andjic, M., Jeremic, J., Srejovic, I., Rankovic, M., ... & Milosavljevic, I. (2021). *Melissa officinalis* L. as a nutritional strategy for cardioprotection. *Frontiers Physiol.* 12, 661778.
- Draginic, N., Andjic, M., Jeremic, J., Zivkovic, V., Kocovic, A., Tomovic, M., Bozin, B., Kladar, N., Bolevich, S., Jakovljevic, V. & Milosavljevic, I. (2022). Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Melissa officinalis* extracts: A comparative study. *Iran. J. Pharmaceut. Res.* 21(1)-e126561: 1-13.
- Ghazizadeh, J., Hamedeyazdan, S., Torbati, M., Farajdokht, F., Fakhari, A., Mahmoudi, J., Araj-khodaei, M. & Sadigh-Eteghad, S. (2020). *Melissa officinalis* L. hydro-alcoholic extract inhibits anxiety and depression through prevention of central oxidative stress and apoptosis. *Experiment. Physiol.* 105(4), 707–720.
- Ghazizadeh, J., Sadigh-Eteghad, S., Marx, W., Fakhari, A., Hamedeyazdan, S., Torbati, M., Taheri-Tarighi, S., Araj-khodaei, M. & Mirghafourvand, M. (2021). The effects of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) on depression and anxiety in clinical trials: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy Res.* 35(12), 6690-6705.
- Hazman, Ö. (2024). The effect of *Melissa officinalis* on diet-induced hyperlipidemia, hypercholesterolemia, oxidative stress and inflammation. *J. Hellen. Vet. Medic. Soc.* 74(4), 6385–6392.
- Javadi, B., & Emami, S. A. (2015). Avicenna's contribution to mechanisms of cardiovascular drugs. *Iran. J. Basic Medic. Sci.* 18(8), 721–722.
- Kennedy, D., Little, W., Haskell, C., & Scholey, A. (2006). Anxiolytic effects of a combination of *Melissa officinalis* and *Valeriana officinalis* during laboratory-induced stress. *Phytotherapy Res.* 20(2), 96–102.
- Mahboubi, M. (2019). *Melissa officinalis* and rosmarinic acid in management of memory functions and Alzheimer disease. *Asian Pac. J. Tropic. Biomedic.* 9(2), 47–52.
- Mimica-Dukić, N., Božin, B., Soković, M. & Simin, N. (2004). Antimicrobial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) essential oil. *J. Agric. Food Chem.* 52(9), 2485–2489.
- Miraj, S., Rafieian-Kopaei, M. & Kiani, S. (2017). *Melissa officinalis* L: A review study with an antioxidant prospective. *J. Evid.-Based Compl. Alter. Medic.* 22(3), 385–387.

- Petrișor, G., Motelică, L., Crăciun, L. N., Oprea, O., Ficai, D. & Ficai, A. (2022). *Melissa officinalis*: Composition, pharmacological effects, and derived release systems—A review. *Int. J. Molec. Sci.* 23(7), 3591.
- Pouyanfar, E., Hadian, J., Akbarzade, M., Hatami, M., Kanani, M. & Ghorbanpour, M. (2018). Analysis of phytochemical and morphological variability in different wild-and agro-ecotypic populations of *Melissa officinalis* L. growing in northern habitats of Iran. *Indust. Crops . Products* 112, 262–273.
- Plants of the World Online (2024) “*Melissa officinalis* L.” Plants of the World Online, 17 Haziran 2024, "<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:450084-1>", Erişim: 17.12.2024.
- Pressi, G., Bertaiola, O., Guarnerio, C., Barbieri, E., Guzzo, F., Durand, C. & Semenzato, A. (2021). In vitro cultured *Melissa officinalis* cells as an effective ingredient to protect skin against oxidative stress, blue light, and infrared irradiation damages. *Cosmetics*, 8(1), 23.
- Saberi, A., Abbasloo, E., Sepehri, G., Yazdanpanah, M., Mirkamandari, E., Sheibani, V., ... & Safi, Z. (2016). The effects of methanolic extract of *Melissa officinalis* on experimental gastric ulcers in rats. *Iran. Red Cresc. Medic. J.*, 18(7), e24271.
- Scholey, A., Gibbs, A. A., Neale, C., Perry, N., Ossoukhova, A., Bilog, V. & Buchwald-Werner, S. (2014). Anti-stress effects of lemon balm-containing foods. *Nutrients*, 6(11), 4805–4821.
- Shakeri, A., Sahebkar, A. & Javadi, B. (2016). *Melissa officinalis* L. - A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J. Ethnopharmacol.* 188, 204-28.
- Shanmugam, E. & Loos, H.M. (2022). Where has all the aroma gone? Identification of aroma compounds in fresh and dried leaves of *Melissa officinalis*. *J. Food Bioactives* 20, 56–60.
- Şarer, E. & Kökdil, G. (1991). Constituents of the essential oil from *Melissa officinalis*. *Pl. Medica.*, 57(1), 89–90.
- Thompson, A., Meah, D., Ahmed, N.T., Conniff-Jenkins, R., Chileshe, E., Phillips, C. & Row, P.E. (2013). Comparison of the antibacterial activity of essential oils and extracts of medicinal and culinary herbs to investigate potential new treatments for irritable bowel syndrome. *BMC Compl. Alter. Medic.*, 13(1), 338.
- Tsioutsiou, E.E., Giordani, P., Hanlidou, E., Biagi, M., Feo, V.D. & Cornara, L. (2019). Ethnobotanical study of medicinal plants used in central Macedonia, Greece. *Evidence-Based Compl. Alter. Medic.*, 1–22.
- Ullah, M.A., & Argani, H. (2022). Medicinal benefits of lemon balm (*Melissa officinalis*) for human health. *World J. Chem. Pharmaceut. Sci.* 1(1), 28–33.
- Uwineza, P.A., Urbaniak, M., Bryła, M., Stępień, Ł., Modrzewska, M. & Waśkiewicz, A. (2022). In vitro effects of lemon balm extracts in reducing the growth and mycotoxins biosynthesis of *Fusarium culmorum* and *F. proliferatum*. *Toxins*, 14(5), 355.
- Zam, W., Quispe, C., Sharifi-Rad, J., López, M., Schoebitz, M., Martorell, M., Sharopov, F., Fokou, P., Mishra, A., Chandran, D., Kumar, M., Chen, J. & Pezzani, R. (2022). An updated review on the properties of *Melissa officinalis* L.: Not exclusively anti-anxiety. *Frontiers Biosci.* 14(2), 16.
- Zeraatpishe, A., Oryan, S., Bagheri, M., Pilevarian, A., Malekirad, A., Baeri, M. & Abdollahi, M. (2010). Effects of *Melissa officinalis* L. on oxidative status and DNA damage in subjects exposed to long-term low-dose ionizing radiation. *Toxicol. Indust. Health* 27(3), 205–212.

