



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



**KAYSERİ İLİNDE YETİŞEN *Salvia candidissima*
Vahl. subsp. *candidissima* ADAÇAYI
EKSTRAKTININ FİTOKİMYASAL
BİLEŞENLERİ, ANTİOKSİDANT VE
ANTİFUNGAL AKTİVİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

FATMA KISA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2026



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



**KAYSERİ İLİNDE YETİŞEN *Salvia candidissima*
Vahl. subsp. *candidissima* ADAÇAYI
EKSTRAKTININ FİTOKİMYASAL
BİLEŞENLERİ, ANTİOKSİDANT VE
ANTİFUNGAL AKTİVİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

FATMA KISA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ YUSUF BAYAR

KIRŞEHİR

2026

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

24 / 06 /2026

Öğrenci

Fatma KISA

İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	I
TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Bitkisel Üretimde Biyotik Stres Faktörlerine Karşı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı	2
1.2. Problem Durumu	4
1.3. Tezin Amacı	5
1.4. Tezin Önemi	6
1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları	7
1.6. Varsayımlar	8
1.7. Araştırma Problemleri	8
1.8. Araştırmanın Hipotezi	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
2.1. Bazı <i>Salvia</i> Türlerinin Fitokimyasal İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri.....	11
2.2. Bazı <i>Salvia</i> Türlerinin Patojen Funguslara Karşı Biyolojik Aktiviteleri.....	13
2.3. <i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>candidissima</i> Taksonunun Fitokimyasal ve Biyolojik Özellikleri	15
3. MATERYAL VE METOT	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Bitki Materyali	19
3.1.2. Denemede Kullanılan Bitki Patojenleri	20
3.1.3. Reaktifler ve Çözeltiler	21
3.2. Metot.....	21
3.2.1. Bitki Ekstraksiyonu İşlemleri	22
3.2.2. LC-ESI-MS/MS Tabanlı Fitokimyasal Kantifikasyon	23

3.2.3. DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi.....	24
3.2.4. Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) Analizi	24
3.2.5. Antifungal Potansiyelin <i>İn Vitro</i> Koşullarda Değerlendirilmesi	25
3.2.6. İstatistiksel Analiz	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. LC-ESI-MS/MS ile Fenolik Bileşik Analiz Sonuçları	29
4.2. DPPH Radikal Süpürücü Aktivitesi	31
4.3. Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP)	32
4.4. Antifungal Aktivite.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
6. KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ	51

TEŞEKKÜR

Bilimsel bir yolculuğun en büyük şansı, doğru bir rehberle yola çıkmaktır. Yüksek lisans serüvenim boyunca sadece akademik birikimiyle değil; kriz anlarındaki sükuneti, vizyoner bakış açısı ve tükenmeyen sabrıyla bana her daim güven veren ve bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini bizzat yaşatarak öğreten kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR'a yürekten teşekkür ederim.

Lisans sıralarında başlayan dostluğumuzu bu emek yoğun sürecin her anında omuz omuza bir dayanışmayla sürdüren, motivasyonumun düştüğü anlarda inancı ve enerjisiyle beni yeniden ayağa kaldıran değerli meslektaşım ve yol arkadaşım Ziraat Mühendisi Kübra CENGİZ'e sonsuz teşekkürler.

Son olarak, bu çalışmayı yalnızca değerlendiren bir kurul olmanın çok ötesine geçerek birer mentor titizliğiyle inceleyen sayın jüri üyelerim Doç. Dr. Melih YILAR ve Doç. Dr. Samed ŞİMŞEK'e içtenlikle teşekkür ederim.

Haziran, 2026

Fatma KISA

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAYSERİ İLİNDE YETİŞEN *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* ADAÇAYI EKSTRAKTININ FİTOKİMYASAL BİLEŞENLERİ, ANTİOKSİDANT VE ANTİFUNGAL AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Fatma KISA

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR
Yıl: 2026 Sayfa: 51
Jüri: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR
Doç. Dr. Melih YILAR
Doç. Dr. Samed ŞİMŞEK

Bu çalışmada, Kayseri ilinde doğal yayılış gösteren *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* (Lamiaceae) türünün toprak üstü kısımlarından elde edilen metanol ekstraktının fitokimyasal profili ile antioksidan ve antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. Ekstraktın fenolik bileşenleri LC-ESI-MS/MS yöntemiyle kantitatif olarak analiz edilmiş; antioksidan kapasitesi DPPH serbest radikal süpürme ve ferrik indirgeme antioksidan gücü (FRAP) testleri ile değerlendirilmiştir. Antifungal aktivite ise *Monilinia fructigena*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Verticillium dahliae*'ye karşı *in vitro* koşullarda belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, taranan 29 referans standart arasından 11 fenolik bileşik tespit edilmiş ve luteolin-7-glukozit ($1578,279 \mu\text{g g}^{-1}$), rosmarinik asit ($776,977 \mu\text{g g}^{-1}$), apigenin ($118,250 \mu\text{g g}^{-1}$) ile luteolin ($41,267 \mu\text{g g}^{-1}$) başlıca bileşikler olarak belirlenmiştir. Ekstraktın DPPH testine göre IC_{50} değeri $91,79 \pm 1,12 \mu\text{g/mL}$, FRAP değeri ise $88,41 \pm 1,17 \text{ mg TE g}^{-1}$ ekstrakt olarak saptanmıştır. Antifungal aktivite sonuçlarında, ekstraktın en yüksek dozda (8 mg/mL) *M. fructigena*, *R. solani* ve *V. dahliae* üzerinde sırasıyla %49,16, %52,26 ve %47,28 oranında miselyal gelişim inhibisyonu oluşturduğu, buna karşın *S. sclerotiorum* üzerinde belirgin bir etki göstermediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının fenolik bileşikler bakımından zengin bir yapıya sahip olduğunu ve özellikle antioksidan aktivite ile bazı fitopatojen funguslara karşı doza bağlı antifungal etki gösterebildiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu taksonun doğal antioksidan ve bitkisel kökenli antifungal ajan geliştirme çalışmalarında değerlendirilebilecek bir kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal aktivite, Antioksidan aktivite, Fitokimyasal bileşim, *Salvia candidissima* subsp. *candidissima*

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DETERMINATION OF THE PHYTOCHEMICAL COMPONENTS, ANTIOXIDANT, AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* SAGE EXTRACT GROWN IN THE PROVINCE OF KAYSERİ

Fatma KISA

KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yusuf BAYAR
Year: 2026, Pages: 51
Juries: Assist. Prof. Dr. Yusuf BAYAR
Assoc. Prof. Dr. Melih YILAR
Assoc. Prof. Dr. Samed ŞİMŞEK

This study investigated the phytochemical profile, antioxidant activity, and antifungal potential of the methanol extract obtained from the aerial parts of *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* (Lamiaceae), naturally growing in Kayseri province, Türkiye. The phenolic constituents of the extract were quantitatively analyzed by LC-ESI-MS/MS, while antioxidant activity was determined using DPPH radical scavenging and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays. Antifungal activity was determined in vitro against *Monilinia fructigena*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, and *Verticillium dahliae*. Among the 29 reference standards screened, 11 phenolic compounds were detected, and luteolin-7-glucoside (1578.279 $\mu\text{g g}^{-1}$), rosmarinic acid (776.977 $\mu\text{g g}^{-1}$), apigenin (118.250 $\mu\text{g g}^{-1}$), and luteolin (41.267 $\mu\text{g g}^{-1}$) were identified as the major constituents. The extract exhibited a DPPH IC_{50} value of $91.79 \pm 1.12 \mu\text{g/mL}$ and a FRAP value of $88.41 \pm 1.17 \text{ mg TE g}^{-1}$. In antifungal assays, the highest tested concentration (8 mg/mL) inhibited mycelial growth of *M. fructigena*, *R. solani*, and *V. dahliae* by 49.16%, 52.26%, and 47.28%, respectively; no significant activity was detected against *S. sclerotiorum*. These findings indicate that the methanol extract of *S. candidissima* subsp. *candidissima* contains diverse phenolic compounds and exhibits antioxidant activity together with dose-dependent antifungal effects against certain phytopathogenic fungi. Overall, these results suggest that this species may serve as a potential natural source for further studies on plant-derived antioxidant and antifungal agents.

Keywords: Antifungal activity, Antioxidant activity, Phytochemical composition, *Salvia candidissima* subsp. *candidissima*

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. <i>Salvia</i> L. (Adaçayı) cinsinin botanik sınıflandırması.....	3
Tablo 3.1. <i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>candidissima</i> toplama yeri lokasyon bilgileri	19
Tablo 4.1. LC-ESI-MS/MS ile belirlenen <i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>candidissima</i> MeOH (Metanol) ekstraktlarının kantitatif analizi.....	29
Tablo 4.2. Metanol ekstraktının test edilen etmenlere karşı antifungal aktivitesi.....	344
Tablo 4.3. Bitki ekstraktının test edilen etmenlere karşı öldürücü doz değerleri (mg/mL) ..	366

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Kayseri ilinden toplanan bitki materyali <i>Salvia candidissima</i> Vahl. subsp. <i>candidissima</i>	20
Şekil 3.2. KAEÜ fitoklinik laboratuvarlarında PDA hazırlanması (A), dökümü (B) ve PDA'nın petri kaplarındaki son hali (C).....	21
Şekil 3.3. Toplanan bitki örneklerinin öğütülmesi (A) ve ekstraksiyon işlemi (B).....	23
Şekil 3.4. Dozları ayarlanmış falkon tüplerine DMSO eklenmesi (A), karıştırıcıda karıştırılması (B) ve karıştırılmış son hali (C).....	26
Şekil 4.1. Metanol ekstraktının DPPH testi sonuçları.....	32
Şekil 4.2. Metanol ekstraktının FRAP testi sonuçları.....	33
Şekil 4.3. Metanol ekstraktının test etmenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
'	: Dakika (Koordinat)
“	: Saniye (Koordinat)
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
±	: Artı Eksi / Standart Sapma
°	: Derece (Koordinat)
μg	: Mikrogram
$\mu g/g$ ($\mu g\ g^{-1}$)	: Mikrogram / gram
$\mu g/mL$	: Mikrogram/Mililitre
μL	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre
a/h	: Ağırlık / Hacim
°C	: Santigrat derece
Dk	: Dakika
Fe^{2+}	: Ferro İyonu
Fe^{3+}	: Ferrik İyonu
G	: Gram
L	: Litre
M	: Molarite
M	: Metre
Mg	: Miligram
$mg\ GAE\ g^{-1}$	: Miligram gallik asit eşdeğeri / gram
$mg\ QE\ g^{-1}$	: Miligram kuersetin eşdeğeri / gram
$mg\ TE\ g^{-1}$	: Miligram trolox eşdeğeri / gram
mg/L	: Miligram / Litre
mg/mL	: Miligram / mililitre
mL	: Mililitre
mL/dk	: Mililitre/dakika
Mm	: Milimetre

<i>mM</i>	: Milimolar
<i>mM TE/g</i>	: Milimolar Trolox Eşdeğeri/gram
<i>Nm</i>	: Nanometre
<i>α (Alpha)</i>	: Anlamlılık düzeyi (Alpha)
<i>μg/mL</i>	: Mikrogram/Mililitre
χ^2	: Ki-kare değeri

Kısaltmalar	Açıklama
A.	: <i>Alternaria</i> veya <i>Aspergillus</i> (Cins adı kısaltması)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
RT	: Alıkonma Zamanı (Retention Time)
subsp.	Alttür (Subspecies)
AchE	: Asetilkolinesteraz (Acetylcholinesterase)
CUPRAC	: Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasite (Cupric Reducing Antioxidant Capacity)
BHA	: Bütilhidroksianisol (Butylated hydroxyanisole)
BHT	: Bütilhidroksitoluen (Butylated hydroxytoluene)
BchE	: Bütilkolinesteraz (Butyrylcholinesterase)
B.	: <i>Botrytis</i> (Cins adı kısaltması)
C.	: <i>Colletotrichum</i> veya <i>Candida</i> (Cins adı kısaltması)
DMSO	: Dimetil Sülfoksit (Dimethyl sulfoxide)
FRAP	: Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (Ferric Reducing Antioxidant Power)
f. sp	: <i>Forma specialis</i> (Special form, Özel form)
f. sp.	: Forma specialis (Özel form- Patojen alt grupları için kullanılır)
F.	: <i>Fusarium</i> (Cins adı kısaltması)
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri (Gallic Acid Equivalent)
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)
KAEÜ	: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
CHCl₃	: Kloroform (Chloroform)
QE	: Kuersetin Eşdeğeri (Quercetin Equivalent)
L.	: Linnaeus (Botanik otoritör kısaltması)

Kısaltmalar	Açıklama
MeOH	: Metanol (Methanol)
M.	: <i>Monilinia</i> (Cins adı kısaltması)
MF	: <i>Monilinia fructigena</i>
LC₅₀	: Öldürücü Konsantrasyon 50 (Lethal Concentration 50)
PDA	: Patates Dekstroz Agar (Potato Dextrose Agar)
R.	: <i>Rhizoctonia</i> (Cins adı kısaltması)
RS	: <i>Rhizoctonia solani</i>
RE	: Rutin Eşdeğeri (Rutin Equivalent)
S.	: <i>Salvia</i> veya <i>Sclerotinia</i> (Cins adı kısaltması)
SS	: <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografisi-Ardışık Kütle Spektrometrisi (Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)
LC-ESI-MS/MS	: Sıvı Kromatografisi-Elektron Sprey İyonizasyon-Ardışık Kütle Spektrometrisi (Liquid Chromatography-Electrospray Ionization-Tandem Mass Spectrometry)
S/N	: Sinyal/Gürültü Oranı (Signal-to-Noise Ratio)
SD	: Standart Sapma (Standard Deviation)
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi (Statistical Package for the Social Sciences)
LOQ	: Tayin Sınırı (Limit of Quantitation)
LOD	: Tespit Sınırı (Limit of Detection)
TE	: Trolox Eşdeğeri (Trolox Equivalent)
TEAC	: Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity)
UV-Vis	: Ultraviyole-Görünür Bölge Spektrofotometresi (Ultraviolet-Visible Spectrophotometry)
UHPLC	: Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi Sistemi (Ultra-High Performance Liquid Chromatography)
ANOVA	: Varyans Analizi (Analysis of Variance)
V.	: <i>Verticillium</i> (Cins adı kısaltması)
VD	: <i>Verticillium dahliae</i>
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (High-Performance Liquid Chromatography)

Kısaltmalar**Açıklama****ABTS**

: 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))

DPPH

: 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)

IC₅₀

: %50 İnhibisyon Konsantrasyonu (Half maximal inhibitory concentration)

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihindeki nüfus artışının temelleri, yerleşik yaşam düzeninin başladığı Neolitik Dönem'e kadar uzanmaktadır (Çamurcu, 2005). Avcı-toplayıcı yaşam biçiminden tarıma dayalı yerleşik yaşama geçiş, nüfusun daha düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde artmasına olanak sağlamıştır. Özellikle zaman içerisinde gerçekleşen bilimsel ve teknolojik gelişmeler, insanların yaşam koşullarını iyileştirmiş; sağlık, beslenme ve barınma alanlarında elde edilen ilerlemeler nüfus artış hızını kayda değer düzeyde ivme kazandırmıştır (Çamurcu, 2005).

Dünya nüfusundaki bu belirgin artış, gıda ihtiyacının hızla artmasına neden olmaktadır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenebilmesi için bitkisel üretimin miktar bakımından artırılması ve kalite bakımından iyileştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Ancak bitkisel üretimin artırılması, oldukça karmaşık ve çok boyutlu bir süreçtir. Ekilebilir alanların sınırlı olması, sanayileşmenin üretim arazileri üzerindeki baskısı, hatalı bitkisel üretim uygulamaları ve küresel iklim değişikliğinin neden olduğu çevresel sorunlar üretim kapasitesini büyük ölçüde sınırlandırmaktadır (Dağ ve Akbay, 2022).

Bitkisel üretimi olumsuz etkileyen faktörler yalnızca kuraklık, sıcaklık veya tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarıyla sınırlı değildir (Kotan, 2024). Bitkisel üretimde yüksek ekonomik kayıplara neden olan birçok biyotik etmen de bulunmaktadır. Bitkilerin yaşam döngüsü boyunca karşı karşıya kaldığı fitopatojenler, zararlılar ve yabancı otlar, verim ve kaliteyi yüksek düzeyde olumsuz etkilemektedir (Oerke, 2006; Strange ve Scott, 2005). Yapılan değerlendirmelerde, hastalıkların neden olduğu ürün kayıplarının %14,1 ile ilk sırada yer aldığı, bunu %12,2 ile yabancı otların ve %10,2 ile zararlıların takip ettiği bildirilmiştir (Agrios, 2005).

Bitki hastalıklarının neden olduğu verim ve kalite kayıplarını azaltmak amacıyla günümüzde farklı kontrol stratejileri uygulanmaktadır (Ghorbanpour ve ark., 2018). Bu yöntemler arasında kimyasal mücadele halen en yaygın kullanılan yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Taha ve ark., 2014). Bununla birlikte, pestisitlerin sürekli ve yoğun kullanımı; hedef dışı zararlı olmayan ve faydalı organizmaların zarar görmesine, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine ve ekolojik dengenin değişen düzeylerde bozulmasına neden olabilmektedir (Durant, 2019; Nsibandé ve Forbes, 2016; Taha ve ark., 2014). Kimyasal mücadeleye bağlı olarak ortaya çıkan bu çevresel ve biyolojik riskler, daha sürdürülebilir ve çevre dostu alternatiflerin geliştirilmesini gerekli kılmıştır (Kotan, 2024; Yavuz, 2010).

