



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



***SALVIA VIRGATA* JACQ VE *SALVIA DICHROANTHA*  
STAPF ADAÇAYLARI EKSTRAKLARININ  
FİTOKİMYASAL BİLEŞENLERİ VE ANTİFUNGAL  
AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

**HALİL BURAK SÜT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIRŞEHİR**

**2026**



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



***SALVIA VIRGATA* JACQ VE *SALVIA DICHROANTHA*  
STAPF ADAÇAYLARI EKSTRAKLARININ  
FİTOKİMYASAL BİLEŞENLERİ VE ANTİFUNGAL  
AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

**HALİL BURAK SÜT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi 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 değeriklik 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.

21/01/2026

Öğrenci  
Halil Burak SÜT

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT .....	IV
TABLolar DİZİNİ .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	VII
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Salvia dichroantha</i> ve <i>Salvia virgata</i> Türleri ile İlgili Daha Önce Yapılmış Bazı Çalışmalar .....	7
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>15</b>
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	15
3.3. Bitki Patojeni Materyalleri .....	16
3.4. Reaktif ve çözeltiler.....	16
3.5. Bitki Ekstraksiyonu .....	17
3.6. LC-MS/MS Tabanlı Fitokimyasal Kantifikasyonu .....	18
3.7. Toplam Fenolik Madde İçeriği (TPC).....	18
3.8. Toplam Flavonoid İçeriği (TFC).....	18
3.9. Antifungal Aktivite.....	18
3.10. İstatistiksel Analiz .....	19
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>21</b>
4.1. Belirlenen Fenolik Bileşikler (LC-ESI-MS/MS Analizi).....	21
4.2. <i>Salvia dichroantha</i> ve <i>Salvia virgata</i> türlerinin toplam feneolik ve flavonoid içeriği..	23
4.3. Antifungal Aktivite.....	25
<b>Tablo 4.4.</b> <i>Salvia virgata</i> Metanol Ekstresinin önemli bitki patojenlerine karşı antifungal aktivitesi .....	27
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>31</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>33</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>41</b>

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisansa ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR'a büyük bir içtenlikle teşekkür ederim. Tezimin şekillenmesinde ve nihai hale gelmesinde katkıları olan değerli jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Samed ŞİMŞEK ve Doç. Dr. Melih YILAR'a teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Tez sürecim boyunca maddi, manevi tüm desteklerini benden esirgemeyip her zaman yanımda olan kıymetli eşim Fatma SÜT'e ve eğitim hayatım süresince tüm imkanlarıyla beni destekleyen annem ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak, 2026

Halil Burak SÜT

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### *SALVIA VIRGATA* JACQ VE *SALVIA DICHROANTHA* STAPF ADAÇAYLARI EKSTRAKLARININ FİTOKİMYASAL BİLEŞENLERİ VE ANTİFUNGAL AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Halil Burak SÜT

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR  
Yıl: 2026, Sayfa: 41  
Jüri: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BAYAR  
Doç. Dr. Melih YILAR  
Doç. Dr. Samed ŞİMŞEK