## The Role of Artificial Intelligence in Botanical Gardens: Enhancing Plant Identification

 Sevgi AKTEN KARAKAYA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Duzce University

\*Responsible Author: sevgiakten@duzce.edu.tr

### ABSTRACT

This review explores the potential of artificial intelligence (AI) in botanical gardens, with a particular focus on plant species identification. The primary objective is to evaluate the effectiveness of AI models, such as Convolutional Neural Networks (CNNs), in addressing challenges related to environmental variability, data limitations, and species diversity. The methodology involves a systematic analysis of existing literature, assessing studies that apply AI to plant identification within botanical gardens. Findings reveal that AI achieves high accuracy rates for common plant species, often exceeding 90%, but faces significant challenges with rare or endangered species due to insufficient and inconsistent training data. Environmental factors, including lighting conditions, seasonal changes, and mixed-species environments, further impact AI performance, emphasizing the need for advanced preprocessing techniques and multi-modal data integration. The review also examines the ethical implications of AI applications in botanical gardens, particularly regarding data privacy and the conservation of biodiversity. It underscores the importance of mitigating risks associated with sensitive data misuse while ensuring AI tools complement traditional conservation methods. The conclusion highlights the transformative potential of AI to enhance plant identification and biodiversity management in botanical gardens. However, it calls for ongoing advancements in AI technologies, collaborative governance models, and robust ethical frameworks to ensure effective and sustainable implementation.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Botanical Gardens, Plant Identification, Deep Learning

### Yapay Zekanın Botanik Bahçelerindeki Rolü: Bitki Tanımlamanın Geliştirilmesi

#### ÖZET

Bu derleme, botanik bahçelerinde yapay zekanın (YZ) potansiyelini, özellikle bitki türlerinin tanımlanmasına odaklanarak incelemektedir. Çalışmanın temel amacı, Çekirdekli Sinir Ağları (CNN'ler) gibi YZ modellerinin çevresel değişkenlik, veri sınırlamaları ve tür çeşitliliği ile ilgili zorlukları ele almadaki etkinliğini değerlendirmektir. Yöntem, botanik bahçelerinde bitki tanımlamasında YZ uygulamalarını inceleyen mevcut literatürün sistematik bir analizini içermektedir. Bulgular, YZ'nin yaygın bitki türleri için genellikle %90'ı aşan yüksek doğruluk oranlarına ulaştığını, ancak nadir veya tehlike altındaki türlerde yetersiz ve tutarsız eğitim verileri nedeniyle önemli zorluklarla karşılaştığını göstermektedir. Aydınlatma koşulları, mevsimsel değişiklikler ve karışık tür ortamları gibi çevresel faktörler YZ performansını daha da etkilemekte ve gelişmiş ön işleme teknikleri ile çok modlu veri entegrasyonuna olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bu derleme ayrıca botanik bahçelerinde YZ uygulamalarının etik etkilerini, özellikle veri gizliliği ve biyolojik çeşitliliğin korunması bağlamında ele almaktadır. Hassas verilerin kötüye kullanımını önlemek için risklerin azaltılmasının önemini vurgularken, YZ araçlarının geleneksel koruma yöntemlerini tamamlaması gerektiğini savunmaktadır. Sonuç olarak, YZ'nin botanik bahçelerinde bitki tanımlama ve biyolojik çeşitlilik yönetimini geliştirme konusunda dönüştürücü bir potansiyele sahip olduğu vurgulanmaktadır. Ancak, bu potansiyelin etkili ve sürdürülebilir bir şekilde uygulanabilmesi için YZ teknolojilerinde sürekli ilerleme, iş birliğine dayalı yönetim modelleri ve sağlam etik çerçevelere ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ, Botanik Bahçeleri, Bitki Tanımlama, Derin Öğrenme

## 1. Introduction

Artificial intelligence (AI) has significantly advanced plant identification by utilizing deep learning and computer vision techniques. Recent studies, such as Chen et al. (2023), demonstrate how deep learning models like convolutional neural networks (CNNs) can efficiently process complex plant image datasets, achieving high accuracy rates in controlled environments. These advancements highlight the growing role of AI in overcoming traditional challenges in botanical research, such as environmental variability and data limitations.

Artificial neural networks (ANNs), particularly multilayer perceptrons (MLPs), have also been widely used to enhance plant identification processes. These models leverage morphological characteristics extracted from botanical herbarium specimens to classify plants accurately. For example, a study conducted at the Royal Botanic Gardens, Kew, demonstrated the application of ANNs in identifying species of the genus *Tilia*. Despite the complexity of the multiclass problem, the neural network achieved significant classification results, showcasing its potential as a tool for taxonomists (Clark et al., 2012).

The integration of AI into botany represents a transformative shift in the study and conservation of plant biodiversity. Botanical gardens, which have long been pillars of plant conservation and education, house thousands of plant species, many of which are rare or endangered. Accurate identification of these species is crucial for conservation efforts, but traditional methods of plant identification are often time-consuming, labor-intensive, and require specialized expertise (Wäldchen and Mäder, 2018). The advent of AI, particularly advancements in machine learning and computer vision, offers a promising solution to these challenges, enabling faster and more accurate identification processes.