Son yıllarda biyolojik mücadele yöntemlerine olan ilgi büyük ölçüde artmıştır. Özellikle bitkiler tarafından sentezlenen allelopatik bileşikler ve çeşitli sekonder metabolitler, bitki hastalıklarının kontrolünde ve bitkinin hastalığa dayanıklılığının artırılmasında umut verici alternatifler olarak değerlendirilmektedir (Aydın ve Tursun, 2010). Bu doğal bileşiklerin çevreye daha az zarar vermesi, biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlaması ve sürdürülebilir bitkisel üretim için uygun olması, araştırmacıları bu alana yönlendiren temel nedenler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, zengin sekonder metabolit içeriğine sahip tıbbi ve aromatik bitkiler, çevre dostu biyopestisitlerin geliştirilmesinde güçlü birer potansiyel kaynak olarak ön plana çıkmaktadır.

1.1. Bitkisel Üretimde Biyotik Stres Faktörlerine Karşı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı

İnsanlık tarihinin bilinen en eski dönemlerinden itibaren bitkilerin, sağlık amaçlı uygulamalarda ve çeşitli tedavi yöntemlerinde önemli bir yeri vardır. Özellikle doğada kendiliğinden yetişen bitkisel materyaller, geleneksel tıp uygulamalarının temel bileşenleri arasında yer almış ve günümüzde modern farmasötik araştırmalara yön vermiştir (Baytop, 1994). Sahip olduğu zengin bitki çeşitliliğinin bir sonucu olarak Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından dünyanın önemli gen merkezlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Baytop, 1994). Doğal bitki ekstraktlarının kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ortaya konulmasına yönelik çalışmalar, fitoterapi uygulamalarının yanı sıra bitkisel üretim sırasında biyolojik mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde de önemli bir araştırma alanıdır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

Kozmopolit bir dağılıma sahip olan ve çiçekli bitkiler sınıfına dahil Lamiaceae familyası, farklı ekolojik koşullara adaptasyon yeteneği nedeniyle oldukça zengin bir tür çeşitliliği sergilemektedir (Watson ve Dallwitz, 2008). Bitkilerin çevresel koşullara uyum sağlamasında ve fitopatojenlerin etkilerinin engellenmesi veya en aza indirilmesinde rol oynayan sekonder metabolitler ile uçucu yağlar, özellikle bu familyaya ait türlerde yoğun olarak bulunmaktadır (Ceylan, 1987; Çelen, 2006). Lamiaceae familyasının geniş cinslerinden bazıları *Salvia* (900 tür), *Scutellaria* (360 tür), *Stachys* (300 tür), *Plectranthus* (300 tür), *Hyptis* (280 tür), *Thymus* (220 tür) ve *Nepeta* (200 tür) olarak rapor edilmiştir. Bu türlerin büyük bir kısmı, baharat ve sebze olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır (Tamokou ve ark., 2017). Lamiaceae familyasının en iyi bilinen aromatik örnekleri arasında adaçayı (*Salvia* L.), biberiye (*Rosmarinus* L.), çörodük

(*Hyssopus* L.), fesleğen (*Ocimum* L.), kekik (*Thymus* L.), melisa (*Melissa* L.) ve nane (*Mentha* L.) yer almaktadır (Bekut ve ark., 2018).

Türkiye florasında ise Lamiaceae familyasına dahil 45 cins, 565 tür ve toplam 735 takson rapor edilmiştir (Duman ve ark., 2005). Bu familyaya dahil olan ve en çok bilinen tıbbi ve aromatik bitki cinslerinden bazıları; adaçayı (*Salvia* L.), biberiye (*Rosmarinus* L.), dağçayı (*Sideritis* L.), kekik (*Thymus* L.), lavanta (*Lavandula* L.), mercanköşk (*Origanum* L.), nane (*Mentha* L.) ve oğul otu (*Melissa* L.) olarak sıralanabilir. Bu cinsler, içerdikleri uçucu yağlar ve biyoaktif bileşiklerin etkisiyle hem geleneksel hem de modern tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda gıda, kozmetik ve parfümeri sektörlerinde de ekonomik öneme sahiptir (İpek, 2007; Mokhtarzadeh ve ark., 2019).

Lamiaceae familyasının en geniş cinslerinden biri olan *Salvia* (adaçayı), adını Latince “iyileştirmek” anlamına gelen kökenden almakta olup tarih boyunca tedavi edici özellikleriyle dikkat çekmiştir (Bağcı ve ark., 2022). Söz konusu cinse ait taksonomik sınıflandırma bilgileri Tablo 1.1’de sunulmuştur.

Tablo 1.1. *Salvia* L. (Adaçayı) cinsinin botanik sınıflandırması

Sınıflandırma Basamağı	Bilimsel İsim / Açıklama
Alem	: Plantae (Bitkiler)
Şube	: Tracheophyta (Damarlı bitkiler)
Sınıf	: Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım	: Lamiales
Familya	: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
Cins	: <i>Salvia</i> L. (Adaçayları)

Salvia cinsi, dünya genelinde barındırdığı yaklaşık 1000 tür ile Angiospermiler (Kapalı tohumlular) içerisindeki en yüksek biyoçeşitliliğe sahip türlerden biridir. Türkiye florasında 115 *Salvia* türünün yayılış gösterdiği ve bunlardan 63’ünün endemik olduğu kayıt altına alınmıştır. Bu veriler, Türkiye’deki *Salvia* türleri için %54,7 gibi oldukça yüksek bir endemizm oranına işaret etmektedir. Fitocoğrafik bölge elementleri açısından incelendiğinde; türlerin 57’si İran-Turan, 31’i Akdeniz, 6’sı Avrupa-Sibirya karakteri sergilerken, 21’i ise çok bölgeli (geniş yayılışlı) olarak sınıflandırılmaktadır. Türkiye’deki *Salvia* türleri, deniz seviyesinden yaklaşık 3000 m rakıma kadar ulaşan geniş bir ekolojik amplitüde (uyum yeteneğine) sahip olup, oldukça heterojen iklim ve habitat koşullarında doğal popülasyonlar oluşturabilmektedir (Celep ve Doğan, 2023).

Salvia türleri, içerdikleri fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağlar nedeniyle güçlü biyolojik aktivitelere sahip bitkiler olarak bilinmektedir. Bu konuda daha önce yürütülen çalışmalarda, söz konusu türlerin yüksek antioksidan özelliklerinin yanı sıra

farklı bitki patojeni funguslara karşı belirgin antifungal etki gösterebildiği bildirilmiştir (Hitokato ve ark., 1980; Özer, 2016; Tosun ve ark., 2009; Ulubelen, 2003). Özellikle bitkinin toprak üstü organlarında biriken flavonoidler ve uçucu yağlar, bazı fitopatojenlere karşı doğal savunma mekanizmasının önemli bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Ulubelen, 2000).

Bu cins içerisinde yer alan *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* (Lamiaceae), Türkiye’de genellikle kireçtaşı ağırlıklı kayalık habitatlarda doğal olarak yetişen çok yıllık otsu bir türdür (Karabacak, 2009; Özer, 2016). Zengin fenolik içerik profiline sahip olması, bu türü doğal kaynaklı antimikrobiyal bileşikler açısından dikkat çekici hale getirmektedir. Son yıllarda sürdürülebilir bitkisel üretim uygulamalarına olan ilginin artmasıyla birlikte, *S. candidissima* subsp. *candidissima* taksonunun içerdiği biyoaktif maddelerin bitki hastalık etmenlerine karşı kullanılabilecek çevre dostu biyolojik mücadele ürünlerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyel taşıdığı düşünülmektedir. Bu yönüyle *S. candidissima* subsp. *candidissima*, bitkisel üretimde yaygın olarak kullanılan sentetik fungusitlere alternatif oluşturabilecek doğal kaynaklar arasında değerlendirilmektedir.

1.2. Problem Durumu

Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen en önemli biyotik stres faktörlerinden biri, fungal etmenlerin neden olduğu hastalıklardır. Halen hastalıklarla mücadelede yaygın olarak sentetik kimyasal fungusitler kullanılmaktadır. Ancak söz konusu kimyasalların uzun süreli ve yoğun kullanımı; çevre kirliliği, su kaynaklarının zarar görmesi, insan sağlığı üzerindeki olası riskler ve hedef dışı canlılar üzerindeki olumsuz etkileri gibi çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Bunun yanı sıra, birçok fitopatojenin zamanla kullanılan fungusitlere karşı direnç geliştirmesi, kimyasal mücadele yöntemlerinin etkinliğini giderek azaltmaktadır (Aydın ve Tursun, 2010; Yavuz, 2010). Bu nedenle, çevre dostu, sürdürülebilir ve etkili alternatif bitki koruma uygulamalarının geliştirilmesi artık önemli bir gereklilik haline gelmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen doğal ekstraktların ve bunların içerdiği sekonder metabolitlerin, bitki hastalıklarıyla mücadelede önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Özellikle fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağlar bakımından zengin türler, antimikrobiyal özelliklerinin bir sonucu olarak biyolojik mücadele uygulamalarında dikkat çekmektedir.

Bu kapsamda değerlendirildiğinde, Lamiaceae familyasına dahil *S. candidissima* türünün çeşitli biyoaktif bileşenler içerdiği ve farklı biyolojik aktiviteler gösterdiği bilinmektedir. Kayseri ilinde doğal olarak yetişen *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün metanol ekstraktına ilişkin fitokimyasal özellikler henüz yeterince ayrıntılı şekilde ortaya konulamamıştır. Ayrıca bu ekstraktın, bitkisel üretimde önemli ekonomik kayıplara neden olan *Monilinia fructigena* Honey, *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Verticillium dahliae* Kleb. gibi bitki patojeni funguslar üzerindeki antifungal etkisi üzerine de sınırlı bilgi bulunmaktadır.

Bu nedenle, söz konusu yerel gen kaynağının içerdiği fenolik bileşiklerin belirlenmesi ve hedef etmenler üzerindeki antifungal etkinliğinin kantitatif olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Elde edilecek veriler, kimyasal pestisit kullanımını azaltabilecek çevre dostu biyopestisitlerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği gibi, bölgesel bitki gen kaynaklarının ekonomik ve tarımsal değerinin ortaya çıkarılmasına da yardımcı olacaktır. Dolayısıyla, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının fitokimyasal yapısının ve antifungal potansiyelinin araştırılması, güncel ve çözüm bekleyen önemli bir problem alanı olarak değerlendirilmektedir.

1.3. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında, Kayseri ili Sarız ilçesinde doğal yayılış gösteren *Salvia candidissima* subsp. *candidissima* (Lamiaceae) türünün toprak üstü kısımlarından elde edilen metanol (MeOH) ekstraktlarının fitokimyasal özelliklerinin ortaya konulması ve bu ekstraktların bitkisel üretimde ekonomik kayıplara neden olan bazı önemli bitki patojeni funguslara karşı antifungal potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, *Salvia candidissima* subsp. *candidissima*'nın doğal bir biyolojik mücadele ajanı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği araştırılmıştır.

Bu temel amaç doğrultusunda aşağıdaki hedefler belirlenmiştir:

- Ekstraktın fenolik bileşik kompozisyonunu, Sıvı Kromatografisi-Elektron Sprey İyonizasyon-Ardışık Kütle Spektrometrisi (LC-ESI-MS/MS) yöntemi ile kantitatif olarak analiz edilmesi,
- Ekstraktın antioksidan kapasitesini DPPH serbest radikal giderme ve Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi,
- Elde edilen ekstraktın, bitkilerde önemli hastalıklara neden olan *Monilinia fructigena* (MF), *Rhizoctonia solani* (RS), *Sclerotinia sclerotiorum* (SS) ve *Verticillium*

dahliae (VD) funguslarının miselyal gelişimi üzerindeki inhibe edici etkisini belirlenmesi,

- Ayrıca ekstraktın söz konusu patojenler üzerindeki biyolojik etkinliğini daha ayrıntılı değerlendirebilmek amacıyla öldürücü doz (LC₅₀) değerlerini hesaplanması ve karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Bu araştırma sonucunda elde edilecek verilerin, sentetik fungusitlere alternatif olabilecek çevre dostu ve sürdürülebilir bitkisel kökenli biyofungisitlerin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

1.4. Tezin Önemi

Bitkisel üretimde hastalıklara neden olan fungal etmenlerin kontrolünde uzun yıllardır sentetik kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu kimyasalların yoğun ve bilinçsiz kullanımı; çevre kirliliği, doğal denge üzerinde olumsuz etkiler, insan sağlığına yönelik riskler ve fitopatojenlerde direnç gelişimi gibi önemli sorunları beraberinde getirmektedir (Durant, 2019; Nsiband ve Forbes, 2016). Bu nedenle son yıllarda çevreye daha az zarar veren, sürdürülebilir ve doğal kaynaklardan elde edilen alternatif bitki koruma ürünlerine olan ilgi giderek artmaktadır (Kotan, 2024). Özellikle Türkiye'nin zengin bitki çeşitliliği içerisinde önemli bir yere sahip olan tıbbi ve aromatik bitkiler, biyolojik mücadele ve doğal pestisit geliştirme çalışmaları açısından dikkat çekmektedir. Endemizm oranı yüksek olan *Salvia* türleri ise içerdiği zengin sekonder metabolitlerin etkisiyle bu alanda öne çıkan bitki gruplarından (Doğan ve ark., 2008).

Bu tez çalışmasında, Kayseri ili Sarız ilçesinde doğal yayılış gösteren *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünden elde edilen metanol ekstraktının fitokimyasal özellikleri ile antifungal potansiyelinin araştırılması hedeflenmiştir. Çalışma, hem yerel bitki kaynaklarının ekonomik ve bitki koruma bakımından değerlendirilmesi hem de sürdürülebilir bitkisel üretime katkı sağlayabilecek doğal bitki koruma ürünlerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Elde edilecek sonuçların, bitkisel üretimde ciddi ekonomik kayıplara neden olan *M. fructigena*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae* gibi önemli fungal patojenlere karşı bitkisel kökenli yeni biyopestisitlerin geliştirilmesine bilimsel bir temel oluşturması beklenmektedir.

Bunun yanında, bitkinin antioksidan kapasitesinin ortaya konulması, *Salvia* türlerinin doğal savunma mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (Lu ve Foo, 2002; Topçu ve ark., 1995). Elde edilen veriler, söz konusu tür üzerine yürütülecek gelecekteki araştırmalara kaynak oluşturmasının yanı sıra, tıbbi ve aromatik

bitkilerin tarımsal mücadelede kullanım potansiyeline ilişkin literatüre de yeni bilgiler kazandıracaktır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013). Böylece çalışma hem temel bilimler hem de uygulamalı tarım araştırmaları açısından önemli ve güncel bir boşluğun doldurulmasına katkı sunacaktır.

1.5. Çalışmanın Sınırlılıkları

Her bilimsel araştırmada olduğu gibi, bu çalışmanın da kapsamını belirleyen ve sonuçların yorumlanmasında dikkate alınması gereken bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırma, belirli materyal, yöntem ve deneysel koşullar çerçevesinde yürütülmüş olup elde edilen bulgular bu sınırlar içerisinde değerlendirilmelidir.

Bu kapsamda, araştırmada kullanılan bitki materyali yalnızca Kayseri ili Sarız ilçesinden temin edilen ve belirli bir vejetasyon döneminde toplanan *S. candidissima* subsp. *candidissima* örnekleri ile sınırlandırılmıştır (Tablo 3.1). Farklı coğrafi bölgelerden veya farklı gelişim dönemlerinde toplanan bitki materyallerinin fitokimyasal içerik ve biyolojik aktivite bakımından değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmada gerçekleştirilen fitokimyasal analizler ve biyolojik aktivite değerlendirmeleri, bitkinin sadece toprak üstü kısımlarından elde edilen metanol (MeOH) ekstraktı üzerinde yürütülmüştür. Bu nedenle bitkinin kök, tohum veya diğer organlarından elde edilebilecek ekstraktların potansiyel etkileri araştırma kapsamı dışında kalmıştır.

Antifungal aktivite deneyleri kontrollü laboratuvar koşullarında, yani *in vitro* ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, bitkisel üretim alanlarında karşılaşılan çevresel faktörleri ve doğal ekosistem koşullarını tam olarak yansıtmamaktadır. Ekstraktın gerçek üretim koşullarındaki etkinliğinin ortaya konulabilmesi için sera ve tarla denemeleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

Araştırmada antifungal etkinlik değerlendirmeleri, bitkisel üretimde ekonomik öneme sahip dört fungal patojen olan *M. fructigena*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae* ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle ekstraktın diğer fitopatojenler üzerindeki etkileri hakkında doğrudan bir genelleme yapmak mümkün değildir.

Bunun yanında, fenolik bileşiklerin kantitatif analizleri, kromatografik yöntemlerle tespit edilen ve standartları bulunan 29 fenolik bileşik ile sınırlandırılmıştır. Bitki ekstraktında bulunabilecek diğer fenolik bileşenlerin veya sekonder metabolitlerin

varlığı ve biyolojik aktiviteye katkıları bu çalışmada ayrıntılı olarak değerlendirilememiştir.

1.6. Varsayımlar

Bu tez çalışmasının planlanması, laboratuvar uygulamalarının yürütülmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sürecinde bazı temel varsayımlar kabul edilmiştir. Araştırmanın güvenilirliği ve sonuçların yorumlanması açısından aşağıdaki koşulların sağlandığı öngörülmüştür:

- Çalışmada kullanılan ve Kayseri ili Sarız ilçesinden toplanan *S. candidissima* subsp. *candidissima* örneklerinin, söz konusu bölgede doğal olarak yetişen popülasyonu yeterli düzeyde temsil ettiği kabul edilmiştir.
- Fenolik bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan kromatografik analizler ile antioksidan kapasite ölçümlerinde yararlanılan standart maddelerin, reaktiflerin ve çözücülerin analizler için gerekli saflık düzeyine sahip olduğu varsayılmıştır.
- Antifungal aktivitenin belirlenmesine yönelik olarak *in vitro* koşullarda gerçekleştirilen denemelerde kullanılan *M. fructigena*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae* kültürlerinin saf, kontaminasyondan uzak, biyolojik aktivitelerini sürdürebilecek canlılıkta ve yeterli virülansa (hastalık oluşturma yeteneğine) sahip olduğu kabul edilmiştir.
- Araştırma kapsamında kullanılan spektrofotometrik ve kromatografik cihazların düzenli olarak kalibre edildiği, ölçümlerin doğruluğunu etkileyebilecek sistematik hataların bulunmadığı ve elde edilen verilerin cihaz performansından kaynaklanan önemli bir sapma içermediği varsayılmıştır.