Bu çalışma, Türkiye'ye endemik bir tür olan *Salvia dichroantha* STAPF. ile *Salvia virgata* Jacq. (Lamiaceae) türlerinden elde edilen metanol (MeOH) ekstraktlarının fitokimyasal profillerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda, ekstraktların fenolik bileşenlerinin kantitatif analizi gerçekleştirilmiş, toplam fenolik içerik (TPC) ve toplam flavonoid içerik (TFC) düzeyleri belirlenmiş ve in vitro antifungal aktiviteleri değerlendirilmiştir. Fenolik bileşiklerin kantitatif analizi LC-HESI-MS/MS spektrometrik yöntemi kullanılarak yapılmış olup toplam 30 fenolik bileşik hedeflenmiştir. Analizler sonucunda, *Salvia dichroantha* ekstraktında 11, *Salvia virgata* ekstraktında ise 12 fenolik bileşik farklı miktarlarda tespit edilmiştir. *S. dichroantha*'da en yüksek düzeyde belirlenen fenolik bileşikler sırasıyla luteolin-7-glikozit (1683,891 µg/g ekstrakt), rosmarinik asit (388,674 µg/g ekstrakt) ve apigenin (44,409 µg/g ekstrakt) olmuştur. *S. virgata* ekstraktında ise luteolin-7-glikozit (706,11 µg/g ekstrakt), rosmarinik asit (583,98 µg/g ekstrakt) ve rutin (24,90 µg/g ekstrakt) en bol bulunan fenolik bileşikler olarak saptanmıştır. Toplam fenolik içerik değerleri *S. dichroantha* için  $61,38 \pm 0,97$  mg GAE g<sup>-1</sup> ekstrakt, *S. virgata* için ise  $104,12 \pm 1,94$  mg GAE g<sup>-1</sup> ekstrakt olarak belirlenmiştir. Toplam flavonoid içerikleri ise sırasıyla 20,76 ± 2,43 mg QE g<sup>-1</sup> ekstrakt (*S. dichroantha*) ve 26,57 ± 0,76 mg QE g<sup>-1</sup> ekstrakt (*S. virgata*) olarak ölçülmüştür. Yürütülen in vitro biyolojik testler sonucunda, her iki türün MeOH ekstraktlarının başlıca toprak kökenli bitki patojenleri olan *Phytophthora infestans*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) ve *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) üzerine belirgin antifungal aktivite gösterdiği ortaya konmuştur. *S. dichroantha* ve *S. virgata* ekstraktları, patojenlerin miselyum gelişimini *A. alternata* için %29,27–32,77, *P. infestans* için %32,41–47,62, FOM için %47,89–57,16 ve FOC için %52,20–62,31 oranlarında inhibe etmiştir. Her iki türün ekstraktı da tüm patojenlerde miselyum gelişimini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaltmıştır. Sonuç olarak, her iki türün metanol ekstraktlarının zengin fenolik bileşik içeriği ve belirgin antifungal aktiviteleri, *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata*'nın biyolojik açıdan değerli doğal kaynaklar olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antifungal aktivite, Toplam fenolik içeriği, Fitokimyasal içerik, *Salvia dichroantha*, *Salvia virgata* LC-HESI-MS/MS

## ABSTRACT

### MASTER'S THESIS

#### DETERMINATION OF THE PHYTOCHEMICAL CONSTITUENTS AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF *SALVIA VIRGATA* JACQ. AND *SALVIA DICHROANTHA* STAPF EXTRACTS

Halil Burak SÜT

KIRŞEHİR AHI EVRAN UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

**Supervisor:** Assist.Prof. Dr. Yusuf BAYAR  
Year: 2026, Pages: 41  
**Juries:** Assist.Prof. Dr. Yusuf BAYAR  
Assoc. Prof. Dr. Melih YILAR  
Assoc. Prof. Dr. Samed ŞİMŞEK