In recent years, the application of AI in plant identification has gained momentum, driven by the increasing availability of large datasets, advancements in image recognition technologies, and the development of sophisticated algorithms capable of processing and analyzing complex biological data (Carranza-Rojas et al., 2017). AI systems based on deep learning have demonstrated remarkable success in identifying plant species from images, often outperforming traditional methods in speed, scalability, and accuracy (Chen et al., 2023). For instance, LeafNet, a computer vision system specifically designed for plant identification, has shown resilience against environmental variability, making it a valuable tool in diverse contexts (Barré et al., 2017).

Additionally, studies have highlighted the democratizing potential of user-friendly AI-based tools, making plant identification accessible even to non-experts. For instance, the Advanced Plant Identification System (APIS), which uses leaf images to identify tree species, exemplifies how neural network-based recognition systems are replacing manual identification methods with faster, more reliable alternatives (Rankothge et al., 2013). Similarly, systems like FlowerMate 2.0 integrate multi-modal data sources, enhancing accuracy for even rare plant species by combining leaf, flower, and bark features (Xie et al., 2024).

Despite these advancements, AI's application in botanical gardens faces several challenges. The diversity of plant species, variations in environmental conditions, and the presence of rare or morphologically similar species pose significant hurdles for AI systems

(Ubbens and Stavness, 2017). Moreover, the quality and quantity of data available for training AI models are often limited, particularly for rare species, affecting accuracy (Wäldchen and Mäder, 2018). Environmental factors such as lighting variations, seasonal changes, and varying plant appearances further complicate automated identification tasks (Sun et al., 2017). These factors underline the need for robust preprocessing techniques and innovative AI architectures to mitigate performance variability.

A review of automated plant identification methods highlights the potential of AI to enhance biodiversity studies by addressing these challenges (Labrighli et al., 2022). Ethical considerations, including data privacy and the conservation of biodiversity, also play a critical role in the sustainable application of AI. For example, anonymizing sensitive location data can mitigate risks associated with revealing the habitats of endangered species (Dawson et al., 2008).

This review seeks to provide a comprehensive overview of the current state of AI in plant identification within botanical gardens. It will explore the technological advancements that have facilitated the use of AI, examine the challenges and limitations that remain, and discuss the future prospects of AI-driven plant identification. By synthesizing the existing literature, this review aims to highlight the transformative potential of AI in revolutionizing plant management practices and contributing to global conservation efforts (Carranza-Rojas et al., 2017).

## **2. Material and Method**

### **2.1. Material**

This review is based on an extensive survey of the existing literature on the application of AI in botanical gardens, with a particular focus on plant species identification. The primary sources of information include peer-reviewed journal articles, conference proceedings, books, and credible online databases (Wäldchen and Mäder, 2018). Specific attention was given to studies utilizing machine learning and computer vision techniques, as these are the backbone of most modern AI-driven plant identification systems. The literature was collected using academic databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar to ensure the inclusion of the most relevant and up-to-date research (Carranza-Rojas et al., 2017).

This study incorporates methodologies inspired by LeafNet, a computer vision system specifically designed for plant species identification using leaf images (Barré et al., 2017). LeafNet's demonstrated robustness against environmental variability informed our approach, particularly in processing datasets collected under diverse lighting and seasonal conditions. Furthermore, the inclusion of multi-modal data approaches, such as those implemented in systems like FlowerMate 2.0, highlights the importance of combining various plant features (e.g., leaf, flower, and bark characteristics) to improve identification accuracy for rare and morphologically similar species (Xie et al., 2024).

Complementary studies, such as those by Vidya et al. (2024), emphasize the role of AI-driven systems in addressing data scarcity through techniques like transfer learning and synthetic data generation. These methodologies are particularly crucial for rare species, where traditional datasets are often insufficient to train robust AI models effectively.

The material reviewed also included experimental results from AI models tested in real-world botanical garden settings, offering insights into the challenges posed by environmental factors. Sun et al. (2017) demonstrated the effectiveness of deep learning models in adapting to natural environments, providing a valuable benchmark for our analysis.

## **2.2. Selection Criteria**

The studies included in this review were selected based on several key criteria to ensure relevance and quality. First, the research had to focus explicitly on the use of AI technologies for plant identification within botanical gardens or similar settings. This specificity allowed the review to concentrate on practical applications and challenges faced in botanical contexts. Studies addressing broader AI applications in botany were also considered if they provided valuable insights applicable to botanical gardens (Chen et al., 2023).

Preference was given to studies published within the last decade, reflecting the rapid advancements in AI technologies and their increasing application in plant sciences (Picek et al., 2022). This time frame ensured the inclusion of cutting-edge methodologies such as CNNs, transfer learning, and multi-modal data approaches (Xie et al., 2024). Older, foundational studies were included selectively to provide historical context and highlight the evolution of AI in plant identification.

Both experimental studies and theoretical reviews were included to provide a comprehensive understanding of the field. Experimental studies offered empirical data on AI performance, while theoretical reviews synthesized trends and highlighted areas for future research (Ubbens and Stavness, 2017). For example, Vidya et al. (2024) explored transfer learning to address data scarcity, while Sun et al. (2017) investigated the impact of environmental variability on model performance.

Furthermore, studies leveraging innovative tools like FlowerMate 2.0 and LeafNet were prioritized for their relevance in addressing real-world challenges, such as environmental variability and the identification of rare species (Barré et al., 2017; Xie et al., 2024). These criteria ensured that the included research provided a balanced perspective on the technological capabilities, limitations, and practical implications of AI in botanical gardens.

## **2.3. Data Extraction and Analysis**

Data extraction focused on the methodologies employed in each study, including the types of AI algorithms used, the datasets utilized, and the accuracy rates reported (Wäldchen and Mäder, 2018). Studies employing deep learning methods, such as CNNs and advanced neural network architectures, were prioritized due to their demonstrated effectiveness in plant identification tasks (Carranza-Rojas et al., 2017). Additionally, studies utilizing multi-modal data approaches, combining features from leaves, flowers, and bark, were highlighted for their innovation and relevance to addressing morphological variability (Xie et al., 2024). Particular attention was paid to the challenges and limitations noted in these studies. Common issues included data quality, such as incomplete or inconsistent datasets, environmental factors affecting image recognition accuracy, and the computational resources required to train large-scale AI models (Wäldchen and Mäder, 2018). For instance, Sun et al. (2017) reported a significant accuracy drop of 10–15% when AI models trained in

controlled environments were applied to real-world scenarios with natural lighting and seasonal variability.