Bu varsayımlar doğrultusunda elde edilen bulguların, araştırmanın amaçları kapsamında güvenilir ve bilimsel olarak değerlendirilebilir sonuçlar ortaya koyduğu kabul edilmiştir.

1.7. Araştırma Problemleri

Bu tez çalışmasının çıkış noktasını, Kayseri ili Sarız ilçesinde doğal olarak yetişen *S. candidissima* subsp. *candidissima* taksonunun biyolojik potansiyelinin ortaya konulması oluşturmaktadır. Bu kapsamda araştırmanın temel problemi; söz konusu bitkinin toprak üstü kısımlarından elde edilen metanol ekstraktının içerdiği fitokimyasal bileşenlerin belirlenmesi ve ekstraktın bitkisel üretimde önemli ekonomik kayıplara

neden olan bazı bitki patojeni funguslar üzerindeki antifungal etkisinin ortaya konulması olarak tanımlanmıştır.

Bu temel problem doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

- Ekstraktın, Sıvı Kromatografisi-Elektron Sprey İyonizasyon-Ardışık Kütle Spektrometrisi (LC-ESI-MS/MS) analizi sonucunda belirlenen fenolik bileşen profili nasıldır ve tespit edilen bileşiklerin miktarları ne kadardır?
- Ekstraktın antioksidan kapasitesi, DPPH serbest radikal giderme ve Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) yöntemlerine göre nasıl bir performans göstermektedir?
- Metanol ekstraktı, bitkisel üretimde yaygın olarak sorun oluşturan *M. fructigena*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae* patojenlerine karşı *in vitro* koşullarda ne ölçüde miselyal gelişimi engelleyici etki göstermektedir ve bu etkiye ilişkin öldürücü doz (LC₅₀) değerleri nelerdir?

Elde edilecek yanıtların, söz konusu taksonun çevre dostu doğal bir biyokontrol ajanı olarak değerlendirilebilmesine yönelik bilimsel bir zemin oluşturması öngörülmektedir.

1.8. Araştırmanın Hipotezi

Daha önce yürütülen çalışmalar incelendiğinde, *Salvia* türlerinin fenolik bileşikler, flavonoidler ve diğer sekonder metabolitler bakımından oldukça zengin bir kimyasal yapıya sahip olduğu bildirilmiştir (Lu ve Foo, 2002; Topçu ve ark., 1995). Bu bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal özellikler göstermesi, söz konusu türlerin doğal biyolojik aktivite potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, *S. candidissima* subsp. *candidissima* taksonundan elde edilen metanol ekstraktının fitokimyasal özelliklerini ve antifungal etkinliğini değerlendirmek amacıyla aşağıdaki araştırma hipotezleri oluşturulmuştur:

H1: *S. candidissima* subsp. *candidissima* bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde edilen metanol ekstraktının, fenolik ve flavonoid bileşikler bakımından zengin bir fitokimyasal içeriğe sahip olduğu düşünülmektedir.

H2: Ekstraktın içerdiği fenolik ve flavonoid bileşiklerin etkisiyle yüksek düzeyde antioksidan aktivite göstereceği öngörülmektedir.

H3: Metanol ekstraktında bulunan biyoaktif bileşenlerin, bitkisel üretimde önemli ekonomik kayıplara neden olan *M. fructigena*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae*

gibi bitki patojeni fungusların miselyal gelişimini önemli ölçüde baskılayarak antifungal etki ortaya koyacağı varsayılmaktadır.

Bu hipotezler, bitkinin fitokimyasal potansiyelinin belirlenmesi ve elde edilen ekstraktın doğal bir biyokontrol ajanı olarak değerlendirilebilme olasılığının ortaya konulması amacıyla test edilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bazı *Salvia* Türlerinin Fitokimyasal İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri

Daha önce yürütülen çalışmalar incelendiğinde, *Salvia* L. cinsine bağlı türlerin fenolik asitler, flavonoidler ve uçucu yağlar bakımından oldukça zengin bir kimyasal yapıya sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu bileşiklerin bitkilerin biyolojik aktivitelerine önemli katkılar sağladığı, özellikle de antioksidan özelliklerin ortaya çıkmasında belirleyici rol oynadığı bildirilmektedir.

Farklı *Salvia* türlerinden elde edilen metanol, etanol ve su ekstraktları üzerinde gerçekleştirilen HPLC ve LC-MS/MS analizlerinde; rosmarinik asit, kafeik asit, luteolin ve apigenin türevlerinin öne çıkan başlıca biyoaktif bileşenler olduğu belirlenmiştir (Firuza ve ark., 2013; Koshovyi ve ark., 2020; Luca ve ark., 2023; Orhan ve ark., 2012). Özellikle rosmarinik asidin, birçok *Salvia* taksonunda baskın fenolik bileşik olarak bulunduğu ve ekstraktların antioksidan kapasitesine önemli ölçüde katkı sağladığı vurgulanmaktadır (Merviç ve ark., 2022; Mróz ve Kusznierevich, 2023).

Türkiye’de doğal yayılım gösteren ve endemik özellik taşıyan *Salvia* taksonları üzerinde yapılan karşılaştırmalı araştırmalar, fenolik içerik ile antioksidan aktivite arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Nitekim DPPH ve ABTS gibi serbest radikal süpürme testleri ile FRAP ve CUPRAC gibi indirgeme kapasitesi analizlerinde yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Doğan ve ark. (2022), *S. kronenburgii* Rech.fil. ve *S. macrochlamys* Boiss. and Kotschy dahil olmak üzere beş farklı *Salvia* türünü incelemiş ve bu türlerin %84-%96 arasında değişen oranlarda radikal giderme kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Kursat ve ark. (2023) ile Er ve ark. (2013), *S. euphratica* Montbret. et Aucher ex Benth. var. *euphratica* ve *S. tomentosa* Mill. gibi türlerde yüksek düzeyde vanilik asit ve ferulik asit bulunduğunu, bunun da güçlü antioksidan aktivite ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca *S. cryptantha* Montbret & Aucher ex Benth., *S. multicaulis* Vahl. ve *S. verticillata* L. türlerinin de yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu çeşitli araştırmalarla desteklenmiştir (Orhan ve ark., 2013; Pehlivan ve Sevindik, 2018).

Salvia türlerinin kimyasal kompozisyonunda uçucu yağlar da önemli bir yer tutmaktadır. Hidrodistilasyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyon gibi yöntemlerle elde edilen uçucu yağların analizlerinde; 1,8-sineol, kafur, α -pinen, β -pinen ve karyofilen oksit gibi terpenoid bileşiklerin baskın olduğu belirlenmiştir (Aşkun ve ark., 2010; Demirpolat,

2023; Kamatou ve ark., 2006a). Uçucu yağların antioksidan etkileri çoğu zaman bitki ekstraktlarına göre daha düşük seviyelerde bulunmakla birlikte, bazı *Salvia* türlerinde dikkat çekici sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim *S. leriifolia* Benth. ve *S. virgata* Jacq. türlerinden elde edilen uçucu yağların CUPRAC, FRAP ve DPPH analizlerinde önemli düzeyde antiradikal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Gad ve ark., 2022; Loizzo ve ark., 2009). Ayrıca bu bileşiklerin bitkinin farklı gelişim dönemlerinde de biyolojik etkinliklerini büyük ölçüde koruyabildiği belirtilmektedir (Alizadeh, 2013).

Ticari değeri yüksek olan Anadolu adaçayı (*S. fruticosa* Mill.) üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda, bitkinin hem uçucu yağ hem de fenolik bileşenler bakımından oldukça zengin olduğu belirlenmiştir. Özellikle 1,8-sineol, kafeik asit, kamfor ve salvigenin gibi bileşiklerin yüksek oranlarda bulunduğu bildirilmiştir (Karık ve Sağlam, 2018; Topçu ve ark., 2013). Bu türden elde edilen ekstraktların güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahip olduğu da çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Boukhary ve ark., 2016). Misk adaçayı olarak bilinen *S. sclarea* L. üzerinde yürütülen çalışmalarda ise farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen özütlerin hidrojen peroksit giderici ve lipid peroksidasyonunu önleyici etkilerinin sentetik antioksidanlarla karşılaştırılabilir düzeyde olduğu belirlenmiştir (Gülçin ve ark., 2004; Ögütçü ve ark., 2008; Quradha ve ark., 2024). Benzer şekilde *S. officinalis* L. yapraklarının farklı hasat dönemlerinde ve kurutma yöntemleri sonrasında yapılan LC-MS analizleri, ferulik asit başta olmak üzere çeşitli polifenollerin yüksek miktarlarda bulunduğunu ve ekstraktların infüzyonlara kıyasla daha yüksek FRAP değerleri sergilediğini göstermiştir (Francik ve ark., 2020; Generalić ve ark., 2012).

Salvia türlerinde bulunan sekonder metabolitler yalnızca antioksidan özelliklerle sınırlı kalmayıp çeşitli enzimler üzerinde de inhibe edici etki göstermektedir. *S. ceratophylla* L., *S. piliifera* Montbret & Aucher ex Benth. ve *S. sclareopsis* Bornm. türlerinden elde edilen metanol ve su ekstraktlarının; luteolin, gallik asit ve rosmarinik asit gibi bileşenlerin etkisiyle asetilkolinesteraz (AChE), bütirikolinesteraz (BChE), tirozinaz, α -amilaz ve α -glukozidaz enzimlerini etkili şekilde baskıladığı bildirilmiştir (Gülçin ve ark., 2019; Khalil-Moghaddam ve ark., 2025; Uysal ve ark., 2021). Ayrıca organik bitkisel üretim koşullarında yetiştirilen *S. officinalis* ve *S. triloba* L. türlerinde yüksek metal şelatlama kapasitesi ile belirgin α -glukozidaz inhibisyonu tespit edilmiştir (Özüpek ve ark., 2023).

Türkiye florasında yer alan *S. cadmica* Boiss., *S. halophila* Hedge, *S. pisidica* Boiss. & Heldr. ex Benth. ve *S. rosifolia* Sm. gibi türler üzerinde yürütülen

fitokimyasal araştırmalar sonucunda, bitkilerin toprak üstü kısımlarından çok sayıda fenolik ve terpenoid yapıda bileşik izole edilmiştir (Göger, 2006; Hatipoğlu, 2010; Koçak ve ark., 2016; Özek ve ark., 2010; Ozkan ve ark., 2010). Elde edilen bulgular, bu sekonder metabolitlerin söz konusu türlerde gözlenen yüksek serbest radikal süpürme kapasitesi ve sitotoksik etkinliklerin temel kaynağı olduğunu göstermektedir (Balaei-Kahnamoei ve ark., 2021; Sharopov ve ark., 2018).

Öte yandan, *Salvia* cinsine dahil türlerin biyolojik potansiyeli yalnızca Türkiye ile sınırlı değildir. Güney Afrika ve Asya gibi farklı coğrafyalarda yetişen *S. bicolor* Desf., *S. hispanica* L., *S. limbata* C.A.Mey. ve *S. muiirii* L. Bol. türlerinde de flavonoid ve terpenoid ağırlıklı fitokimyasal profiller tanımlanmıştır (İbrahim, 2012; Kamatou ve ark., 2006b; Mohammadhosseini ve ark., 2017; Sonboli ve ark., 2006). Araştırmacılar, bu türlerden elde edilen doğal bileşiklerin gerek bitkisel üretimde kullanılabilecek biyopestisitlerin geliştirilmesinde gerekse farmakolojik uygulamalarda sentetik kimyasallara alternatif oluşturabilecek önemli kaynaklar arasında yer aldığını vurgulamaktadır.

2.2. Bazı *Salvia* Türlerinin Patojen Funguslara Karşı Biyolojik Aktiviteleri

Daha önce yürütölen çalışmalar incelendiğinde, *Salvia* cinsine dahil türlerin yalnızca güçlü antioksidan özellikleriyle değil, aynı zamanda çeşitli bitki patojeni fungusların kontrol edilmesinde gösterdikleri biyolojik aktivitelerle de dikkat çektiğı görölmektedir. Bu türlerin içerdii fenolik bileşikler, terpenoitler ve diğör sekonder metabolitlerin etkisiyle geniş spektrumlu antimikrobiyal ve antifungal özellikler sergilediğı bildirilmektedir.

Nitekim *S. limbata* ve *S. sclarea* türlerinden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların, 19 farklı fungus ve maya suşunun gelişimini önemli düzeyde baskıladığı belirlenmiştir (Öğütçü ve ark., 2008). Benzer şekilde, *S. hispanica*, *S. mirzayanii* Rech.f. & Esfand. ve *S. tigrina* Roem. & Schult. türleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda da bu bitkilerden elde edilen özüt ve uçucu yağların çok sayıda fitopatojen ve klinik kökenli fungus izolatına karşı etkili olduğı ortaya konmuştur (Dulger ve Hacıoğlu, 2008; Sonboli ve ark., 2006; Zomorodian ve ark., 2017).

Bitki hastalıklarının kontrolünde doğal kaynaklı alternatiflerin araştırıldığı çalışmalarda, *Salvia* türlerinin önemli bir biyopestisit potansiyeline sahip olduğı rapor edilmiştir. Özellikle domatestede solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* Schltdl. f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker üzerinde yapılan

araştırmalarda; *S. cryptantha*, *S. officinalis* ve *S. tomentosa* ekstraktları ile uçucu yağlarının %62,71'e ulaşan miselyal gelişim engelleme oranları gösterdiği belirlenmiştir (Yılar ve Kadioğlu, 2016). Aynı şekilde, *V. dahliae* üzerinde yürütölen çalışmalarda da *S. sclarea* uçucu yağının miselyal büyümeyi doza bağılı olarak önemli ölçüde baskıladığı bildirilmiştir (Yılar ve Bayan, 2017).

Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalarda, biberiye adaçayı olarak bilinen *S. rosmarinus* Spenn. ekstraktının *Botrytis cinerea* Pers., *F. oxysporum* ve *R. solani* gibi önemli bitki patojenlerine karşı güçlü bir antifungal etkinliğinin olduğı rapor edilmiştir. Özellikle yüksek konsantrasyonlarda yapılan uygulamalarda söz konusu patojenlerin gelişiminin tamamen durduğu ortaya konulmuştur (Aamer ve ark., 2023). Benzer şekilde, hasat sonrası ürün kayıplarının başlıca nedenlerinden biri olan *B. cinerea* üzerinde yapılan çalışmalarda, *S. potentillifolia* Boiss. & Heldr. ex Benth. türünün de etkili bir biyolojik mücadele ajanı olabileceğı gösterilmiştir (Saygılı ve ark., 2025).

Diğer taraftan, *S. aethiopis* L. ekstraktının *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten ve *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary etmenlerine karşı kısmen antifungal aktivite gösterdiği ve bu nedenle organik bitkisel üretim uygulamalarında kullanılabilecek doğal bir alternatif olarak değerlendirilebileceğı belirtilmiştir (Bayar, 2026). Ayrıca *S. officinalis* ekstraktının *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. miselyal gelişimini tamamen durdurduğu bildirilirken (Mahmoudi ve Ahmadi, 2013), *S. bracteata* Banks & Sol. özütünün *Alternaria solani* Sorauer üzerinde sınırlı düzeyde etkili olduğı ve *S. sclerotiorum*'a karşı herhangi bir etkinliğinin olmadığı belirlenmiştir (Yılar ve ark., 2020). Bu sonuçlar, antifungal etkinliğin türden türe önemli ölçüde değişebildiğini göstermektedir.

Benzer şekilde, *S. caespitosa* Montbret & Aucher ex Benth. taksonunun *Aspergillus niger* Tiegh. ve *Aspergillus ochraceus* G. Wilh. üzerinde güçlü fungistatik etki oluşturduğu, ancak *Aspergillus flavus* Link'e karşı etkisiz kaldığı bildirilmiştir (Gölmez, 2010). Ayrıca antraknoz hastalığı etmenleri olan *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds, *C. fragariae* A.N. Brooks ve *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. üzerinde yapılan çalışmalarda; *S. macrochlamys*, *S. recognita* Fisch. & C.A. Mey. ve *S. rosifolia* türlerinin uçucu yağlarının geniş spektrumlu antifungal aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Özek ve ark., 2010; Tabanca ve ark., 2006). Buna karşılık, *S. fruticosa* uçucu yağlarının *F. oxysporum*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum* gibi fungal patojenlere karşı daha düşük düzeyde etki gösterdiği ve kullanımının hedef patojene göre değerlendirilmesi gerektiğı ifade edilmiştir (Pitarokili ve ark., 2003).

Salvia türlerinin antifungal özellikleri yalnızca bitki patojenleriyle sınırlı değildir. İnsan sağlığı için kritik olan maya ve funguslar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar da bu bitkilerin dikkat çekici biyolojik aktivitelere sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, *S. rhytidea* Benth. metanol ekstraktının *Candida albicans* (C.P. Robin) Berkhout, *Candida krusei* (Castell.) Berkhout ve *Candida tropicalis* (Castell.) Berkhout türlerine karşı düşük en az inhibitör konsantrasyonlarda etkili olduğu bildirilmiştir (Salari ve ark., 2016). Diğer taraftan, *S. verticillata* subsp. *verticillata* yaprak ve kök-gövde ekstraktlarının birlikte kullanılmasının; *Cryptococcus laurentii* (Kuff.) C.E. Skinner, *Cryptococcus neoformans* (San Felice) Vuill. ve *Geotrichum capitatum* (Diddens & Lodder) Arx suşlarına karşı sinerjik bir antifungal etki oluşturduğu belirlenmiştir (Dulger ve Dulger, 2021).