This study was conducted to determine the phytochemical profiles of the methanol (MeOH) extracts obtained from *Salvia dichroantha* STAPF, an endemic species in Turkey, and *Salvia virgata* Jacq. (Lamiaceae). In this context, the quantitative analysis of phenolic constituents, the determination of total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC), and the evaluation of in vitro antifungal activities of the extracts were performed. The quantitative analysis of phenolic compounds was carried out using the LC-HESI-MS/MS spectrometric technique, targeting a total of 30 phenolic compounds. As a result of the analyses, 11 phenolic compounds were identified in the extract of *S. dichroantha*, whereas 12 compounds were detected in *S. virgata* in varying amounts. In *S. dichroantha*, the most abundant phenolic compounds were luteolin-7-glucoside (1683,891 µg/g extract), rosmarinic acid (388,674 µg/g extract), and apigenin (44,409 µg/g extract). In *S. virgata*, luteolin-7-glucoside (706,11 µg/g extract), rosmarinic acid (583,98 µg/g extract), and rutin (24,90 µg/g extract) were determined as the predominant phenolic compounds. The total phenolic content values were measured as 61,38 ± 0,97 mg GAE g<sup>-1</sup> extract for *S. dichroantha* and 104,12 ± 1,94 mg GAE g<sup>-1</sup> extract for *S. virgata*. Total flavonoid content values were recorded as 20,76 ± 2,43 mg QE g<sup>-1</sup> extract (*S. dichroantha*) and 26,57 ± 0,76 mg QE g<sup>-1</sup> extract (*S. virgata*). In vitro biological assays revealed that the MeOH extracts of both species exhibited notable antifungal activity against major soilborne plant pathogens, including *Phytophthora infestans*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM), and *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC). The extracts of *S. dichroantha* and *S. virgata* inhibited mycelial growth by 29,27–32,77% for *A. alternata*, 32,41–47,62% for *P. infestans*, 47,89–57,16% for FOM, and 52,20–62,31% for FOC. Both extracts significantly reduced the mycelial growth of all tested pathogens. In conclusion, the rich phenolic composition and pronounced antifungal activities of the methanol extracts of both species indicate that *Salvia dichroantha* and *Salvia virgata* represent biologically valuable natural resources.

**Keywords:** Antifungal activity; Total phenolic content; Phytochemical composition; *Salvia dichroantha*; *Salvia virgata*; LC-HESI-MS/MS

## TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
<b>Tablo 3.1.</b> Kayseri ilin toplanan bitkilerin bulunduğu yer, yükseklik ve konumları.....	15
<b>Tablo 4.1.</b> <i>Salvia dichroantha</i> ve <i>Salvia virgata</i> metanol özütlerinin LC-ESI-MS/MS ile kantitatif analizi .....	21
<b>Tablo 4.2.</b> <i>S. dichroantha</i> ve <i>S. virgata</i> 'nın toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği.....	23
<b>Tablo 4.3.</b> <i>Salvia dichroantha</i> Metanol Ekstresinin önemli bitki patojenlerine karşı antifungal aktivitesi .....	25
<b>Tablo 4.4.</b> <i>Salvia virgata</i> Metanol Ekstresinin önemli bitki patojenlerine karşı antifungal aktivitesi.....	27

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 3.1. Kayseri ilinden toplanan bitki materyalleri <i>Salvia dichroantha</i> Stapf (A) ve <i>Salvia virgata</i> (B).....	15
Şekil 3.2. KAEÜ Fotoklinik laboratuvarlarında yeniden ekilmiş hastalık materyalleri.....	16
Şekil 3.3. Toplanan bitki örnekleri (A), Ekstraksiyon işlemi (B).....	17
Şekil 4.1. <i>Salvia dichroantha</i> metanol ekstresinin önemli bitki patojenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi.....	26
Şekil 4.2. <i>Salvia virgata</i> metanol ekstresinin önemli bitki patojenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi.....	27

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$\beta$	: Beta
%	: Yüzde
$\mu\text{g/g}$	: Mikrogram/gram
w/w	: Ağırlıkça yüzde
$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	: Salisilik asit
$\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_8$	: Rosmarinik Asit
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	: Sodyum Karbonat
$\text{CHCl}_3$	: Kloroform

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
A.A.	: <i>Alternaria alternata</i>
DMSO	: Dimetil Sülfoksit
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FOC	: <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>
FOM	: <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>
GC-FID	: Gaz Kromatografisi- Alev İyonizasyon Dedektörü
GC-MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi
KAEÜ	: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
MeOH	: Metanol
F.F.	: <i>Phytophthora infestans</i>
PDA	: Potato Dextrose Agar
LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometrisi
TPC	: Toplam Fenolik İçeriği
TFC	: Toplam Flavonoid İçeriği
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
M.Ö.	: Milattan Önce
f. sp.	: Forma specialis (Özel form- Patojen alt grupları için kullanılır)