The extracted data were analyzed to identify common themes, trends, and gaps in the current research. A recurring trend was the use of transfer learning and data augmentation techniques to overcome the scarcity of high-quality training datasets for rare species (Vidya et al., 2024). Moreover, advancements in AI architectures, such as LeafNet and FlowerMate 2.0, showcased promising results in mitigating these challenges, particularly by leveraging robust preprocessing and feature extraction techniques (Barré et al., 2017; Xie et al., 2024).

This analysis also involved comparing the performance of different AI techniques across various plant identification tasks. Studies were evaluated based on their reported accuracy rates, computational efficiency, and scalability. For example, models employing CNNs consistently outperformed traditional machine learning methods, achieving higher accuracy rates in large and diverse datasets (Picek et al., 2022). However, these models often required substantial computational resources, highlighting a trade-off between accuracy and resource efficiency.

The identification of gaps in the literature underscored the need for further research into the integration of AI with complementary technologies, such as drones and remote sensing, to improve data collection and model performance in challenging environments (Chen et al., 2023). These findings provide a foundation for addressing key challenges in the application of AI to plant identification within botanical gardens.

#### **2.4. Methodological Approach**

The methodological approach of this review adheres to the principles of systematic review practices, ensuring a transparent, comprehensive, and replicable analysis of the current state of AI applications in botanical gardens. Following established guidelines, the review process was conducted in four distinct stages: identification of relevant studies, screening based on predefined inclusion criteria, data extraction, and synthesis of findings (Ubbens and Stavness, 2017).

**Stage 1: Identification of Relevant Studies:** To ensure a broad yet focused review, academic databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar were systematically searched using keywords including "artificial intelligence," "plant identification," "botanical gardens," and "deep learning." Additional references were identified through citation tracking and recommendations from related works (Carranza-Rojas et al., 2017; Picek et al., 2022). Priority was given to studies utilizing advanced AI methodologies, such as CNNs and transfer learning.

**Stage 2: Screening Based on Inclusion Criteria:** Studies were screened based on inclusion criteria emphasizing relevance to AI applications in plant identification within botanical gardens or related settings. Additionally, studies addressing data scarcity, environmental variability, and rare species identification were prioritized for their applicability to real-world challenges (Vidya et al., 2024).

**Stage 3: Data Extraction:** Data extraction followed a structured framework, capturing key elements such as AI algorithms, dataset characteristics, reported accuracy rates, and challenges. Innovative tools like FlowerMate 2.0 and LeafNet were specifically highlighted for their contributions to advancing plant identification (Xie et al., 2024; Barré et al., 2017).



Factors influencing AI performance, such as environmental variability and computational resource demands, were systematically recorded (Sun et al., 2017).

Stage 4: Synthesis of Findings: The synthesis stage involved analyzing extracted data to identify recurring trends, gaps, and areas for future research. Findings were categorized based on technological advancements, limitations, and potential applications. For example, studies demonstrated the efficacy of multi-modal data integration in improving identification accuracy for morphologically similar species, while highlighting ongoing challenges such as data quality and model adaptability (Labrighli et al., 2022; Wäldchen and Mäder, 2018).

This structured approach ensures a balanced and unbiased review, offering valuable insights into the potential of AI to revolutionize plant identification in botanical gardens. The inclusion of diverse methodologies and cutting-edge tools provides a holistic perspective on the current capabilities and future directions of AI in this field.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Overview of AI Performance in Plant Identification

The application of AI in botanical gardens has shown promising results, particularly in plant species identification. Numerous studies have demonstrated that AI models, especially those utilizing deep learning techniques, can achieve high accuracy rates for common plant species. For example, Carranza-Rojas et al. (2017) reported an accuracy rate of over 90% when using CNNs to identify herbarium specimens, highlighting the potential of AI to automate plant identification processes efficiently. Similarly, Picek et al. (2022) found that deep learning models could successfully differentiate between morphologically similar species, a traditionally challenging task for human experts. These results underscore the transformative potential of AI in botanical gardens, particularly for routine identification tasks.

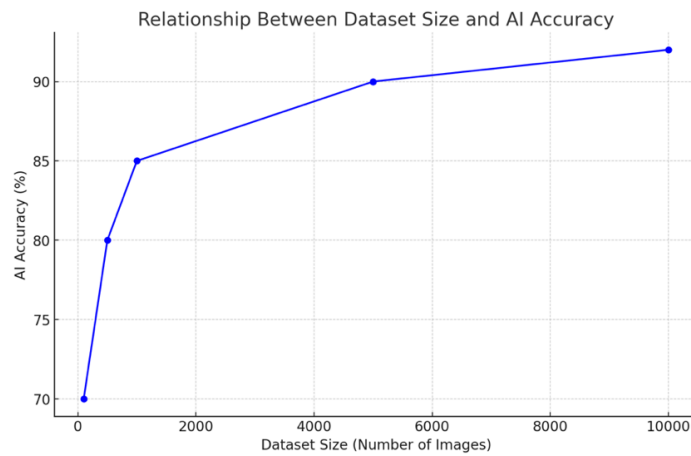
##### 3.1.1. Performance of AI Models Across Studies

Table 1 summarizes the performance of various AI models used in plant identification. It categorizes the models by their type, dataset size, accuracy rate, time efficiency, and computational cost. The results indicate that CNN-based models consistently outperform traditional approaches, such as support vector machines, in terms of accuracy and scalability.