Ayrıca, *S. brachyodon* Vandas çanak yapraklarından elde edilen ekstraktların (Soković ve ark., 2005) ve *S. pisidica* uçucu yağının (Ozkan ve ark., 2010), *C. albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen gibi maya türlerine karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Misk adaçayı olarak bilinen *S. sclarea* üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda ise bitki ekstraktlarının *Byssoschlamys fulva* Olliver & G. Sm. ve *Penicillium frequentans* Westling gibi fungusların gelişimini engelleyebildiği ortaya konmuştur (Gülçin ve ark., 2004).

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, daha önce yürütülen çalışmalarda *Salvia* türlerinin farklı patojen fungusların kontrolünde değişen düzeylerde antifungal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir. Bu durum, *Salvia* türlerinin içerdiği biyoaktif bileşiklerin çeşitliliği ve miktarındaki farklılıklardan kaynaklanmakta olup, özellikle çevre dostu ve sürdürülebilir bitki koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından *Salvia* türlerini önemli doğal kaynaklar haline getirmektedir.

2.3. *Salvia candidissima* subsp. *candidissima* Taksonunun Fitokimyasal ve Biyolojik Özellikleri

Daha önce yürütülen çalışmalar incelendiğinde, *S. candidissima* Vahl. türü üzerine gerçekleştirilen araştırmaların ağırlıklı olarak bitkinin fitokimyasal yapısının ortaya konulması ve biyolojik aktivitelerinin değerlendirilmesi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle sekonder metabolit içeriğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar, bu türün zengin bir biyoaktif bileşik profiline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda gerçekleştirilen öncü araştırmalardan birinde, bitkinin toprak üstü kısımlarından diosmetin, salvigenin ve spatulenol gibi önemli terpenoid ve flavonoid

bileşikler izole edilmiş, böylece taksonun kimyasal zenginliği detaylı şekilde ortaya konulmuştur (Topçu ve ark., 1995).

Daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalar da bu bulguları desteklemiş ve *S. candidissima*'nın özellikle seskiterpen bileşikleri bakımından dikkat çekici bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan ekstraktların incelendiği çalışmalarda, bitkinin belirgin düzeyde antioksidan aktivite gösterdiği ve doğal antioksidan kaynakları arasında değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Akay Diri, 2006). Ayrıca çeşitli serbest radikal giderme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, ekstraktların düşük IC₅₀ (İnhibitör Konsantrasyonu 50) değerleri göstermesi antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Tepe ve ark., 2006; Tosun ve ark., 2009).

Son yıllarda yürütülen araştırmalar yalnızca tür düzeyinde değil, alt türler ve farklı bitki organları üzerinde de yoğunlaşmıştır. Bu doğrultuda, *S. candidissima* subsp. *occidentalis* üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada uçucu yağın temel bileşenleri olarak karyofilen oksit, sklareol ve spatulenol belirlenmiştir. Aynı çalışmada, %70 ve %95 etanol ile hazırlanan ekstraktların ABTS, CUPRAC, DPPH ve FRAP analizlerinde yüksek antioksidan performans gösterdiği saptanmıştır (Stankov ve ark., 2020). Benzer şekilde, *S. candidissima* subsp. *candidissima* merikarplarının incelendiği çalışmada ise tohumların β -sitosterol başta olmak üzere çeşitli amino asitler, fenolik maddeler, flavonoidler, mineraller ve steroller bakımından zengin olduğu ortaya konulmuştur (Guzel ve ark., 2023). Araştırmacılar ayrıca merikarp ekstraktlarının farklı bakteri ve fungus türlerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini ve özellikle etanol ekstraktının önceden oluşmuş *Pseudomonas aeruginosa* biyofilmlerinin baskılanmasında daha etkili olduğunu bildirmiştir (Guzel ve ark., 2023).

Taksonun fenolik bileşiminin ayrıntılı olarak ortaya konulmasına yönelik çalışmalarda dikkat çekici sonuçlara ulaşılmıştır. Kromatografik analizler sonucunda ferulik asit, kafeik asit, rosmarinik asit ve vanilik asidin bitkinin başlıca fenolik asitleri arasında yer aldığı belirlenmiştir (Emre ve ark., 2021). İleri kromatografik teknikler kullanılarak metanol ekstraktlarında toplam 35 farklı fenolik bileşik tanımlanmış; hiperozit ve rutin gibi flavonoidlerin baskın bileşenler arasında bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu bulgular, taksonun biyokimyasal açıdan oldukça zengin bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Llorent-Martínez ve ark., 2025).

S. candidissima türünün fitopatojen funguslara karşı etkinliği de araştırmacıların üzerinde durduğu önemli konular arasında yer almaktadır. Bayar ve Genç (2018)

tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bitkiden elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu ile antifungal özellikleri birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda karyofilen oksit, leden oksit, *o*-simen ve spatulenol uçucu yağın temel bileşenleri olarak belirlenmiştir. Yapılan *in vitro* testlerde ise uçucu yağın bitkisel üretimde önemli iki patojen olan *A. solani* ve *R. solani*'nin miselyal gelişimini sırasıyla %57,92 ve %51,87 oranında engellediği saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, bu türün doğal antifungal ajan geliştirme çalışmalarında değerlendirilebilecek önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada, metanol ekstraktının yüksek toplam fenolik ve flavonoid içeriğine bağlı olarak CUPRAC, DPPH, FRAP ve TEAC yöntemlerinde güçlü antioksidan aktivite sergilediği de vurgulanmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, daha önce yürütülen çalışmalar, *S. candidissima* 'nın zengin fitokimyasal bileşimi, yüksek antioksidan kapasitesi ve çeşitli mikroorganizmalara karşı gösterdiği biyolojik aktiviteler nedeniyle dikkat çekici bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, özellikle bitki patojeni funguslara karşı etkilerinin farklı ekstraksiyon yöntemleri ve farklı patojen grupları üzerinde daha ayrıntılı olarak araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, yürütülen tez çalışması kapsamında kullanılan tüm materyaller ile uygulanan laboratuvar ve analiz yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Materyal

Araştırma sürecinde yararlanılan bitki materyalleri, *in vitro* antifungal denemelerde kullanılan fitopatojen fungus izolatları ile fitokimyasal analizlerde tercih edilen kimyasal madde ve reaktiflere ilişkin detaylı bilgiler alt başlıklar halinde sunulmuştur.

3.1.1. Bitki Materyali

Çalışmada ana materyal olarak kullanılan *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* örnekleri, bitkinin çiçeklenme döneminde Kayseri ili Sarız ilçesindeki doğal yayılış alanlarından toplanmıştır. Örnekleme sürecinde, doğal habitat koşullarında gelişimini tamamlamış bireyler tercih edilmiştir. Araştırma sonuçlarının güvenilirliğini en üst düzeye çıkarmak ve bitkinin kimyasal bileşiminde çevresel veya biyotik stres faktörlerinden kaynaklanabilecek olası değişimleri en aza indirmek amacıyla, herhangi bir hastalık veya zararlı belirtisi taşımayan, tamamen sağlıklı popülasyonlar seçilmiştir. Toplanan bitki örneklerinin taksonomik teşhisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Melih Yılar tarafından yapılmıştır. Bitki materyalinin lokasyon, rakım ve koordinat bilgileri Tablo 3.1’de detaylandırılmış, doğal yetiştirme alanında bitkinin görüntüsü ise Şekil 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Salvia candidissima* subsp. *candidissima* toplama yeri lokasyon bilgileri

Bitki Adı	Lokasyon Bilgisi	Örnek Toplanma Tarihi	Rakım (m)	Koordinatları
<i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>candidissima</i>	Kayseri ili, Sarız ilçesi, yol kenarları	16.08.2024	1760	Enlem: 39° 16’ 48” Kuzey (39.281638) Boylam: 33° 41’ 57” Doğu (33.700540)



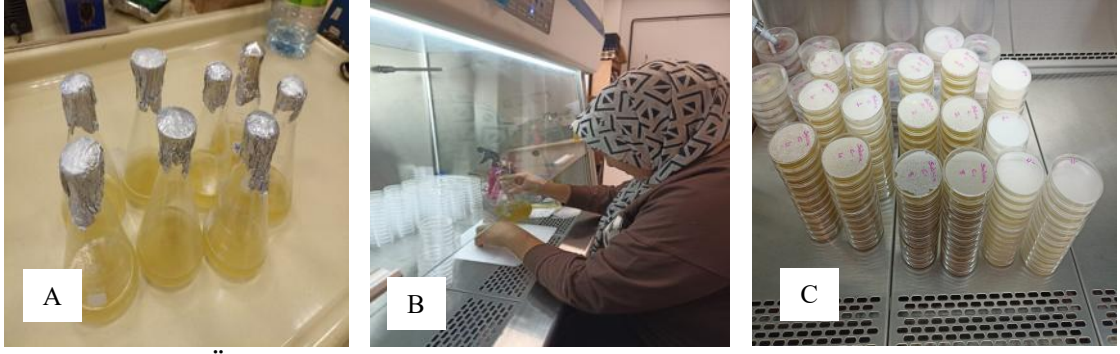
Şekil 3.1. Kayseri ilinden toplanan bitki materyali *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima*

3.1.2. Denemede Kullanılan Bitki Patojenleri

Bu araştırmada antifungal aktivitenin belirlenmesine yönelik biyolojik testlerde, bitkisel üretimde hastalıklara neden olan *Monilinia fructigena*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Verticillium dahliae* türleri kullanılmıştır. Çalışmada yararlanılan fungus izolatları, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (KAEÜ) Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitoklinik Laboratuvarı'nda muhafaza edilen stok kültürlerden temin edilmiştir.

Denemelerde kullanılan aktif kültürlerin elde edilmesi amacıyla, stok kültürlerden alınan funguslar uygun koşullarda yeniden çoğaltılmış ve gelişimleri sağlanmıştır. Bu amaçla, 90 mm çapındaki steril petri kaplarına yaklaşık 20 mL patates dekstroza agar (PDA) besiyeri dökülmüş ve kültürler bu ortam üzerine aktarılmıştır. Ekim işlemlerinin ardından funguslar, 25 ± 2 °C sıcaklıkta 7 gün süreyle inkübe edilerek genç ve aktif miselyal gelişim göstermeleri sağlanmıştır. Antifungal etkinlik denemelerinde, bu süreç sonunda elde edilen sağlıklı ve aktif kültürler kullanılmıştır.

Fungusların PDA besiyerine aktarılması, besiyerinin hazırlanması ve petri kaplarına dökülmesi aşamalarının laboratuvar görüntüleri Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. KAEÜ fitoklinik laboratuvarlarında PDA hazırlanması (A), dökümü (B) ve PDA'nın petri kaplarındaki son hali (C)

3.1.3. Reaktifler ve Çözeltiler

Laboratuvar ve analiz aşamalarında kullanılan tüm çözeltiler, analitik saflıkta reaktifler ve ultra saf su (Milli-Q®, Millipore, Bedford, MA, ABD) kullanılarak hazırlanmıştır. Fenolik bileşiklerin kromatografik analizlerinde kullanılan LC-MS saflığındaki metanol (MeOH) ve kloroform (CHCl₃) çözücüleri Merck® (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilirken, HPLC saflığındaki formik asit J. T. Baker® (Phillipsburg, NJ, ABD) firmasından sağlanmıştır.

Bitki ekstraktlarının fitokimyasal profilinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen analizlerde, dış standart olarak %95'in üzerinde saflığa sahip fenolik bileşik standartları kullanılmıştır. Bu standartlar Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiş olup toplam 29 farklı bileşiği kapsamaktadır. Analizlerde kullanılan standartlar; apigenin, ellagik asit, epikateşin, ferulik asit, galangin, gallik asit, gentisik asit, hesperidin, kafeik asit, kateşin, klorojenik asit, krisin, kuersetin, luteolin, luteolin-7-glukozit, naringenin, oleuropein, *p*-hidroksibenzoik asit, *p*-kumarik asit, pinosembrin, protokatekuik aldehit, protokatekuik asit, resveratrol, rosmarinik asit, rutin, salisilik asit, sesamol, taksifolin ve vanilinden oluşmaktadır.

3.2. Metot

Bu bölümde, *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün fitokimyasal özelliklerini ve biyolojik aktivitelerini ortaya koymak amacıyla uygulanan yöntemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışma kapsamında; bitki materyalinin ekstraksiyonu, kromatografik analizler, antioksidan kapasite ölçümleri ile çeşitli bitki patojeni funguslara karşı gerçekleştirilen antifungal aktivite denemeleri sırasıyla ele alınmıştır.

3.2.1. Bitki Ekstraksiyonu İşlemleri

Çalışmada *S. candidissima* subsp. *candidissima* örneklerinin yalnızca toprak üstü organları (çiçekler, gövde ve yapraklar) kullanılmıştır. Arazi çalışmalarından sonra laboratuvara getirilen taze bitki materyalleri, doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde, iyi havalandırılan ortam şartlarında oda sıcaklığında kurutulmuştur. Bu yöntemin tercih edilmesindeki temel amaç; bitkinin içerdiği antioksidan özellik gösteren diğer biyoaktif maddelerin, fenolik bileşiklerin ve uçucu yağların yüksek sıcaklığın neden olabileceği bozulmalardan korunmasını sağlamaktır (Francik ve ark., 2020).

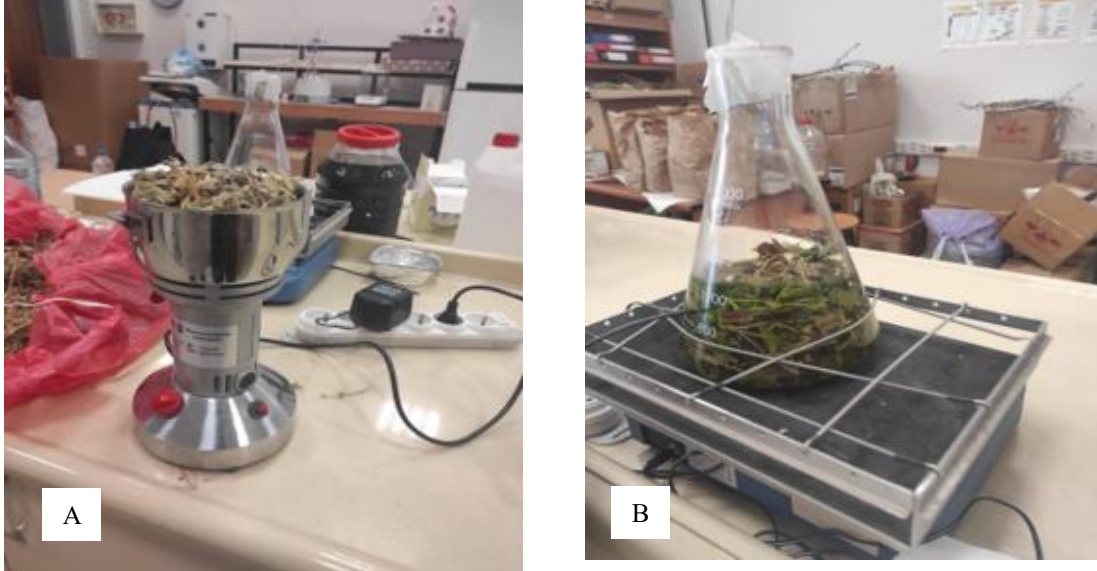
Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra bitki örnekleri; daha sonraki aşamalarda gerçekleştirilecek antifungal aktivite testleri, antioksidan kapasite ölçümleri ve LC-ESI-MS/MS analizlerinde kullanılmak üzere standart bir laboratuvar blenderi yardımıyla ince ve homojen bir toz haline getirilmiş ve kullanılacağı zamana kadar +4 °C'ye ayarlanmış buzdolabında karanlık koşullarda muhafaza edilmiştir. Homojenizasyon işlemi, ekstraksiyon veriminin artırılması ve analiz sonuçlarının daha güvenilir şekilde elde edilmesi açısından önemlidir.

Elde edilen bitki tozundan hassas terazi kullanılarak 100 g tartılmış ve steril koşullarda hazırlanmış 1 L hacmindeki erlenmeyere aktarılmıştır. Ardından çözücü olarak 600 mL metanol (MeOH) eklenmiştir. Metanol, özellikle fenolik bileşikler ve diğer sekonder metabolitlerin ekstraksiyonunda yüksek çözme kapasitesine sahip olması nedeniyle tercih edilmiştir. Nitekim *Salvia* türleri üzerinde daha önce yürütülen çalışmalarda da metanolün biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda etkili bir çözücü olduğu bildirilmiştir (Bayar ve Genç, 2018; Uysal ve ark., 2021).

Hazırlanan karışım, bitki dokularındaki biyoaktif bileşenlerin çözücü fazına daha etkin şekilde geçmesini sağlamak amacıyla oda sıcaklığında çalışan bir çalkalayıcıya yerleştirilmiş ve 24 saat süreyle ekstraksiyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda karışım, katı bitki kalıntıları olmayan partikül içermeyen temiz bir ekstrakt elde etmek amacıyla steril filtre kağıtları kullanılarak süzülmüştür.