HPLC-PDA	:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi- Fotodiyot Dizisi Dedektörü
HPTLC	:	Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi
FRAP	:	Demir İndirgeyici Antioksidan Güç
CUPRAC	:	Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite
IC50	:	Bir maddenin %50 inhibisyon (engelleme) sağladığı konsantrasyon
MİK (MIC)	:	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
TPA	:	12-O-tetradekanoil-13-asetat
AGE'ler	:	İleri Glikasyon Son Ürünleri
VO	:	Uçucu Yağ
PCA	:	Temel Bileşen Analizi
TPC	:	Toplam Fenolik İçerik
TFC	:	Toplam Flavonoid İçerik
GAE	:	Gallik Asit Eşdeğeri
QE	:	Kuersetin Eşdeğeri
EtOAc	:	Etil Asetat
mgml <sup>-1</sup>	:	Mililitrede miligram
MIC (MİK)	:	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
LC-ESI-MS/MS:		Sıvı Kromatografisi-Elektron Sprey İyonizasyon-Ardışık Kütle Spektrometrisi
subsp.	:	Alt tür
ssp.	:	Alt tür
DW	:	Kuru Ağırlık
ND	:	Nondigested (Sindirilmemiş / Sindirilemeyen)
PBD	:	Phosphomolybdenum Assay (Fosfomolibden Deneyi)
AChE	:	Asetilkolinesteraz
BChE	:	Butirilkolinesteraz
KAE	:	Kojic Acid Equivalent (Kojik Asit Eşdeğeri)

## 1. GİRİŞ

Tarım, insanlığın yerleşik hayata geçtiği dönemden itibaren toplumların temel geçim kaynaklarından biri olmuş ve günümüzde de ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan stratejik önemini korumaktadır. Tarım ürünleri yalnızca insan beslenmesinde değil, aynı zamanda hayvan beslenmesinde de kritik bir rol üstlenmektedir. Nitekim 2023 yılı FAO verilerine göre, tarım ürünleri ülkeler arası toplam ticaretin yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. Bitkisel üretim sürecinde hem biyotik hem de abiyotik çok sayıda stres faktörü, ürün kalitesi ve verimi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Bitkiler yaşam döngüleri boyunca verim ve kalite kayıplarına yol açabilecek abiyotik stres faktörleri ile hastalık, zararlı ve yabancı ot baskılarına değişen süre ve şiddette maruz kalmakta; bu durum küresel gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Strange ve Scott, 2005; Oerke, 2006). Küresel ölçekte her yıl bitkisel üretimde bu stres etmenlerinin neden olduğu kayıpların yaklaşık %42 oranında olduğu bildirilmektedir (Agrios, 2005).

Bitkisel üretim yalnızca yerel ölçekte değil, aynı zamanda küresel düzeyde hastalıkların yayılımında da önemli bir rol oynamaktadır. Bitkisel ürünlerin uluslararası ticareti, belirli bölgelerde bulunan bitki patojenlerinin farklı ülkelere taşınmasına zemin hazırlamaktadır. Tarımsal üretimde hastalıkların kontrol altına alınmaması durumunda, tarıma dayalı ekonomiler önemli derecede ekonomik ve sosyal sorunlarla karşı karşıya kalabileceği açıktır. Bunun en çarpıcı tarihsel örneklerinden biri, 1845 yılında İrlanda'da yaşanan ve "An Gorta Mór" (Büyük Açlık) olarak adlandırılan patates kıtlığıdır. Başlıca beslenme kaynağı patates olan İrlanda'da *Phytophthora infestans* etmeniyle oluşan salgın, ilk yıl ekili alanların %40'mı, ikinci yıl ise neredeyse tamamını etkileyerek 1852 yılına kadar süren büyük bir kıtlığa yol açmıştır. Bu süreçte yaklaşık 1 milyon insan yaşamını yitirdiği, binlercesinin hastalandığı veya göç etmek zorunda kaldığı rapor edilmiştir. (Altıntaş,2024).