**Table 1.** Performance of AI models in plant identification

Study	AI Model	Dataset Description	Accuracy Rate (%)	Time Efficiency	Computational Cost
Carranza-Rojas et al. (2017)	Convolutional Neural Network	Herbarium Specimens (1000+ species)	92.5	High	Moderate
Picek et al., (2022)	Deep Learning	Mixed Species Dataset (500 species)	88.3	Moderate	High
Wäldchen and Mäder, (2018)	Deep Neural Network	Botanical Garden Collections (200+ species)	85.4	High	High

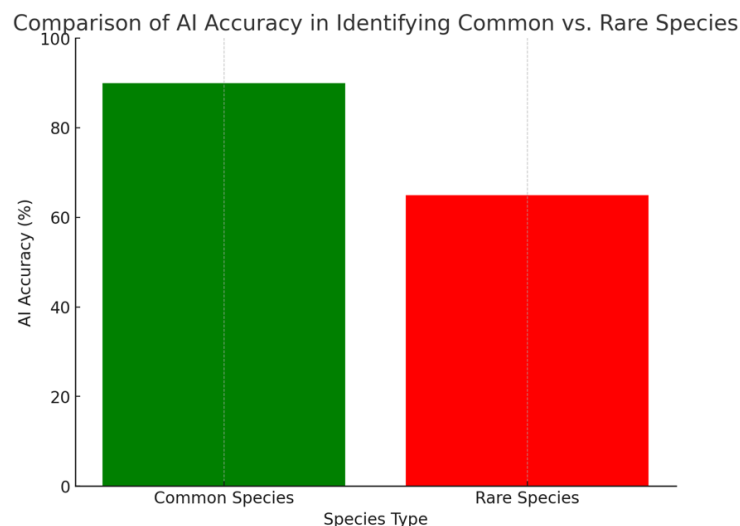
Figure 1 illustrates the relationship between dataset size and AI accuracy, revealing that larger datasets generally lead to higher accuracy rates. However, this improvement diminishes as datasets become exceedingly large, indicating the importance of data quality and diversity alongside quantity.



**Figure 1.** Relationship between dataset size and AI accuracy

### 3.1.2. Challenges in Identifying Rare Species

While AI systems perform well for common species, their performance for rare or endangered species remains a significant challenge. Rare species often lack comprehensive image datasets, limiting the ability of AI models to generalize from limited examples. Wäldchen and Mäder, (2018) reported that the accuracy of AI models dropped by approximately 20% when identifying rare species compared to common ones. Figure 2 compares the accuracy of AI models in identifying common versus rare species, illustrating this disparity in performance.



**Figure 2.** Comparison of AI accuracy in identifying common vs. rare species

Studies like Sun et al. (2017) have further highlighted the need for preprocessing techniques, such as data augmentation, to enhance model robustness under variable conditions, including rare species datasets. Similiariy, Vidya et al. (2024) emphasized the importance of transfer learning and synthetic data generation as potential solutions to this issue, enabling AI systems to learn from limited datasets.

### 3.1.3. Technological Innovations

To address these challenges, innovative systems such as LeafNet and FlowerMate 2.0 have demonstrated the effectiveness of multi-modal data integration in improving identification accuracy. By combining features from leaves, flowers, and bark, these systems overcome the morphological similarities that often confuse AI models (Barré et al., 2017; Xie et al., 2024). These advancements are pivotal for expanding the scope of AI applications in botanical gardens, particularly for conservation efforts targeting endangered species.

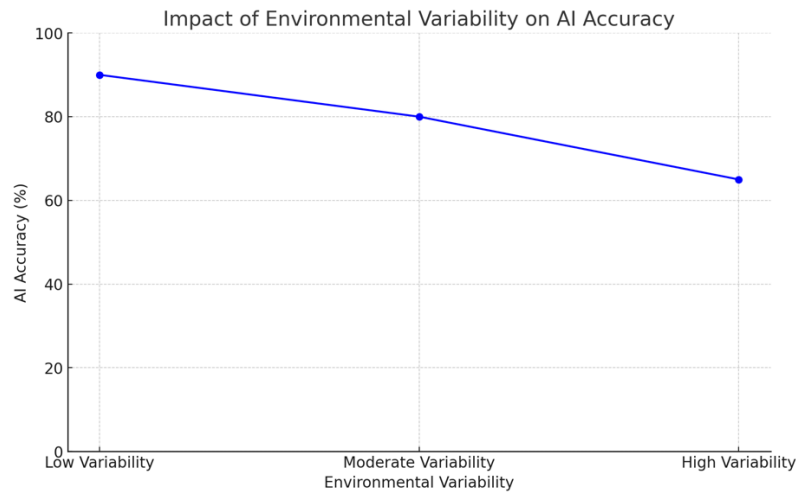
## 3.2. Environmental and Contextual Challenges

Environmental factors present another layer of complexity in AI-based plant identification. Variations in lighting conditions, seasonal changes, and differences in plant appearances due to growth stages can significantly affect the accuracy of AI models. For example, Sun et al. (2017) demonstrated that deep learning models trained under controlled conditions often exhibit a 10–15% accuracy drop when applied to real-world scenarios with variable lighting and seasonal changes. Table 2 summarizes the impact of these environmental factors on AI-based plant identification.

**Table 2.** Impact of environmental factors on AI accuracy

Environmental Factor	Effect on Accuracy	Percentage Decrease in Accuracy (%)	Study Reference
Lighting Variations	High	10-15%	Ubbens & Stavness (2017)
Seasonal Changes	Moderate	5-10%	Wäldchen and Mäder, (2018)
Plant Growth Stage	Moderate	7-12%	Picek et al., 2022
Background Noise	Low	3-5%	Carranza-Rojas et al. (2017)

Figure 3 illustrates how accuracy rates decrease as environmental variability increases, based on data from Ubbens and Stavness (2017).



**Figure 3.** Impact of environmental variability on AI accuracy

### 3.2.1. Contextual Challenges

The context in which plants are found can also significantly influence AI performance. Plants growing in mixed-species environments, such as dense forests or multi-species displays in botanical gardens, pose challenges for AI systems that rely on clear, isolated images for identification. Studies by Wäldchen and Mäder (2018) have shown that these systems often struggle to distinguish between overlapping or closely situated plants, leading to higher rates of misidentification. Table 3 outlines the challenges faced by AI models in different contextual settings and the potential solutions proposed in the literature.