Filtrasyon sonrasında elde edilen sıvı ekstrakt içerisindeki metanol, ekstraktın kimyasal bütünlüğünü koruyabilmek amacıyla düşük sıcaklıkta çalışan döner buharlaştırıcı (rotary evaporatör) yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Buharlaştırma işlemi 32 °C'de gerçekleştirilmiş ve böylece sıcaklığa duyarlı bileşiklerin zarar görmesi en düşük seviyeye indirilmeye çalışılmıştır (Quradha ve ark., 2024). Çözücünün tamamen uzaklaştırılmasının ardından elde edilen ham ekstrakt, araştırmanın ilerleyen aşamalarında gerçekleştirilecek biyolojik aktivite çalışmaları ve fitokimyasal analizlerde

kullanılmak üzere +4 °C'ye ayarlanmış buzdolabında karanlık koşullarda muhafaza edilmiştir. Bitki materyalinin öğütülmesi ve ekstraksiyon işlemlerine ilişkin laboratuvar çalışmalarının görüntüleri Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Toplanan bitki örneklerinin öğütülmesi (A) ve ekstraksiyon işlemi (B)

3.2.2. LC-ESI-MS/MS Tabanlı Fitokimyasal Kantifikasyon

Elde edilen ekstraktların fenolik bileşik profilini Sıvı Kromatografisi-Elektrosprey İyonizasyon-Tandem Kütle Spektrometrisi (LC-ESI-MS/MS) yöntemi kullanılarak Hitit Üniversitesi Bilimsel Teknik Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜBTUAM)'inde yaptırılmıştır. Ölçümlerde, üçlü kuadropol kütle spektrometresi (TSQ Quantum Access Max[®], Thermo Scientific) ile entegre çalışan ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi sistemi (UHPLC, Dionex Ultimate 3000[®], Thermo Scientific) kullanılmıştır. Sistem; ikili pompa ünitesi, otomatik örnekleyici, sıcaklık kontrollü kolon bölmesi ve vakumlu gaz giderici gibi temel modüllerden oluşmaktadır. Ekstraktlardaki fenolik bileşiklerin kromatografik ayrımı, 250 mm*4,6 mm boyutlarında ve 5 µm partikül büyüklüğüne sahip C18 ters faz Inertsil ODS HYPERSIL kolonu ile sağlanmıştır.

Kromatografik ayrımlarda mobil faz olarak iki farklı çözücü sistemi tercih edilmiştir. Bunlardan çözücü A %0,1 formik asit içeren saf su, çözücü B ise metanol olarak hazırlanmıştır. İşlem süresince uygulanan gradient elüsyon programında başlangıçta 0-1. dakikalar arasında %0 B kullanılmış, ardından 1-22. dakikalar arasında mobil faz bileşimi kademeli olarak %95 B seviyesine yükseltilmiştir. Söz konusu oran 22-25. dakikalar arasında sabit tutulmuş ve 25-30. dakikalar arasında %100 B'ye çıkarılmıştır. Toplam okuma süresi 34 dakika olarak belirlenirken, enjeksiyon hacmi 20

μL ve mobil faz akış hızı $0,7 \text{ mL/dk}$ olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrometresinin iyonizasyon ve parçalanma parametreleri ise ön denemelerde yapılan optimizasyon çalışmalarıyla belirlenmiş ve tüm ölçümler boyunca sabit tutulmuştur.

Araştırmada uygulanan LC-ESI-MS/MS yöntemi, Kayır ve ark., 2023 tarafından bildirilen analitik prosedür temel alınarak mevcut araştırma koşullarına uyarlanmıştır. Yöntemin hassasiyetini değerlendirmek amacıyla tespit (LOD) ve tayin (LOQ) sınırları, sinyal/gürültü oranları esas alınarak sırasıyla $\text{LOD} = 3 \cdot \text{S/N}$ ve $\text{LOQ} = 10 \cdot \text{S/N}$ eşitlikleriyle hesaplanmıştır. Kalibrasyon işlemleri, fenolik standartların altı farklı konsantrasyonda hazırlanan çalışma çözeltileri ile gerçekleştirilmiş ve her bir bileşik için kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Bitki ekstraktlarında belirlenen fenolik bileşiklerin miktarları, bu eğrilerden elde edilen doğrusal regresyon denklemleri yardımıyla kantitatif olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi

Ekstraktın antioksidan kapasitesi, Şimşek ve ark. (2025) tarafından bildirilen DPPH yönteminin modifiye edilmiş bir versiyonu kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz öncesinde $0,26 \text{ mM}$ konsantrasyonunda taze DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) çözeltisi hazırlanmış ve bu çözelti, $20\text{-}1000 \mu\text{g/mL}$ konsantrasyon aralığında hazırlanan ekstrakt örnekleri ile etkileşime girmesi sağlanmıştır.

Her bir örneğe 1 mL DPPH çözeltisi ilave edildikten sonra karışımlar bir vorteks cihazı ile homojen hale getirilmiş ve radikal giderme reaksiyonunun tam olarak gerçekleşmesi amacıyla oda sıcaklığında, doğrudan ışık almayan bir ortamda 30 dakika boyunca inkübe edilmiştir. Bu sürenin ardından numunelerin absorban değerleri bir UV-Vis spektrofotometre cihazında 517 nm dalga boyunda okunmuş ve DPPH radikal süpürme yüzdeleri kontrol grubuna oranlanarak hesaplanmıştır.

Ekstraktın serbest radikallerin $\%50$ 'sini inhibe ettiği konsantrasyonu ifade eden IC_{50} değeri, oluşturulan doz-yanıt eğrileri üzerinden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve ekstraktın antioksidan performansının karşılaştırılabilmesi amacıyla pozitif kontrol olarak; askorbik asit, bütilhidroksianisol (BHA), bütilhidroksitoluen (BHT) ve Trolox analizlere dahil edilmiştir.

3.2.4. Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) Analizi

Ekstraktın ferrik iyonlarını indirgeme kapasitesi, Şimşek ve ark. (2025) tarafından bildirilen FRAP yönteminin modifiye edilmiş bir versiyonu kullanılarak tespit edilmiştir.

Analiz sürecinde öncelikle 1 mg/mL konsantrasyonda hazırlanan ekstrakt çözeltisinden 1 mL alınmış; ardından bu numune, pH 6,6 değerine ayarlanmış fosfat tamponu ve potasyum ferrisiyanür çözeltisi ile karıştırılarak reaksiyon ortamı oluşturulmuştur.

Hazırlanan sıvı karışım, ferrik iyonların indirgenme sürecinin tam olarak gerçekleşebilmesi amacıyla 50 °C sıcaklıkta 20 dakika boyunca inkübe edilmiştir. Belirlenen sürenin sonunda ortama ferrik klorür ile triklorasetik asit eklenerek tepkime sonlandırılmış ve karakteristik renk oluşumu gözlenmiştir. Süreç sonucunda meydana gelen Prusya mavisi kompleksinin yoğunluğu, bir spektrofotometre cihazı ile 700 nm dalga boyunda okunmuştur.

Elde edilen spektrofotometrik veriler üzerinden ekstraktın ferrik indirgeme gücü hesaplanmış ve sonuçlar, ekstrakt gramı başına miligram Trolox eşdeğeri (mg TE/g ekstrakt) birimiyle nicel olarak ifade edilmiştir. Ayrıca ekstraktın antioksidan performansının daha güvenilir biçimde değerlendirilebilmesi ve daha önce yürütülen çalışmalarla karşılaştırılabilmesi amacıyla pozitif kontrol olarak; askorbik asit, bütildihidroksianisol (BHA) ve bütildihidroksitoluen (BHT) analizlere dahil edilmiştir.

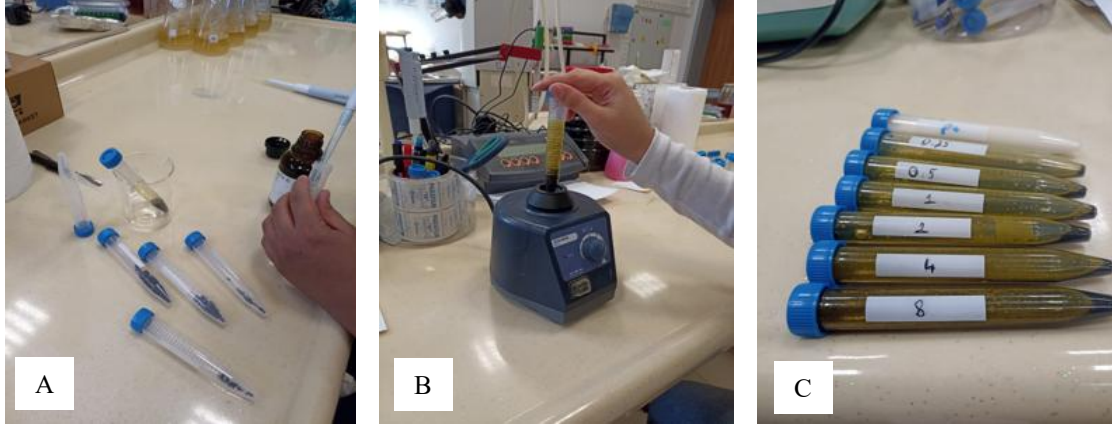
3.2.5. Antifungal Potansiyelin *In Vitro* Koşullarda Değerlendirilmesi

Elde edilen metanol ekstraktlarının antifungal potansiyeli, modifiye edilmiş agar dilüsyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırmada uygulanacak stok çözeltiyi hazırlamak amacıyla ekstrakt, öncelikle hacimce %1 oranında dimetil sülfoksit (DMSO) içerisinde çözündürülmüş; ardından yaklaşık 40 °C'ye kadar soğutulmuş steril patates dekstrozu agar (PDA) besiyerine ilave edilmiştir. Besiyerindeki son ekstrakt konsantrasyonları 0 (kontrol), 0,25, 0,50, 1, 2, 4 ve 8 mg/mL olacak şekilde ayarlanmış ve hazırlanan bu karışımdan 60 mm çapındaki her bir petri kabına yaklaşık 10 mL olacak şekilde eklenmiştir.

Antifungal etkinlik denemelerinde, yedi günlük genç fungal kültürlerden steril koşullar altında alınan 5 mm çapındaki miselyum diskleri petri kaplarının merkezine inoküle edilmiştir. Ekim işleminin ardından kültürler, 23 ± 2 °C sıcaklıktaki inkübatörde 10 gün süre ile gelişime bırakılmıştır. Fungal büyüme, koloni çaplarının birbirine dik iki eksen üzerinden ölçülmesiyle takip edilmiş ve ölçümler üç günlük periyotlarla kaydedilmiştir.

Araştırmanın yürütülmesinde, yalnızca %1 DMSO içeren ortam negatif kontrol grubu olarak değerlendirilirken, %80 thiram aktif maddesi içeren ticari bir fungusit pozitif kontrol olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Sonuçların güvenilirliğini artırmak amacıyla

tüm uygulamalar üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve deneyler bağımsız şekilde iki kez tekrar edilmiştir. Ekstraktların DMSO içerisinde çözündürülme aşamaları Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Dozları ayarlanmış falkon tüplerine DMSO eklenmesi (A), karıştırıcıda karıştırılması (B) ve karıştırılmış son hali (C)

Uygulamalar sonrasında test edilen etmenlerin miselyal gelişimlerinde meydana gelen engellenme düzeyleri, kontrol grubu ile karşılaştırılarak yüzde inhibisyon değerleri şeklinde belirlenmiştir. Bu hesaplamalar için, daha önce yürütülen çalışmalarda Pandey ve ark. (1982) tarafından bildirilen aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$I (\%) = [(dc - dt) / dc] * 100$$

Formülde;

I (%): Miselyal gelişimin inhibisyon oranını,

dc: Negatif kontrol grubunda ölçülen koloni çapını,

dt: Ekstrakt uygulanan grupta ölçülen koloni çapını, ifade etmektedir.

Belirtilen eşitlik kullanılarak, farklı ekstrakt konsantrasyonlarının ve çözücü tiplerinin test edilen etmenlerin gelişimini ne ölçüde baskılayabildiği nicel olarak belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen tüm analizlerden elde edilen veriler, istatistiksel açıdan değerlendirilmek üzere SPSS (sürüm 15.0) paket programına aktarılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi (ANOVA) tercih edilmiş; tespit edilen farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine başvurulmuştur. İstatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak esas alınmıştır.

Bunun yanı sıra, çalışma süresince elde edilen tüm nicel sonuçlar, ortalama ve standart sapma değerleri dikkate alınarak incelenmiş ve bulgular “ortalama $\pm$ standart sapma (SD)” formatında raporlanmıştır. Böylece uygulamalar arasındaki değişkenlik ve elde edilen verilerin güvenilirliği istatistiksel olarak doğrulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *candidissima* bitkisinden elde edilen ekstraktların fitokimyasal bileşimlerine ilişkin nitel ve nicel analiz sonuçları ile bu ekstraktların bitkisel üretimde önemli ekonomik kayıplara neden olan bazı fitopatojen funguslara karşı gösterdiği antifungal etkiler ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

4.1. LC-ESI-MS/MS ile Fenolik Bileşik Analiz Sonuçları

Salvia candidissima Vahl. subsp. *candidissima* metanol ekstraktının fenolik bileşim profili, LC-ESI-MS/MS kromatografi sistemi kullanılarak ortaya konulmuştur (Tablo 4.1). Okumalar kapsamında değerlendirilen 29 referans standart arasından toplam 11 fenolik bileşik ekstrakt örneklerinde saptanmıştır. Kantitatif sonuçlara göre, ekstraktta en yüksek konsantrasyonda bulunan bileşen luteolin-7-glukozit olup; miktarı 1578,279 µg/g ekstrakt olarak ölçülmüştür. Söz konusu bileşiği sırasıyla rosmarinik asit (776,977 µg/g ekstrakt), apigenin (118,250 µg/g ekstrakt) ve luteolin (41,267 µg/g ekstrakt) izlemiştir.

Bunun yanında; kafeik asit, klorojenik asit, protokatekuik aldehit ve sesamol gibi fenolik bileşenlerin daha düşük düzeylerde yer aldığı kaydedilmiştir. Taraması yapılan ancak cihazın tespit veya tayin sınırlarının altında kaldığı için nicel olarak ifade edilemeyen diğer fenolik maddeler ise sırasıyla; ellagik asit, ferulik asit, galangin, gallik asit, hesperidin, kateşin, krisin, kuersetin, naringenin, oleuropein, *p*-hidroksibenzoik asit, *p*-kumarik asit, pinosembrin, protokatekuik asit, resveratrol, salisilik asit, taksifolin ve vanilinden oluşmaktadır. Elde edilen veriler, incelenen taksonun özellikle flavonoid ve fenolik asit türevleri bakımından zengin bir kimyasal profile sahip olduğunu göstermektedir. Belirlenen fenolik bileşiklerin miktar değerleri ayrıntılı olarak Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. LC-ESI-MS/MS ile belirlenen *Salvia candidissima* subsp. *candidissima* MeOH (Metanol) ekstraktlarının kantitatif analizi

No	RT (Aıkonma Zamanı)	Fenolik Bileşikler	Miktarı (µg/g Ekstrakt)
1	9.19	Gallik asit	Belirlenemedi
2	11.11	Protokateşik asit	Belirlenemedi
3	12.06	Protokateşik aldehit	13,424
4	12.07	Sesamol	8,761
5	12.34	Gentisik asit	2,517
6	12.58	Kateşin	Belirlenemedi
7	13.61	Klorojenik asit	15,653
8	13.99	Epikateşin	0,196

No	RT (Alıkonma Zamanı)	Fenolik Bileşikler	Miktarı (µg/g Ekstrakt)
9	14.19	Kafeik asit	20,131
10	14.71	Vanilin	Belirlenemedi
11	15.71	p-Kumarik asit	Belirlenemedi
12	15.86	Taksifolin	Belirlenemedi
13	16.13	Ferulik asit	Belirlenemedi
14	16.36	Salisilik asit	Belirlenemedi
15	16.37	p-Hidroksibenzoik asit	Belirlenemedi
16	16.78	Hesperidin	Belirlenemedi
17	16.86	Rosmarinik asit	776,977
18	16.95	Oleuropein	Belirlenemedi
19	17.30	Luteolin-7-glukozit	1578,279
20	17.48	Rutin	3,317
21	17.59	Resveratrol	Belirlenemedi
22	19.08	Ellajik asit	Belirlenemedi
23	19.16	Naringenin	Belirlenemedi
24	19.75	Kersetin	Belirlenemedi
25	20.23	Luteolin	41,267
26	21.15	Apigenin	118,250
27	21.19	Pinosembrin	Belirlenemedi
28	22.59	Krizin	Belirlenemedi
29	22.64	Galangin	Belirlenemedi

Elde edilen bulgular, *S. candidissima* subsp. *candidissima* üzerine daha önce yürütülen çalışmalarla büyük ölçüde uyumludur. Nitekim Llorent-Martínez ve ark. (2025), metanol ekstraktlarında 35 farklı fenolik bileşik tanımlamış ve özellikle hiperozit ile rutin bileşenlerinin yüksek düzeylerde bulunduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Emre ve ark. (2021), aynı alt türün fenolik profilini inceleyerek ferulik asit, kafeik asit, rosmarinik asit ve vanilik asidin başlıca bileşenler arasında yer aldığını belirlemiştir. *Salvia* cinsi kapsamındaki diğer türlerde gerçekleştirilen araştırmalar da benzer sonuçlar vermektedir. Örneğin Paje ve ark. (2022), *S. plebeia* türünde baskın flavonoidin 6-hidroksiluteolin-7-*O*-glukozit, baskın fenolik asidin ise rosmarinik asit olduğunu rapor edilmiştir.