Zaman içinde bitki hastalıklarına neden olan fungusların etkinliklerinin artışıyla birlikte bu etmenleri baskılamak ve kontrol etmek amacıyla yeni kimyasal etken maddeler geliştirilmiş olsa da, pestisit kalıntılarının insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bu maddelerin kullanımına yönelik önemli sınırlamaları beraberinde getirmiştir. Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe alınan "Yeşil Mutabakat" kapsamında 2030 yılına kadar mevcut pestisit etken maddelerinin yaklaşık %50'sinin yasaklanması planlanmaktadır (Ticaret Bakanlığı, SET:31.01.2026). Bu durum, bitki hastalıklarıyla mücadelede yeni ve güvenilir alternatiflerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Bu doğrultuda bilim insanları, kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik kontrol yöntemlerine yönelmiştir. Biyolojik mücadele anlayışı, doğada var olan bir organizmanın diğer zararlı organizmaların kontrolünde kullanılmasına dayanır. Bitki ekstraktları ise son yıllarda bu kapsamda en çok araştırılan doğal bileşenler arasında yer almakta olup, içeriklerindeki fenolik ve antimikrobiyal maddeler sayesinde bitki hastalıklarıyla mücadelede umut verici bir potansiyel sunabilmektedir.

Bitki hastalıklarıyla mücadelede çeşitli yöntemler uygulanmakla birlikte, en sık tercih edilen ve en yaygın yöntem kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadele kısa vadede hastalıkların neden olduğu verim kayıplarını azaltmada etkili olsa da, orta ve uzak gelecekte insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri ciddi endişelere yol açmaktadır (Birkhofer ve ark., 2016). Pestisitler yalnızca bitki patojeni organizmaları değil, aynı zamanda toprakta yaşayan yararlı mikroorganizmaları, toprak florasını ve yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını da olumsuz etkilemektedir (Nsibande ve Forbes, 2019).

Kimyasal mücadele yöntemlerinin çevre ve ekosistem üzerindeki olumsuz sonuçları ile alternatif biyolojik kontrol yöntemlerinin istenen düzeyde etkinlik gösterememesi, araştırmacıları sürdürülebilir ve çevre dostu yeni stratejiler geliştirmeye yöneltmiştir. Bu kapsamda, doğal antimikrobiyal bileşenler içeren bitki ekstraktlarının bitki koruma uygulamalarında kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda önemli düzeyde artmıştır. Bu yaklaşımla; hatalı ve yoğun kimyasal uygulamalar sonucunda bozulan ekolojik dengenin yeniden sağlanması, toprak sağlığının korunması, bitkilerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığının artırılması, dolayısıyla hem verimin hem de ürün kalitesinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir (Godlewska ve ark., 2021).

Sürdürülebilir bitkisel üretimin temelini, çevreye zarar vermeyen ve ekolojik dengeyi koruyan mücadele stratejilerinin geliştirilmesi oluşturmaktadır. Bu bağlamda, kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek, entegre mücadele ilkeleriyle uyumlu ve çevre dostu yöntemlerin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bitkisel üretimin sürekliliğini sağlamak ve çevresel kirliliği en aza indirmek amacıyla, kimyasal yöntemlere olan bağımlılığı azaltacak alternatif stratejilerin geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması günümüz tarımında bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu alternatif yaklaşımlar arasında, allelopatik maddelerin yabancı otlar, zararlılar ve bitki patojenlerinin kontrolünde kullanımı son yıllarda öne çıkan biyolojik mücadele yöntemlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Serim ve ark., 2015).