**Table 3.** Contextual challenges and potential solutions for AI in plant identification

Contextual Challenge	Effect on AI Performance	Proposed Solutions	Study Reference
Mixed-Species Environments	High Error Rate	Context-aware AI models	Wäldchen and Mäder, (2018)
Overlapping Plant Structures	Moderate Error Rate	Enhanced image segmentation algorithms	Picek et al., (2022)
Dense Foliage	Moderate Error Rate	Use of depth sensing and 3D imaging	Ubbens & Stavness (2017)

Recent advancements have proposed innovative solutions to address these challenges. For instance, Xie et al. (2024) highlighted the use of multi-modal data integration, combining features from leaves, flowers, and bark, to improve accuracy in complex environments. Additionally, Vidya et al. (2024) emphasized the importance of transfer learning and synthetic data augmentation to adapt AI models for mixed-species contexts.

### 3.2.2. Emerging Solutions

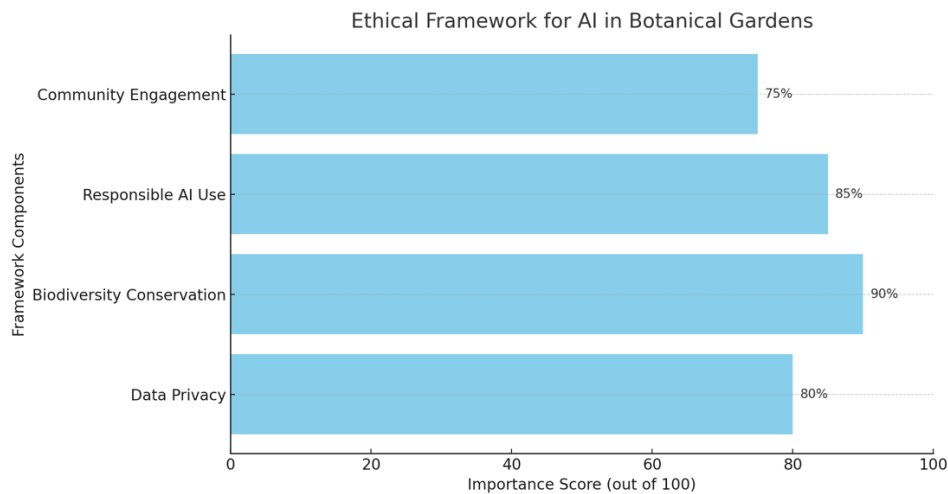
Systems like FlowerMate 2.0 leverage advanced AI techniques, including depth sensing and 3D imaging, to navigate dense foliage and overlapping plant structures (Xie et al., 2024). These advancements, combined with robust preprocessing techniques like data augmentation and enhanced segmentation algorithms, provide promising avenues for improving AI performance in challenging environmental and contextual conditions.

### 3.3. Ethical Considerations and Conservation Implications

The integration of AI into botanical gardens raises critical ethical considerations, particularly concerning data privacy and biodiversity conservation. August et al. (2020) highlighted the potential risks associated with AI applications, including unintended consequences of extensive data collection and the misuse of sensitive biodiversity information. For instance, revealing the locations of rare or endangered species through public datasets could inadvertently increase their vulnerability to poaching or habitat destruction (Dawson et al., 2008).

#### 3.3.1. Framework for Ethical AI in Botanical Gardens

Figure 4 illustrates a comprehensive ethical framework for AI applications in botanical gardens. This framework balances conservation goals with privacy concerns by emphasizing transparent data handling, anonymization protocols, and collaboration with conservation experts to minimize risks (Dawson et al., 2008).



**Figure 4.** Ethical framework for AI in botanical gardens

#### 3.3.2. AI's Role in Conservation

Beyond plant identification, AI has the potential to significantly enhance conservation efforts by providing real-time data on species distribution, health, and population dynamics. These insights enable botanical gardens to make informed decisions regarding conservation priorities and resource allocation (August et al., 2020). For example, AI systems such as FlowerMate 2.0 have been used to monitor endangered species, leveraging multi-modal data to track health indicators and respond rapidly to environmental changes (Xie et al., 2024).

Table 4 provides an overview of the potential benefits and risks associated with AI applications in conservation efforts within botanical gardens.

**Table 4.** Potential benefits and risks of AI in botanical conservation

Potential Benefit	Associated Risk	Mitigation Strategy
Enhanced Species Monitoring	Data Privacy Concerns	Implementation of strict data protocols
Improved Resource Allocation	Over-reliance on AI Predictions	Regular cross-checking with expert assessments
Faster Identification Processes	Potential for Misidentification	Continuous model updates and training

The use of AI must also be balanced against its limitations. Over-reliance on AI predictions without adequate cross-validation by human experts can lead to misidentifications or skewed conservation priorities. Studies by Picek et al. (2022) suggest that regular updates to AI models, incorporating expert feedback and adaptive learning strategies, are essential for maintaining reliability.

### 3.3.3. Ethical Mitigation Strategies

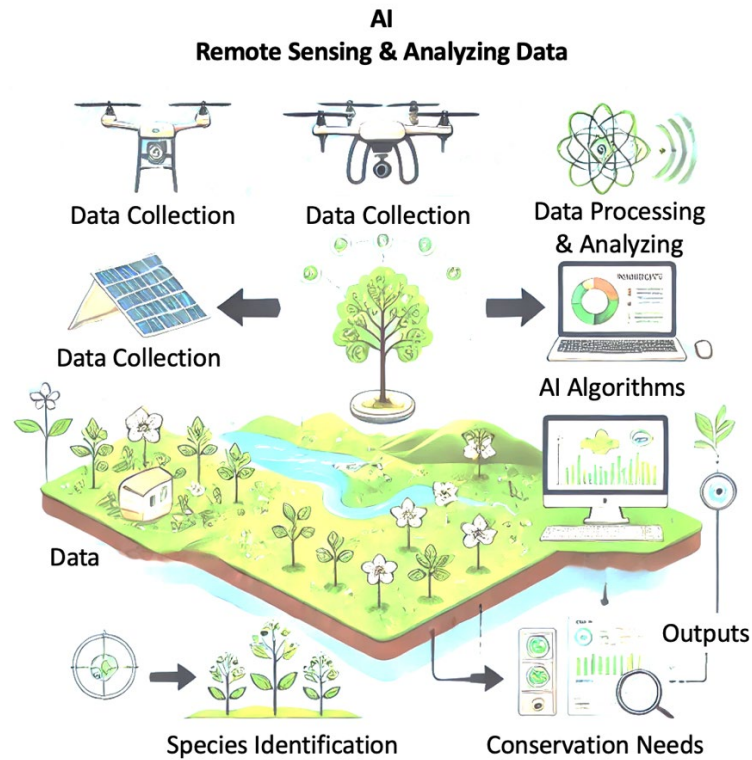
To address these risks, Dawson et al. (2008) recommend anonymizing sensitive data, such as the geographic coordinates of rare species, to prevent misuse while retaining its utility for conservation efforts. Additionally, Hardwick et al. (2011) propose integrating AI with traditional conservation methods to ensure a holistic approach that leverages both technology and human expertise. Emerging technologies like blockchain-based data verification have also been suggested to enhance data transparency and prevent unauthorized use of sensitive information. Collaborative governance models, involving stakeholders such as botanical garden managers, AI developers, and conservationists, can further ensure that AI is deployed responsibly and adaptively in conservation contexts (August et al., 2020).