Bununla birlikte, mevcut çalışmada luteolin-7-glukozit bileşiğinin en yüksek miktarda tespit edilmesi (Tablo 4.1), literatürde bildirilen önceki sonuçlardan kısmen farklılık taşımaktadır. Ortaya çıkan bu nicel değişimin; bitki materyalinin toplandığı fenolojik evre, ekstraksiyon işlemi ile çözücü özellikleri, ekolojik faktörler ve popülasyonlar arası genetik varyasyonlar gibi çeşitli etkenlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Öte yandan, güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özellikleriyle öne çıkan rosmarinik asidin (Merviç ve ark., 2022; Mróz ve Kusznierevicz, 2023) bu çalışmada da yüksek konsantrasyonlarda bulunması, *S. candidissima* subsp. *candidissima*

türünün hidroksisinnamik asit türevleri bakımından zengin bir kimyasal profile sahip olduğuna işaret etmektedir. *Salvia* türlerindeki biyoaktif bileşen miktarının çevresel ve genetik faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değişebildiği gerçeği, Bayar ve Genç (2018) ile Tepe ve ark. (2006) tarafından yürütülen çalışmalarda da açıkça vurgulanmıştır.

4.2. DPPH Radikal Süpürücü Aktivitesi

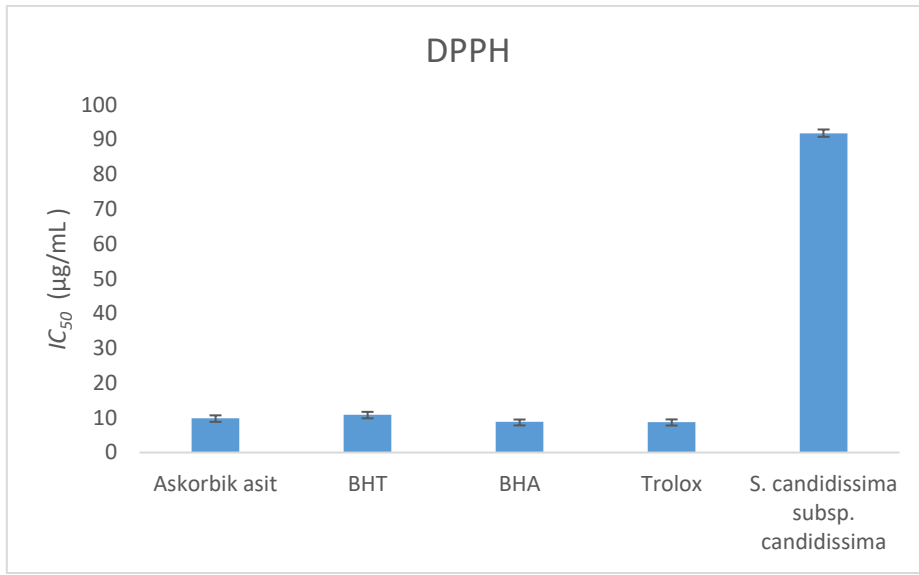
DPPH serbest radikal süpürme analizinden elde edilen sonuçlar, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının kayda değer bir antioksidan potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada ekstraktın IC₅₀ değeri 91,79 ± 1,12 µg/mL olarak ölçülmüştür. Bu değer; askorbik asit, BHT ve Trolox gibi saf standart antioksidanların performansının gerisinde kalsa da daha önce yürütülen çalışmalarda bildirilen birçok *Salvia* türü ve ekstraktı ile karşılaştırıldığında dikkat çekici bir serbest radikal süpürücü aktiviteye işaret etmektedir. DPPH analizinin nicel sonuçları Şekil 4.1’de sunulmuştur.

Önceki araştırmalar incelendiğinde, farklı araştırmacılar tarafından *S. candidissima* türü üzerinde yürütülen çalışmaların benzer antioksidan özellikler içerdiği değerlendirilmiştir. Llorent-Martínez ve ark. (2025), *S. candidissima* metanol ekstraktlarında 226,41 ± 1,03 mg TE/g ekstrakt düzeyinde radikal süpürücü aktivite belirlemiştir. Benzer şekilde Stankov ve ark. (2020), bitkinin %95 ve %70 etanol ekstraktlarında sırasıyla 275,67 ± 4,06 ve 237,12 ± 2,57 mM TE/g ekstrakt değerlerini kaydetmiştir. Öte yandan Tepe ve ark. (2006) ile Tosun ve ark. (2009), farklı ekstraktlar için sırasıyla 49,7 µg/mL ve 33,4 µg/mL IC₅₀ değerleri rapor etmiştir. Ayrıca Akay Diri (2006), en yüksek radikal süpürücü etkinliğin etanol (%94,7), etil asetat (%92,3) ve hekzan (%93,82) ekstraktlarında gözlemlendiğini vurgulamıştır.

Bu çalışmada saptanan antioksidan aktivitenin orta-yüksek düzeyde olması, metanol ekstraktının yapısında bulunan farklı polaritedeki bileşiklerle açıklanabilir. Metanol hem hidrofilik hem de belirli ölçüde lipofilik bileşenleri ekstrakte edebildiğinden, ekstrakt içerisindeki fenolik ve flavonoid yapıdaki bileşiklerin DPPH radikali ile etkileşimi toplam aktivite üzerinde belirleyici rol oynamış olmalıdır (Kayir ve ark., 2023). Literatürde bildirilen bazı sonuçlara göre farklılık gösteren IC₅₀ değerlerinin ise bitkinin yetiştiği ekolojik ortamın; hasat dönemi, iklimsel faktörler, rakım ve toprak özellikleri gibi değişkenlere bağlı olarak fitokimyasal metabolit üretimini etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Doğan ve ark., 2008).

Elde edilen tüm bu bulgular, ekstraktın etkili bir serbest radikal süpürücü kapasiteye sahip olduğunu açıkça kanıtlamaktadır. Özellikle LC-MS/MS analizlerinde

yüksek miktarlarda belirlenen luteolin-7-glukozit ve rosmarinik asit gibi fenolik bileşenlerin, gözlenen antioksidan aktiviteye önemli ölçüde katkı sağladığı değerlendirilmektedir. Söz konusu bileşiklerin güçlü elektron verme ve serbest radikalleri stabilize etme yetenekleri, önceki çalışmalarla da desteklenmiştir (Aydın ve ark., 2024; Kishore ve ark., 2007; Merviç ve ark., 2022; Mróz ve Kusznierevicz, 2023). Dolayısıyla, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek yüksek bir potansiyel taşıdığı ifade edilebilir.



Şekil 4.1. Metanol ekstraktının DPPH testi sonuçları

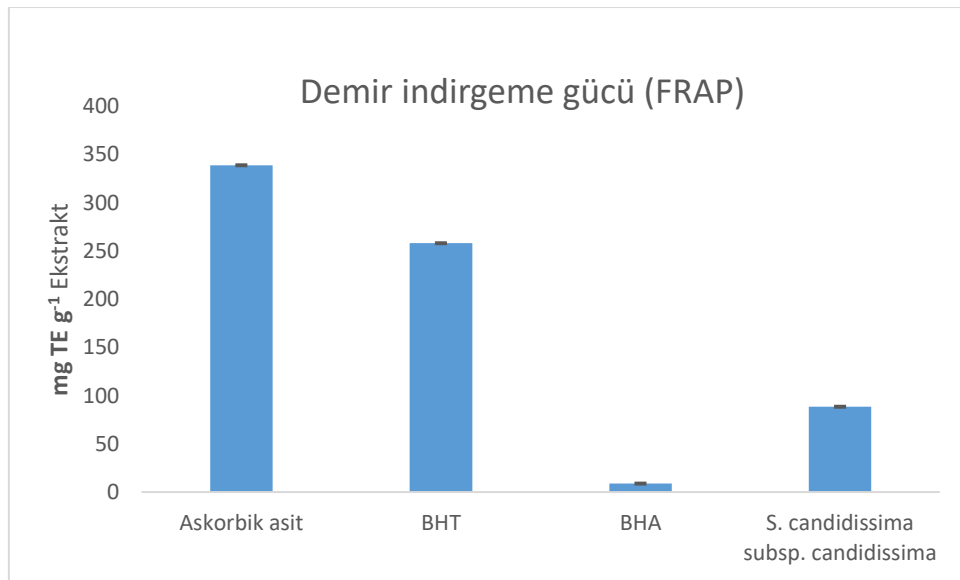
4.3. Ferrik İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP)

S. candidissima subsp. *candidissima* metanol ekstraktının ferrik iyonlarını indirgeme kapasitesi FRAP yöntemi ile tespit edilmiş olup, bu değer $88,41 \pm 1,17$ mg TE g⁻¹ ekstrakt olarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular, ekstraktın belirgin bir indirgeme gücüne sahip olduğunu ve antioksidan özellik gösterdiğini kanıtlamaktadır. Referans antioksidanlarla yapılan karşılaştırmada ferrik indirgeme aktivitesi; askorbik asit > BHT > metanol ekstraktı > BHA şeklinde sıralanmıştır. Bu durum, bitki ekstraktının sentetik ve doğal standart antioksidanlara kıyasla orta düzeyde bir indirgeme kapasitesine sahip olduğuna, ancak yine de dikkate değer bir elektron transfer yeteneği sergilediğine işaret etmektedir. FRAP analizine ilişkin nicel sonuçlar Şekil 4.2’de sunulmuştur.

FRAP analizinde elde edilen yüksek veriler, örnekte bulunan bileşiklerin ferrik (Fe³⁺) iyonlarını ferro (Fe²⁺) forma dönüştürme kapasitesinin yüksekliğini yansıtmaktadır. Bu çalışmada saptanan indirgeme gücü, ekstraktın fenolik bileşenler bakımından zengin yapısıyla ilişkilendirilebilir. Nitekim fenolik bileşikler, hidrojen veya

elektron bağışlayarak oksidatif süreçleri yavaşlatabilen önemli doğal antioksidanlar arasında yer almaktadır (Lu ve Foo, 2002; Mervić ve ark., 2022; Mróz ve Kusznierevicz, 2023; Topçu ve ark., 1995). Bu nedenle elde edilen sonuçlar, incelenen türün serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarın önlenmesinde potansiyel bir doğal antioksidan kaynak olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Önceki araştırmalar incelendiğinde, *S. candidissima* türü üzerinde yürütülen çalışmalarda FRAP değerlerinin farklılık içerdiği görülmektedir. Örneğin Llorent-Martínez ve ark. (2025) tarafından $124,57 \pm 3,07 \text{ mg TE g}^{-1}$ ekstrakt düzeyinde bir ferrik indirgeme kapasitesi rapor edilirken, Bayar ve Genç (2018) bu değeri $1,20 \pm 0,16 \text{ mmol TE g}^{-1}$ ekstrakt olarak bildirmiştir. Araştırmalar arasında ortaya çıkan bu nicel farklılıkların; analiz koşulları, bitki materyalinin toplandığı dönem, çözücülerin kimyasal özellikleri ve ekstraksiyon yöntemleri gibi değişkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada ulaşılan bulgular, bitki ekstraktının dikkate değer bir elektron verme kapasitesine sahip olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Söz konusu durum, ekstraktta bulunan fenolik bileşiklerin redoks özellikleri etkisiyle oksidatif süreçlerde aktif rol oynadığını ve serbest radikal oluşumunu baskılayarak antioksidan savunmaya önemli ölçüde katkı sağladığını doğrulamaktadır.



Şekil 4.2. Metanol ekstraktının FRAP testi sonuçları

4.4. Antifungal Aktivite

Yürütülen *in vitro* biyolojik testler sonucunda, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının bitki patojeni funguslar olan *Monilinia fructigena*

(MF), *Rhizoctonia solani* (RS), *Sclerotinia sclerotiorum* (SS) ve *Verticillium dahliae* (VD) üzerinde belirgin düzeyde antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, ekstraktın antifungal potansiyelinin hem uygulanan doza bağlı hem de patojen türüne özgü olarak değişiklik sergilediğini göstermiştir. Çalışmada kullanılan 0,25, 0,50, 1, 2, 4 ve 8 mg/mL konsantrasyonlarındaki uygulamalar sonrasında elde edilen miselyal gelişim inhibisyon oranları Tablo 4.2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Antifungal etki denemelerine ilişkin görsel bulgular ise Şekil 4.3’te verilmiştir.

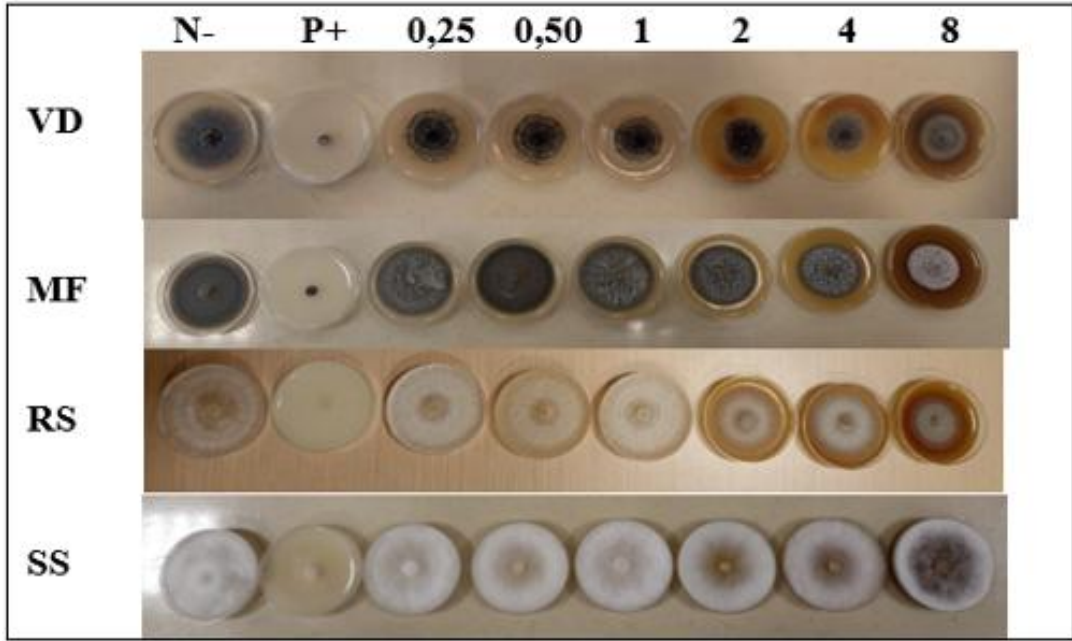
Uygulamalarda pozitif kontrol olarak kullanılan ve thiram aktif maddesi içeren uygulamanın, test edilen tüm etmenlerde miselyal gelişimi tamamen durdurarak %100 inhibisyon sağladığı kaydedilmiştir. Buna karşılık, negatif kontrol olarak analizlere dahil edilen %1 DMSO uygulamasında herhangi bir inhibe edici etkisi gözlenmemiştir. Bu durum, saptanan antifungal etkinin doğrudan ekstrakt kaynaklı olduğunu ve kullanılan çözücünün fungus gelişimi üzerinde herhangi bir baskılayıcı rolünün bulunmadığını doğrulamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ekstrakt konsantrasyonundaki artışa paralel şekilde test edilen etmenlerde miselyal gelişimin baskılanma oranlarının arttığı saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler, uygulanan dozlar arasındaki farklılıkların anlamlı olduğunu ve inhibisyon oranlarının artan ekstrakt konsantrasyonuyla birlikte istatistiksel açıdan önemli düzeyde yükseldiğini doğrulamıştır ($p < 0,05$). Bu sonuçlar, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının fitopatojen funguslara karşı doğal bir antifungal ajan olarak kullanılabilecek değerli bir biyolojik aktiviteye sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca elde edilen bu umut verici bulgular, *Salvia* türlerinin çeşitli hastalık etmenlerine karşı güçlü bir biyokontrol potansiyeli taşıdığını bildiren önceki çalışmalarla da tam bir uyum içindedir (Dulger ve Hacıoğlu, 2009; Yılar ve Bayan, 2017; Yılar ve Kadioğlu, 2016; Zomorodian ve ark., 2017).