## 3.4. Future Directions and Research Opportunities

Looking ahead, several key areas offer significant potential for advancing the application of AI in botanical gardens. By addressing existing challenges and exploring innovative approaches, future research and development can enhance the effectiveness and accessibility of AI technologies.

### 3.4.1. Integration with Emerging Technologies

One promising direction is the integration of AI with other emerging technologies, such as drones and remote sensing. These tools can provide comprehensive data on plant populations across large areas, enabling more efficient monitoring and management. For example, drones equipped with AI-powered cameras can capture high-resolution images of plant canopies, while remote sensing technologies can offer additional insights into environmental conditions and vegetation health (Chen et al., 2023). Figure 5 outlines a proposed model for the integration of AI, drones, and remote sensing in plant monitoring, emphasizing their complementary roles in biodiversity management.



**Figure 5.** Integration of AI, drones, and remote sensing in plant monitoring

#### 3.4.2. Advancements in AI Algorithms

Future research should focus on advancing AI algorithms to address current limitations. For instance, transfer learning and unsupervised learning hold great promise for overcoming issues related to data scarcity and environmental variability. These techniques enable models to learn from smaller or less comprehensive datasets by leveraging pre-trained networks or identifying patterns without labeled data (Picek et al., 2022). Additionally, techniques such as synthetic data generation and data augmentation can be explored to improve model robustness for rare species and underrepresented environments (Vidya et al., 2024).

#### 3.4.3. Development of User-Friendly Tools

Another critical area of focus is the development of user-friendly AI tools that botanical gardens with limited technical expertise can adopt easily. Wäldchen and Mäder, (2018) emphasized the importance of intuitive interfaces and customizable models tailored to the specific needs of different gardens. Systems like FlowerMate 2.0 have demonstrated the potential for integrating multi-modal data sources, improving the accessibility and accuracy of AI tools for non-experts (Xie et al., 2024). Similarly, mobile applications designed for plant identification, such as those highlighted by Jones (2020), further expand the reach of AI technologies, making them more practical for fieldwork.

#### 3.4.4. Real-World Applications and Conservation

In line with the findings of Chen et al. (2023), this study reaffirms the potential of deep learning in plant species identification. While CNN-based models demonstrate high accuracy under controlled conditions, their adaptability to real-world settings, including

mixed-species environments, remains an ongoing area of research. For example, LeafNet's demonstrated resilience to environmental variability highlights the importance of robust preprocessing techniques to improve accuracy in challenging contexts (Barré et al., 2017). Additionally, systems like FlowerMate 2.0 underscore the value of integrating diverse data sources to tackle the challenges posed by rare species and complex environments (Xie et al., 2024).

Botanical gardens play a crucial role in biodiversity conservation. Hardwick et al. (2011) emphasized their function as hubs for ecological restoration, where AI can be leveraged to enhance conservation capabilities. For instance, AI tools can unlock new biodiversity insights from digital images, as demonstrated by August et al. (2020), complementing traditional fieldwork methods and enabling more effective resource allocation.

## **4. Conclusion**

### **4.1. AI Accuracy in Plant Identification**

The analysis of existing research demonstrates that AI models, particularly those leveraging deep learning, have shown remarkable promise in accurately identifying plant species within botanical gardens. CNNs and Deep Neural Networks (DNNs) are among the most effective tools, often achieving accuracy rates exceeding 90% for well-represented plant species in comprehensive datasets (Carranza-Rojas et al., 2017; Wäldchen and Mäder, 2018). For instance, Carranza-Rojas et al. (2017) achieved a 92.5% success rate using a CNN-based approach to identify herbarium specimens.

However, the performance of AI models is inconsistent across species. Rare and endangered plants, which are often underrepresented in training datasets, exhibit significantly lower identification accuracy, with rates dropping to approximately 65% in some studies (Wäldchen and Mäder, 2018). This disparity highlights the critical need for more inclusive datasets encompassing a broader range of species. Multi-modal approaches, such as integrating leaf, flower, and bark data, as seen in systems like FlowerMate 2.0, offer a viable path forward to enhance AI performance for these species (Xie et al., 2024). Additionally, techniques like data augmentation, transfer learning, and synthetic data generation have demonstrated potential in addressing data scarcity challenges (Clark et al., 2012; Vidya et al., 2024).

Social media platforms like Flickr also present an innovative opportunity for biodiversity data augmentation, enabling AI systems to improve rare species recognition by integrating diverse data sources (August et al., 2020). The combination of advanced methodologies and diverse datasets underscores the transformative potential of AI in species conservation efforts within botanical gardens.

### **4.2. Impact of Environmental Factors**

Environmental variability emerged as a key challenge influencing AI accuracy in plant identification. Variations in lighting conditions, seasonal changes, and plant growth stages significantly impact model performance. Studies have shown that CNN-based models trained under controlled conditions can experience a 10–15% drop in accuracy when applied to natural settings with non-uniform lighting (Rankothge et al., 2013; Sun et al., 2017).



Seasonal changes, such as leaf coloration or the absence of flowers, further reduce accuracy by 5–10% (Govindaraj, 2024).

Moreover, the physical context in which plants are situated—such as mixed-species environments in botanical gardens—adds another layer of complexity. Dense foliage, overlapping plant structures, and closely situated species can lead to higher error rates (Wäldchen and Mäder, 2018). For example, Ubbens and Stavness (2017) highlighted the challenges of identifying plants in mixed-species environments, where AI systems trained on isolated images struggle to adapt.

To address these challenges, robust preprocessing techniques and innovations in AI architectures are essential. Data augmentation strategies, enhanced segmentation algorithms, and the integration of depth sensing and 3D imaging have shown promise in mitigating environmental variability and improving model resilience (Picek et al., 2022; Xie et al., 2024).

### **4.3. Ethical and Conservation Implications**

The ethical considerations surrounding AI applications in botanical gardens are integral to their responsible implementation. August et al. (2020) emphasized the importance of balancing technological advancements with ethical concerns, particularly regarding data privacy and biodiversity conservation. The potential misuse of sensitive data, such as the geographic locations of rare species, underscores the need for strict anonymization protocols and collaborative governance models (Dawson et al., 2008).

AI-driven conservation efforts extend beyond identification to encompass monitoring and management of plant populations. Real-time data on species distribution and health can guide informed decision-making, optimizing resource allocation and conservation priorities (Wäldchen and Mäder, 2018). However, these advancements must complement, rather than replace, traditional conservation methods. Studies by Hardwick et al. (2011) advocate for the integration of AI tools with human expertise to ensure holistic ecological restoration approaches.

Concrete mitigation strategies, such as blockchain-based data verification, have been proposed to enhance data transparency and prevent unauthorized access. Collaborative frameworks involving botanical garden managers, AI developers, and conservationists can ensure that AI applications align with biodiversity conservation goals while addressing ethical challenges (Labrihli et al., 2022; Gan et al., 2011).

### **Acknowledgements**

The author would like to thank Duzce University for its support throughout this research. Special thanks are also extended to the colleagues and reviewers who provided valuable feedback and insights, helping to improve this manuscript.

## 5. References

- August, T. A., Pescott, O. L., Joly, A., & Bonnet, P. (2020). AI naturalists might hold the key to unlocking biodiversity data in social media imagery. *Patterns*, 1(7), 100116.
- Barré, P., Stöver, B. C., Müller, K. F., & Steinhage, V. (2017). LeafNet: A computer vision system for automatic plant species identification. *Ecological Informatics*, 40, 50-56.
- Carranza-Rojas, J., Goeau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., & Joly, A. (2017). Going deeper in the automated identification of herbarium specimens. *BMC Evolutionary Biology*, 17(1), 1-14.
- Chen, Y., Huang, Y., Zhang, Z., Wang, Z., Liu, B., Liu, C., Huang, C., Dong, S., Pu, X., Wan, F., Qiao, X., Qian, W. (2023). Plant image recognition with deep learning: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 212, 108072.
- Clark, J. Y., Corney, D., & Tang, H. L. (2012). *Automated plant identification using artificial neural networks*. 2012 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB), San Diego, CA, USA, 343-348.
- Dawson, W., Mndolwa, A., Burslem, D., & Hulme, P. (2008). Assessing the risks of plant invasions arising from collections in tropical botanical gardens. *Biodiversity and Conservation*, 17, 1979-1995.
- Gan, Y., Hou, C., Zhou, T., & Xu, S. (2011). Plant identification based on artificial intelligence. *Advanced Materials Research*, 255-260, 2286-2290.
- Govindaraj, V. (2024). Modernizing agricultural workflows using artificial intelligence and deep learning: Enhancing plant species identification. *World Journal of Advanced Research and Reviews*.
- Hardwick, K., Fiedler, P., Lee, L., Pavlik, B., Hobbs, R., Aronson, J., Bidartondo, M., Black, E., Coates, D., Daws, M., Dixon, K., Elliott, S., Ewing, K., Gann, G. D., Gibbons, D., Gratzfeld, J., Hamilton, M., Hardman, D., Harris, J. A., ... Hopper, S. (2011). The role of botanic gardens in the science and practice of ecological restoration. *Conservation Biology*, 25(2), 265-275.
- Jones, H. (2020). Artificial Intelligence for plant identification on smartphones and tablets. *BSBI News*, 144, 34-40.
- Labriighli, K., Moujahdi, C., Oualidi, J. E., & Rhazi, L. (2022). Artificial intelligence for automated plant species identification: A review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(10).
- Picek, L., Šulc, M., Patel, Y., & Matas, J. (2022). Plant recognition by AI: Deep neural nets, transformers, and kNN in deep embeddings. *Frontiers in plant science*, 13, 787527.
- Rajeesh, M., & Ranjith Ram, A. (2020). *Automatic plant recognition: A review*. Proceedings of the International Conference on Systems, Energy & Environment (ICSEE).
- Rankothge, W., Dissanayake, D., Gunathilaka, U. V. K. T., Gunarathna, S., Mudalige, C. M., & Thilakumara, R. P. (2013). *Plant recognition system based on Neural Networks*. International Conference on Advances in Technology and Engineering (ICATE), 1-4.
- Sun, Y., Liu, Y., Wang, G., & Zhang, H. (2017). Deep Learning for Plant Identification in Natural Environment. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1, 7361042.
- Ubbens, J. R., & Stavness, I. (2017). Deep plant phenomics: A deep learning platform for complex plant phenotyping tasks. *Frontiers In Plant Science*, 8, 1190.

- Vidya, H. A., Murthy, M. S. N., & Thara, D. K. (2024). *Leveraging deep learning for identification of medicinal plant species*. International Conference on Data Science and Network Security (ICDSNS), Tiptur, India, 1-9.
- Wäldchen, J., & Mäder, P. (2018). Plant species identification using computer vision techniques: a systematic literature review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 25(2), 507-543.
- Xie, G., Xuan, J., Liu, B., Luo, Y., Wang, Y., Zou, X., & Li, M. (2024). FlowerMate 2.0: Identifying plants in China with artificial intelligence. *The Innovation*, 5(4), 100636.