Tablo 4.2. Metanol ekstraktının test edilen etmenlere karşı antifungal aktivitesi

Doz (mg/mL)	<i>Monilinia fructigena</i> (MF)	<i>Rhizoctonia solani</i> (RS)	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (SS)	<i>Verticillium dahliae</i> (VD)
Kontrol+	100 ± 0,00a*	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a	100 ± 0,00a
Kontrol-	0,00 ± 0,00d	0,00 ± 0,00e	0,00 ± 0,00b	0,00 ± 0,00f
0,25	0,00 ± 0,00d	0,00 ± 0,00e	0,00 ± 0,00b	6,50 ± 6,50e
0,5	0,00 ± 0,00d	0,00 ± 0,00e	0,00 ± 0,00b	23,40 ± 0,34d
1	0,00 ± 0,00d	0,00 ± 0,00e	0,00 ± 0,00b	23,69 ± 0,48
2	31,32 ± 1,12c	35,77 ± 2,17d	0,00 ± 0,00b	33,25 ± 1,92c
4	37,02 ± 0,41c	41,44 ± 4,27c	0,00 ± 0,00b	38,75 ± 1,75c
8	49,16 ± 0,51b	52,26 ± 0,34b	0,00 ± 0,00b	47,28 ± 1,06b

*Aynı sütundaki aynı harfli ortalamalar ANOVA testi sonrası anlamlı derecede farklı değildir ($\alpha = 0,05$); Kontrol (+) Thiram; Kontrol (-) %1 DMSO



Şekil 4.3. Metanol ekstraktının test etmenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi (N-: Negatif Kontrol (%1 DMSO), P+: Pozitif Kontrol (Thiram *Monilinia fructigena* (MF), *Rhizoctonia solani* (RS), *Sclerotinia sclerotiorum* (SS), *Verticillium dahliae* (VD)

Elde edilen veriler, *S. candidissima* subsp. *candidissima* metanol ekstraktının test edilen fungal patojenler üzerinde türe bağlı olarak değişen düzeylerde antifungal etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Uygulanan en yüksek konsantrasyonda (8 mg/mL) ekstrakt, *R. solani*'nin miselyal gelişimini %52,26 oranında baskılayarak en yüksek inhibisyonu kaydetmiştir. Bu etkiyi sırasıyla %49,16 inhibisyon oranı ile *M. fructigena* ve %47,28 oran ile *V. dahliae* takip etmiştir. Buna karşılık, *S. sclerotiorum* türünün uygulanan tüm dozlara karşı duyarsız kaldığı ve ekstraktın bu patojen üzerinde herhangi bir engelleyici etki oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Ekstraktın antifungal potansiyelinin daha ayrıntılı değerlendirilmesi amacıyla hesaplanan ölümcül doz (LC_{50}) değerleri de benzer bir eğilim sergilemiştir. Buna göre, en düşük LC_{50} değerine sahip olan *R. solani* (5,66 mg/mL), ekstrakta karşı en duyarlı patojen olarak öne çıkmıştır. *M. fructigena* için hesaplanan LC_{50} değeri 6,40 mg/mL olurken, *V. dahliae* için bu değer 8,73 mg/mL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu bulgular, ekstraktın özellikle *R. solani* üzerinde daha güçlü bir biyolojik aktiviteye sahip olduğuna işaret etmektedir. Patojenlerin LC_{50} değerleri ile diğer istatistiksel parametreler Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Bitki ekstraktının test edilen etmenlere karşı öldürücü doz değerleri (mg/mL)

Ekstrakt (mg/mL)	LC Değer	<i>Monilinia fructigena</i> (MF)	<i>Rhizoctonia solani</i> (RS)	<i>Verticillium dahliae</i> (VD)
	LC ₅₀ (mg/mL)	6,40	5,66	8,73
Metanol	Eğim	1,94 ± 0,193	1,97 ± 0,187	0,76 ± 0,113
	Ki-kare	27,27	33,98	5,02

Bu çalışmada elde edilen antifungal aktivite sonuçları, *Salvia* türleri üzerine literatürde bildirilen bulgularla büyük ölçüde uyum içindedir. Bayar ve Genç (2018), *S. candidissima*'dan elde edilen uçucu yağların *A. solani* ve *R. solani*'nin gelişimini sırasıyla %51,87 ve %57,92 oranlarında baskıladığını rapor etmişlerdir. Araştırmamızda saptanan antifungal etkinin de benzer şekilde, bitkide bulunan apigenin, luteolin-7-glukozit ve rosmarinik asit gibi biyolojik açıdan aktif sekonder metabolitlerden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. İlgili bileşiklerin fungal hücre duvarı ve zar yapısını olumsuz etkileyerek geçirgenliği değiştirdiği, spor çimlenmesini engellediği ve sonuç olarak fungal gelişimi sınırlandırdığı bilinmektedir (Aydın ve ark., 2024).

Önceki araştırmalar incelendiğinde, *Salvia* cinsi kapsamındaki türlerin hem bitki patojeni hem de klinik öneme sahip funguslar üzerinde dikkate değer antifungal özellikler sergilediği görülmektedir. Gülmez (2010), *S. caespitosa* ekstraktının mikotoksin üreten *Aspergillus ochraceus*'a karşı belirgin ve seçici bir antifungal aktivite gösterdiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde Saygılı ve ark. (202TA5), endemik bir tür olan *S. potentillifolia*'nın uçucu yağlarının *Botrytis cinerea* üzerinde önemli düzeyde baskılayıcı etki oluşturduğunu kaydetmiştir. Klinik açıdan değerlendirildiğinde ise Dulger ve Dulger (2021), *S. verticillata* ekstraktlarının *Cryptococcus* ve *Geotrichum* cinside dahil bazı türlere karşı etkili olduğunu; Salari ve ark. (2016) ise *S. rhytidea* metanol ekstraktlarının çeşitli *Candida* suşlarının gelişimini önemli ölçüde sınırlandırdığını kanıtlamıştır. Ayrıca Dulger ve Hacıoğlu (2009) tarafından yürütülen çalışmada, *S. tigrina*'nın geniş bir fungal spektruma karşı antifungal aktivite barındırdığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye florasında doğal olarak yayılış gösteren *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün Kayseri ili Sarız ilçesinden toplanan örnekleri; fitokimyasal özellikleri ve bazı önemli bitki patojenlerine karşı antifungal potansiyeli açısından incelenmiştir. LC-ESI-MS/MS analizleri sonucunda ekstraktın başlıca fenolik bileşenlerinin; apigenin, luteolin, luteolin-7-glukozit ve rosmarinik asit olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1). Elde edilen veriler, söz konusu türün fenolik asitler ve flavonoidler bakımından zengin bir içeriğe sahip olduğunu doğrulamaktadır. Literatürde bu sekonder metabolitlerin güçlü antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerle ilişkilendirilmesi (Mervić ve ark., 2022; Mróz ve Kusznierevicz, 2023; Topçu ve ark., 1995), ekstraktın gözlenen biyolojik etkilerini bilimsel temelde desteklemektedir.

DPPH radikal süpürme aktivitesinde IC₅₀ değerinin 91,79 ± 1,12 µg/mL olarak hesaplanması ve FRAP analizinde 88,41 ± 1,17 mg TE g⁻¹ düzeyinde ferrik indirgeme kapasitesinin bulunması, ekstraktın yüksek bir antioksidan potansiyel taşıdığına işaret etmektedir. Bu bulgular, *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün oksidatif stresle mücadelede kullanılabilecek değerli doğal kaynaklar arasında yer alabileceğini özetlemektedir.

Antifungal etkinlik denemelerinde ise ekstraktın; *Monilinia fructigena*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae* gibi bitkisel üretimde ekonomik açıdan önemli fungal etmenlere karşı değişen düzeylerde baskılayıcı etki oluşturduğu kaydedilmiştir. Özellikle hedef etmenlerin bir kısmında ulaşılan yüksek inhibisyon oranları, ekstrakt bünyesindeki fenolik bileşenlerin sinerjik biçimde çalışarak miselyal büyüme üzerinde engelleyici rol oynadığını göstermektedir. Gözlenen bu biyolojik etkinin; hücre zarında meydana gelen yapısal bozulmalar, artan oksidatif stres ve temel metabolik süreçlerde görev alan enzimlerin inaktivasyonu gibi farklı mekanizmalar üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir. Elde edilen bulgular, *Salvia* cinsi kapsamındaki diğer türlerin fungitoksik etkilerini rapor eden önceki araştırmalarla da tam bir uyum içindedir (Dulger ve Hacıoğlu, 2009; Yılar ve Bayan, 2017).

Araştırma bulguları bir bütün olarak ele alındığında, *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün hem zengin kimyasal içeriği hem de yüksek biyolojik aktivitesiyle oldukça dikkat çekici bir profil sunduğu anlaşılmaktadır. Bu özelliklerinin bir sonucu olarak; doğal antioksidan ve biyofungisit formülasyonlarının geliştirilmesinde kullanılabilecek umut verici bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Özellikle sürdürülebilir

bitkisel üretim uygulamalarında, çevresel riskleri bulunan sentetik pestisitlere karşı çevre dostu bitki koruma ürünlerinin üretimi bağlamında büyük bir potansiyel barındırmaktadır.

Gelecekte yürütülecek çalışmalarda, ekstraktın biyolojik aktivitesinden sorumlu spesifik bileşenlerin daha hassas biçimde izole edilebilmesi adına biyoaktivite yönlendirmeli fraksiyonlama analizlerine ağırlık verilmesi tavsiye edilmektedir. Ayrıca, *in vitro* koşullarında elde edilen sonuçların tarla ve sera ortamlarında da doğrulanabilmesi amacıyla *in vivo* antifungal denemelerin tasarlanması büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte, bitki ekstraktlarının patojenler üzerindeki etki mekanizmalarını moleküler düzeyde açıklayacak genetik araştırmalar, ulaşılan sonuçların çok daha kapsamlı şekilde yorumlanmasına bilimsel katkı sunacaktır. Son olarak metabolomik ve transkriptomik yaklaşımların entegre biçimde kullanılması, söz konusu türdeki biyolojik aktiviteden sorumlu sekonder metabolitlerin biyosentez yollarının aydınlatılmasına ve tarımsal biyoteknoloji alanında yeni stratejilerin geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, *S. candidissima* subsp. *candidissima* türünün fitokimyasal profili ve biyolojik aktiviteleri hakkında kapsamlı ve özgün veriler ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, incelenen türün hem bitkisel üretim hem de farmasötik biyoteknoloji alanlarında değerlendirilebilecek doğal bir kaynak olduğunu kanıtlamakta (İbrahim, 2012; Kamatou ve ark., 2006b; Mohammadhosseini ve ark., 2017; Sonboli ve ark., 2006) ve gelecekte gerçekleştirilecek uygulamalı araştırmalar için sağlam bir bilimsel zemin hazırlamaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Aamer, H., Al-Askar, A., Gaber, M., El-Tanbouly, R., Abdelkhalek, A., Behiry, S., Elsharkawy, M., Kowalczewski, P. ve El-Messeiry, S. (2023). Extraction, phytochemical characterization, and antifungal activity of *Salvia rosmarinus* extract. *Open Chemistry*, 21(1), Makale 20230124. <https://doi.org/10.1515/chem-2023-0124>
- Agrios, G. N. (2004). *Plant pathology* (5. bs.). Elsevier Academic Press.
- Akay Diri, H. (2006). *Salvia candidissima* Vahl. uçucu bileşenlerinin karakterizasyonu ve antioksidant aktivitelerinin belirlenmesi (Tez No. 180267) [Yüksek lisans tezi, Muğla Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Alizadeh, A. (2013). Essential oil constituents, antioxidant and antimicrobial activities of *Salvia virgata* Jacq. from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(2), 172-182. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.793974>
- Aşkun, T., Başer, K. H., Tümen, G. ve Kürkçüoğlu, M. (2010). Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. *Turkish Journal of Biology*, 34(1), 89-95. <https://doi.org/10.3906/biy-0809-2>
- Aydın, M., Unusan, N., Sumlu, E. ve Korucu, E. N. (2024). Rosmarinic acid exhibits antifungal and antibiofilm activities against *Candida albicans*: Insights into gene expression and morphological changes. *Journal of Fungi*, 10(11), Makale 751. <https://doi.org/10.3390/jof10110751>
- Aydın, O. ve Tursun, N. (2010). Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların bazı yabancı ot tohumlarının çimlenme ve çıkışına olan etkilerinin araştırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 13(1), 11-17. <https://izlik.org/JA75UA32SW>
- Bağcı, Y., Elmalı, N. ve Doğu, S. (2022). *Salvia candidissima* Vahl. (Lamiaceae) alt türlerinin morfolojik ve anatomik özelliklerinin incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 48(2), 72-78. <https://doi.org/10.35238/sufefd.922719>
- Balaei-Kahnamoei, M., Eftekhari, M., Ardekani, M. R. S., Akbarzadeh, T., Saeedi, M., Jamalifar, H., Safavi, M., Sam, S., Zhalehjoo, N. ve Khanavi, M. (2021). Phytochemical constituents and biological activities of *Salvia macrosiphon* Boiss. *BMC Chemistry*, 15, Makale 4. <https://doi.org/10.1186/s13065-020-00728-9>
- Bayar, Y. (2026). Quantification of phenolic components by LC-ESI-MS/MS and evaluation of the antifungal and bioherbicidal activities of *Salvia aethiopis* from

- its methanol extracts. *Plant Biosystems*, 160(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1007/s44473-026-00071-2>
- Bayar, Y. ve Genç, N. (2018). Determination of the chemical components, antioxidant and antifungal activities of essential oil and plant extract of *Salvia candidissima* Vahl. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(2), 93-99.
<https://doi.org/10.29136/mediterranean.362163>
- Baytop, T. (1994). Türkiye’de tıbbi ve kokulu bitkilerin kullanımına tarihsel bir bakış. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni*, (10), 24-27.
- Bekut, M., Brkić, S., Kladar, N., Dragović, G., Gavarić, N. ve Božin, B. (2018). Potential of selected Lamiaceae plants in anti(retro)viral therapy. *Pharmacological Research*, 133, 301-314. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.12.016>
- Boukhary, R., Raafat, K., Ghoneim, A. I., Aboul-Ela, M. ve El-Lakany, A. (2016). Anti-inflammatory and antioxidant activities of *Salvia fruticosa*: An HPLC determination of phenolic contents. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016(1), Makale 7178105.
<https://doi.org/10.1155/2016/7178105>
- Ceylan, A. (1987). *Tıbbi bitkiler II (Uçucu yağ içerenler)* (1. bs.). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Ofset Basımevi, Bornava-İzmir.
- Çamurcu, H. (2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(13), 87-105. <https://izlik.org/JA42XA46AB>
- Çelen, S. (2006). *Türkiye’de yayılış gösteren dört Thymus türünün uçucu yağ bileşimleri, antibakteriyel ve antifungal aktivite özelliklerinin belirlenmesi* (Tez No. 177979) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Celep, F., & Doğan, M. (2023). The genus *Salvia* in Turkey: morphology, ecology, phytogeography, endemism and threat categories. In *Medicinal and aromatic plants of Turkey* (pp. 107-120). Cham: Springer International Publishing.
- Dağ, M. M. ve Akbay, C. (2022). Sürdürülebilir tarımsal uygulamalar ile küresel gıda krizine karşı alternatif çözümler. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 182-194. <https://izlik.org/JA32YD33DZ>
- Demirpolat, A. (2023). Essential oil composition analysis, antimicrobial activities, and biosystematic studies on six species of *Salvia*. *Life*, 13(3), Makale 634.
<https://doi.org/10.3390/life13030634>

- Doğan, M., Akıcı, N., Diken, M., Doğan, S., Yılmaz Kardeş, B. ve Dirmenci, T. (2022). Biological activities of some *Salvia* species. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 77(3-4), 133-143. <https://doi.org/10.1515/znc-2021-0136>
- Doğan, M., Pehlivan, S., Akaydın, G., Bağcı, E., Uysal, İ. ve Doğan, H. M. (2008). *Türkiye’de yayılış gösteren Salvia L. (Labiatae) cinsinin taxonomik revizyonu* (Proje No: 104 T 450). TÜBİTAK.
- Dulger, B. ve Hacıoğlu, N. (2008). Antifungal activity of endemic *Salvia tigrina* in Turkey. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7(3), 1051-1054. <http://www.tjpr.org>
- Dulger, G. ve Dulger, B. (2021). Antifungal activity of *Salvia verticillata* subsp. *verticillata* against fungal pathogens. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 305-307. <https://dx.doi.org/10.33631/duzcesbed.877107>
- Duman, H., Kırimer, N., Ünal, F., Güvenç, A. ve Şahin, P. (2005). *Türkiye Sideritis L. Türleri’nin Revizyonu* (Proje No: TBAG-1853, 199T090). TÜBİTAK.
- Durant, J. L. (2019). Where have all the flowers gone? Honey bee declines and exclusions from floral resources. *Journal of Rural Studies*, 65, 161-171. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.10.007>
- Emre, I., Kursat, M., Kirbag, S., Erecevit, P., Emre, M. Y., Yılmaz, O. ve Civelek, S. (2021). The antioxidant and antimicrobial capacities of phenolic profiles of some *Salvia* L. seeds grown in Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite*, 8(1), 20-30. <https://doi.org/10.21448/ijsm.780232>
- Er, M., Tugay, O., Özcan, M. M., Ulukuş, D. ve Al-Juhaimi, F. (2013). Biochemical properties of some *Salvia* L. species. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(6), 5193-5198. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2935-z>
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M. S. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *EÜFBED - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 233-265.
- Firuzi, O., Miri, R., Asadollahi, M., Eslami, S. ve Jassbi, A. R. (2013). Cytotoxic, antioxidant and antimicrobial activities and phenolic contents of eleven *Salvia* species from Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 12(4), 801-810.
- Francik, S., Francik, R., Sadowska, U., Bystrowska, B., Zawislak, A., Knapczyk, A. ve Nzeyimana, A. (2020). Identification of phenolic compounds and determination of antioxidant activity in extracts and infusions of *Salvia* leaves. *Materials*, 13(24), Makale 5811. <https://doi.org/10.3390/ma13245811>

- Gad, H. A., Mamadalieva, R. Z., Khalil, N., Zengin, G., Najar, B., Khojimatov, O. K., Al Musayeib, N. M., Ashour, M. L. ve Mamadalieva, N. Z. (2022). GC-MS chemical profiling, biological investigation of three *Salvia* species growing in Uzbekistan. *Molecules*, 27(17), Makale 5365. <https://doi.org/10.3390/molecules27175365>
- Generalić, I., Skroza, D., Šurjak, J., Možina, S. S., Ljubenković, I., Katalinić, A., Šimat, V. ve Katalinić, V. (2012). Seasonal variations of phenolic compounds and biological properties in sage (*Salvia officinalis* L.). *Chemistry & Biodiversity*, 9(2), 441-457. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201100219>
- Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R. ve Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
- Göger, F. (2006). *Salvia virgata* Jacq. ve *Salvia halophila* Hedge'nin antioksidan etkilerinin ve bileşimlerinin belirlenmesi (Tez No. 193100) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Guzel, K. S., Oksuz, Z., Gungor, U. S. Ş., Belveren, S. ve Kahraman, A. (2023). Phytochemical analysis and biological activities of *Salvia candidissima* subsp. *candidissima* mericarps. *Botanica Serbica*, 47(1), 19-29. <https://doi.org/10.2298/BOTSERB2301019G>
- Gülçin, İ., Tel, A. Z., Gören, A. C., Taslimi, P. ve Alwasel, S. H. (2019). Sage (*Salvia pilifera*): determination of its polyphenol contents, anticholinergic, antidiabetic and antioxidant activities. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3), 2062-2074. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00127-2>
- Gülçin, İ., Uğuz, M. T., Oktay, M., Beydemir, Ş. ve Küfrevioğlu, Ö. İ. (2004). Evaluation of the antioxidant and antimicrobial activities of clary sage (*Salvia sclarea* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(1), 25-33.
- Gülmez, D. (2010). *Salvia caespitosa* Montbret and *aucher* ex. Bentham türünün petrol eteri, etanol ve metanol ekstraktlarının antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi (Tez No. 275282) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Hatipoğlu, S. D. (2010). *Salvia adenophylla* ve *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca* bitkilerindeki sekonder metabolitlerin aktivite odaklı izolasyonu ve yarı sentetik türevlerinin antioksidan ve antikolinesteraz aktivitelerinin incelenmesi (Tez No. 292369) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Hitokoto, H., Morozumi, S., Wauke, T., Sakai, S. ve Kurata, H. (1980). Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, 39(4), 818-822. <https://doi.org/10.1128/aem.39.4.818-822.1980>
- Ibrahim, T. A. (2012). Chemical composition and biological activity of extracts from *Salvia bicolor* Desf. growing in Egypt. *Molecules*, 17(10), 11315-11334. <https://doi.org/10.3390/molecules171011315>
- İpek, A. (2007). *Tıbbi adaçayı (Salvia officinalis) hatlarında azotlu gübrelemenin herba verimi ve bazı özellikler üzerine etkileri* (Tez No. 213773) [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Kamatou, G. P. P., van Zyl, R. L., van Vuuren, S. F., Viljoen, A. M., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G. ve Tilney, P. M. (2006a). Chemical composition, leaf trichome types and biological activities of the essential oils of four related *Salvia* species indigenous to Southern Africa. *Journal of Essential Oil Research*, 18(sup1), 72-79. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.12067125>
- Kamatou, G. P. P., van Zyl, R. L., van Vuuren, S. F., Viljoen, A. M., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G. ve Pedro, L. G. (2006b). Biological activities and composition of *Salvia muiirii* L. Bol. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 18(sup1), 48-51. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.12067119>
- Karabacak, E. (2009). *Türkiye'nin Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesindeki Salvia L. (Lamiaceae) cinsinin revizyonu* (Tez No. 259327) [Doktora tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Karık, Ü. ve Sağlam, A. C. (2018). Marmara Bölgesi'ndeki Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarının belirlenmesi. *ANADOLU, Journal of AARI*, 28(2), 37-47. <https://izlik.org/JA62AX46JT>
- Kayir, Ö., Doğan, H., Alver, E. ve Bilici, İ. (2023). Quantification of phenolic component by LC-HESI-MS/MS and evaluation of antioxidant activities of *Crocus ancyrensis* (Ankara çiğdemi) extracts obtained with different solvents. *Chemistry & Biodiversity*, 20(4), Article e202201186. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202201186>
- Khalil-Moghaddam, S., Hakimi, N., Moghimi, R., Taleghani, A., Torbati, M. B. ve Jalilian, N. (2025). Characterization of key compounds and biological screening

- of *Salvia sclareopsis* Bornm. *Chemical Papers*, 79(5), 2823-2843.
<https://doi.org/10.1007/s11696-025-03969-x>
- Kocak, M. S., Sarikurkcu, C., Cengiz, M., Kocak, S., Uren, M. C. ve Tepe, B. (2016). *Salvia cadmica*: Phenolic composition and biological activity. *Industrial Crops and Products*, 85, 204-212. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.015>
- Koshovyi, O. M., Raal, A., Kovaleva, A. M., Myha, M. M., Ilina, T. V., Borodina, N. V. ve Komissarenko, A. M. (2020). The phytochemical and chemotaxonomic study of *Salvia* spp. growing in Ukraine. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 8(3), 29-36. <https://doi.org/10.7324/JABB.2020.80306>
- Kotan, R. (2024). Bitkisel üretimde kullanılan mikrobiyal ürünlere dair sık sorulan sorular. *Harman Time*, (11), 111-112.
- Krishna Kishore, G., Pande, S. ve Harish, S. (2007). Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. *Plant Disease*, 91(4), 375-379.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-91-4-0375>
- Kursat, M., Kirbag, S., Emre, I., Erecevit Sonmez, P., Emre, M.Y., Yilmaz, O. ve Civelek, Ş. (2023). The antioxidant capacities and antimicrobial activities of some *Salvia* L. seeds. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(4), 994-1005.
<https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1312188>
- Llorent-Martínez, E. J., Nilofar, Sinan, K. I., Darendelioglu, E., Bahsi, M., Polat, R., Cakilcioglu, U., Orlando, G., Ferrante, C. ve Zengin, G. (2025). Incorporating the HPLC-ESI-Q-TOF-MS profiles with the biochemical properties of eight *Salvia* species. *eFood*, 6(1), Article e70021. <https://doi.org/10.1002/efd2.70021>
- Loizzo, M. R., Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Conforti, F., Nadjafi, F., Statti, G. A., Frega, N. G. ve Menichini, F. (2009). *In vitro* biological activity of *Salvia leriifolia* Benth essential oil relevant to the treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Oleo Science*, 58(8), 443-446. <https://doi.org/10.5650/jos.58.443>
- Lu, Y. ve Foo, L. Y. (2002). Polyphenolics of *Salvia*-A review. *Phytochemistry*, 59(2), 117-140. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00415-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00415-0)
- Luca, S. V., Skalicka-Woźniak, K., Mihai, C.-T., Gradinaru, A. C., Mandici, A., Ciocarlan, N., Miron, A. ve Aprotosoia, A. C. (2023). Chemical profile and bioactivity evaluation of *Salvia* species from Eastern Europe. *Antioxidants*, 12(8), Article 1514. <https://doi.org/10.3390/antiox12081514>

- Mahmoudi, E. ve Ahmadi, A. (2013). Evaluation of *Salvia officinalis* antifungal properties on the growth and morphogenesis of *Alternaria alternata* under in-vitro conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(17), 2062-2069. <http://tjeas.com/wp-content/uploads/2013/09/2062-2069.pdf>
- Mervić, M., Bival Štefan, M., Kindl, M., Blažeković, B., Marijan, M. ve Vladimir-Knežević, S. (2022). Comparative antioxidant, anti-acetylcholinesterase and anti- α -glucosidase activities of Mediterranean *Salvia* species. *Plants*, 11(5), Article 625. <https://doi.org/10.3390/plants11050625>
- Mohammadhosseini, M., Akbarzadeh, A. ve Flamini, G. (2017). Profiling of compositions of essential oils and volatiles of *Salvia limbata* using traditional and advanced techniques and evaluation for biological activities of their extracts. *Chemistry & Biodiversity*, 14(4), Article e1600361. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201600361>
- Mokhtarzadeh, S., Demirci, B., Ağalar, H. G., Khawar, K. M. ve Kırmırcı, N. (2019). *In vitro* propagation and volatile compound characterization of *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas*—An economically important source of essential oil. *Records of Natural Products*, 13(2), 121-128. <https://doi.org/10.25135/rnp.83.18.05.109>
- Mróz, M. ve Kusznierevich, B. (2023). Phytochemical screening and biological evaluation of Greek sage (*Salvia fruticosa* Mill.) extracts. *Scientific Reports*, 13(1), Article 22309. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49695-w>
- Nsibande, S. A. ve Forbes, P. B. C. (2016). Fluorescence detection of pesticides using quantum dot materials- A review. *Analytica Chimica Acta*, 945, 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2016.10.002>
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Orhan, İ. E., Senol, F. S., Ercetin, T., Kahraman, A., Celep, F., Akaydin, G., Sener, B. ve Dogan, M. (2013). Assessment of anticholinesterase and antioxidant properties of selected sage (*Salvia*) species with their total phenol and flavonoid contents. *Industrial Crops and Products*, 41, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.002>
- Orhan, İ. E., Senol, F. S., Ozturk, N., Akaydin, G. ve Sener, B. (2012). Profiling of *in vitro* neurobiological effects and phenolic acids of selected endemic *Salvia* species. *Food Chemistry*, 132(3), 1360-1367. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.119>

- Ozkan, G., Sagdic, O., Gokturk, R. S., Unal, O. ve Albayrak, S. (2010). Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extract from *Salvia pisidica*. *LWT - Food Science and Technology*, 43(1), 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.014>
- Ögütçü, H., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Şahin, F., Barış, Ö. ve Güllüce, M. (2008). Bioactivities of the various extracts and essential oils of *Salvia limbata* C.A.Mey. and *Salvia sclarea* L. *Turkish Journal of Biology*, 32(3), 181-192.
- Özek, G., Demirci, F., Özek, T., Tabanca, N., Wedge, D. E., Khan, I. S., Başer, K. H. C., Duran, A. ve Hamzaoglu, E. (2010). Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of volatiles obtained by four different techniques from *Salvia rosifolia* Sm., and evaluation for biological activity. *Journal of Chromatography A*, 1217(5), 741-748. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.086>
- Özer, H. (2016). Erzurum çevresinde doğal yayılış gösteren *Salvia* türleri ve tıbbi özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı 2), 340-345. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.282865>
- Özüpek, B., Pekacar, S. ve Deliorman Orhan, D. (2023). Evaluation of phytochemical contents and biological activities of *Salvia officinalis* and *Salvia triloba* grown with organic farming. *Fabad Eczacılık Bilimleri Dergisi*, 48(1), 125-138. <https://doi.org/10.55262/fabadeczacilik.1175781>
- Paje, L. A., Choi, J., Lee, H.-D., Kim, J., Yu, A. R., Bae, M.-J., Geraldino, P. J. L. ve Lee, S. (2022). Phenolic acids and flavonoids from *Salvia plebeia* and HPLC-UV profiling of four *Salvia* species. *Heliyon*, 8(3), Article e09046. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09046>
- Pandey, D. K., Tripathi, N. N., Tripathi, R. D. ve Dixit, S. N. (1982). Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Hyptis suaveolens* / Fungitoxische und phytotoxische Eigenschaften des ätherischen Öis von *Hyptis suaveolens*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz / Journal of Plant Diseases and Protection*, 89(6), 344-349.
- Pehlivan, M. ve Sevindik, M. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of *Salvia multicaulis*. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(5), 628-631. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i5.628-631.1906>
- Pitarokili, D., Tzakou, O., Loukis, A. ve Harvala, C. (2003). Volatile metabolites from *Salvia fruticosa* as antifungal agents in soilborne pathogens. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3294-3301.
<https://doi.org/10.1021/jf0211534>
- Quradha, M. M., Duru, M. E., Kucukaydin, S., Tamfu, A. N., Iqbal, M., Bibi, H., Khan, R. ve Ceylan, O. (2024). Comparative assessment of phenolic composition profile and biological activities of green extract and conventional extracts of *Salvia sclarea*. *Scientific Reports*, 14(1), Article 1885. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51661-z>
- Salari, S., Bakhshi, T., Sharififar, F., Naseri, A. ve Ghasemi Nejad Almani, P. (2016). Evaluation of antifungal activity of standardized extract of *Salvia rhytidea* Benth. (Lamiaceae) against various *Candida* isolates. *Journal de Mycologie Médicale*, 26(4), 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2016.06.003>
- Saygılı, M., Albayrak, S. ve Aksoy, A. (2025). Gri küf hastalığı etmeni *Botrytis cinerea*'ya karşı *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Benth. (Lamiaceae) uçucu yağının doğal fungisit olarak kullanımının değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 41(2), 700-707. <https://izlik.org/JA24WL94BA>
- Sharopov, F., Valiev, A., Sobeh, M., Arnold, E. ve Winka, M. (2018). Bioactivity of three *Salvia* species in relation to their total phenolic and flavonoid contents. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 52(7), 596-600. <https://doi.org/10.1007/s11094-018-1866-6>
- Soković, M., Grubišić, D. ve Ristić, M. (2005). Chemical composition and antifungal activities of essential oils from leaves, calyx and corolla of *Salvia brachyodon* Vandas. *Journal of Essential Oil Research*, 17(2), 227-229. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698884>
- Sonboli, A., Babakhani, B. ve Mehrabian, A. R. (2006). Antimicrobial activity of six constituents of essential oil from *Salvia*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 61(3-4), 160-164. <https://doi.org/10.1515/znc-2006-3-401>
- Stankov, S., Fidan, H., Petkova, N., Dincheva, I., Stoyanova, A., Senkal, B. C., Tasheva, S., Radoukova, T. ve Uskutoglu, T. (2020). Phytochemical composition of *Salvia candidissima* Vahl. subsp. *occidentalis* from Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(4), 710-718. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1824689>
- Strange, R. N. ve Scott, P. R. (2005). Plant disease: A threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology*, 43(1), 83-116. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839>

- Şimşek, S., Varol, T., Akşit, Z., Elveren, M. ve Osma, E. (2025). Antioxidant and antimicrobial activities of plant flowers growing in distinct geological habitats (serpentine, gypsum, and limestone). *New Zealand Journal of Botany*, 63(4), 609-626. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2025.2454591>
- Tabanca, N., Demirci, B., Baser, K. H. C., Aytac, Z., Ekici, M., Khan, I. S., Jacob, M. R. ve Wedge, D. E. (2006). Chemical composition and antifungal activity of *Salvia macrochlamys* and *Salvia recognita* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(18), 6593-6597. <https://doi.org/10.1021/jf0608773>
- Taha, S. M., Amer, M. E., Elmarsafy, A. E. ve Elkady, M. Y. (2014). Adsorption of 15 different pesticides on untreated and phosphoric acid treated biochar and charcoal from water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(4), 2013-2025. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.09.001>
- Tamokou, J. D. D., Mbaveng, A. T. ve Kuete, V. (2017). Antimicrobial activities of African medicinal spices and vegetables. V. Kuete (Ed.), *Medicinal spices and vegetables from Africa* içinde (s. 207-237). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00008-X>
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A. ve Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chemistry*, 95(2), 200-204. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.031>
- Topçu, G., Öztürk, M., Kuşman, T., Demirköz, A. A., Kolak, U. ve Ulubelen, A. (2013). Terpenoids, essential oil composition, fatty acid profile, and biological activities of Anatolian *Salvia fruticosa* Mill. *Turkish Journal of Chemistry*, 37(4), 619-632. <https://doi.org/10.3906/kim-1303-25>
- Topçu, G., Tan, N., Ulubelen, A., Sun, D. ve Watson, W. H. (1995). Terpenoids and flavonoids from the aerial parts of *Salvia candidissima*. *Phytochemistry*, 40(2), 501-504. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00245-3](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00245-3)
- Tosun, M., Ercisli, S., Sengul, M., Ozer, H., Polat, T. ve Ozturk, E. (2009). Antioxidant properties and total phenolic content of eight *Salvia* species from Turkey. *Biological Research*, 42(2), 175-181. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-97602009000200005>
- Ulubelen, A. (2000). Chemical constituents terpenoids in the genus *Salvia*. S. E. Kintzios (Ed.), *Sage: The genus Salvia* içinde (s. 55-68). Harwood Academic Publishers.
- Ulubelen, A. (2003). Cardioactive and antibacterial terpenoids from some *Salvia* species. *Phytochemistry*, 64(2), 395-399. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00225-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00225-5)

- Uysal, S., Zengin, G., Sinan, K. I., Ak, G., Ceylan, R., Mahomoodally, M. F., Uysal, A., Sadeer, N. B., Jekő, J., Cziáky, Z., Rodrigues, M. J., Yıldızıtugay, E., Elbasan, F. ve Custodio, L. (2021). Chemical characterization, cytotoxic, antioxidant, antimicrobial, and enzyme inhibitory effects of different extracts from one sage (*Salvia ceratophylla* L.) from Turkey: Open a new window on industrial purposes. *RSC Advances*, 11(10), 5295-5310. <https://doi.org/10.1039/D0RA10044G>
- Watson, L. & Dallwitz, M. J. (2008). *The families of flowering plants: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. <http://delta-intkey.com/angio/index.htm>
- Yavuz, B. (2010). *Bazı bitki ekstraktlarının fitopatojen funguslara karşı antifungal etkisi* (Tez No. 340079) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yılar, M. ve Bayan, Y. (2017). Antifungal effect of *Salvia sclarea* L. essential oil on growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker and *Verticillium dahliae* (Kleb.). D. Kovačević (Ed.), *VIII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2017", Book of Proceedings* içinde (s. 1409-1413). Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo.
- Yılar, M. ve Kadioğlu, İ. (2016). Antifungal activities of some *Salvia* species extracts on *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) mycelium growth in-vitro. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(1), 115-118.
- Yılar, M., Bayar, Y., Bayar, A. A. A. ve Genç, N. (2020). Chemical composition of the essential oil of *Salvia bracteata* Banks and the biological activity of its extracts: Antioxidant, total phenolic, total flavonoid, antifungal and allelopathic effects. *Botanica Serbica*, 44(1), 71-79. <https://doi.org/10.2298/BOTSERB2001071Y>
- Zomorodian, K., Moein, M., Pakshir, K., Karami, F. ve Sabahi, Z. (2017). Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oil from *Salvia mirzayanii* leaves. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22(4), 770-776. <https://doi.org/10.1177/2156587217717414>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Fatma KISA
Uyruğu:	T.C.
Orcid Numarası:	0009-0000-3336-7210

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı	2023
Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Bitki Koruma
Mezuniyet Tarihi	2026

Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler
Bayar, Y. ve Kısa, F. (2026). Analysis of phenolic compounds in the methanol extract of <i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>candidissima</i> by LC-HESI-MS/MS and evaluation of its antioxidant and antifungal properties. <i>Vegetos</i> . https://doi.org/10.1007/s42535-026-01682-y .
Bayar, Y., Kısa, F., Yılar, M., Bahar, Ö. ve Onaran, A. (2025). Comparative evaluation of leaf, flower and seed extracts of <i>Vitex agnus-castus</i> for their antifungal activity against <i>Fusarium oxysporum</i> species. <i>ISPEC 17th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development Proceedings Book</i> içinde (ss. 906-919). https://d0140d5e-48f8-42f2-be61-99767cc1d735.filesusr.com/ugd/614b1f_e5d9b66604d8402fb07dc96754b95ffa.pdf