Türkiye florası yaklaşık 12.000'den fazla damarlı bitki taksonuna ev sahipliği yapmakta olup, %32'yi aşan endemizm oranıyla ılıman kuşak ülkeleri arasında dünya çapında bir biyolojik çeşitlilik merkezidir (Güner ve ark., 2012; 2024). Bu bitki türlerinin önemli bir bölümü tarih boyunca beşerî ilaç hammaddesi olarak değerlendirilmiş; dolayısıyla ülkemiz, farmakolojik potansiyeli yüksek doğal kaynaklar açısından oldukça zengin bir konumdadır (Baytop, 1994). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre günümüzde beşerî amaçlı tedavi veya baharat amaçlı kullanılan bitki türlerinin sayısı yaklaşık 20.000 civarındadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Bitkilerin beşerî amaçlı kullanımına ilişkin tarihsel kayıtlar, özellikle Çin uygarlığında M.Ö.2700'lü yıllara kadar uzanmakta; Anadolu'da ise halkın "şifalı bitkiler" olarak adlandırdığı türlerin yüzyıllardır hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Bu durum, Anadolu'nun zengin etnobotanik mirasını ve bitkisel tedavi kültürünün köklü geçmişini göstermektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Doğada yaklaşık 630-640 bitki familyası olduğu tanımlanmıştır (Christenhusz ve Byng, 2016). Bu familyalardan üçte birinin uçucu yağ içerdiği bilinmektedir. Uçucu yağlar çoğunlukla çiçekli bitkilerde sentezlenmekte olup özellikle Pinaceae, Lamiaceae (Labiatae), Apiaceae (Umbelliferae), Lauraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Asteraceae (Compositae), Piperaceae, Brassicaceae, Iridaceae, Verbenaceae ve Ranunculaceae familyaları bu bileşikler bakımından zengin içeriğe sahiptir (Ceylan, 1987). Günümüzde ticari olarak üretimi yapılan uçucu yağ bitkilerinin sayısı 40'tan fazladır. Bu familyalar arasında özellikle Lamiaceae, yüksek oranda uçucu yağ içeren türleriyle öne çıkmaktadır. Avrupa'da geniş ölçekte yetiştirilen *Thymus*, *Lavandula* ve *Mentha* gibi bazı türler hem tıbbi hem de farklı kullanım amacıyla endüstride değerli uçucu yağ kaynakları arasında yer almakta ve farmasötik, kozmetik, gıda ile tarımsal biyoteknoloji gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Ceylan, 1987).

Lamiaceae familyasının en geniş cinslerinden biri olan *Salvia* L., halk arasında "adaçayı" yaygın ismi ile bilinir ve yaklaşık 1000 kadar türüyle dünya genelinde yayılım göstermektedir (Drew ve ark., 2017). Latince "tedavi etmek" anlamına gelen *salvare* kelimesinden türeyen bu cinsin adı, bitkinin tarihsel olarak şifa amaçlı kullanımına atıfta bulunmaktadır. Antik çağlardan bu yana *Salvia* türleri soğuk algınlığı, bronşit, epilepsi gibi rahatsızlıkların tedavisinde yaygın biçimde kullanılmıştır (Xu ve ark., 2018).

*Salvia* cinsi tarih boyunca önemini korumuş ve tıbbi bitkiler arasında geniş kullanım alanı bulmuştur (Özdemir ve Şenel, 1999). Bu cinse dair ilk kullanım kayıtları, eski dönemlere ait mezar taşları ve anıtlardaki resim ve yazıtlarda görülmektedir

(Özdemir, 1996). İsmi Latince *salveo* (kurtarmak, iyileştirmek) fiilinden alan bu cins, tedavi edici özellikleriyle tanımlanmıştır. Antik dönemlerden günümüze kadar *Salvia* türlerinin toprak üstü kısımlarından elde edilen infüzyonları ve uçucu yağları; soğuk algınlığı, öksürük, diş eti iltihabı, diş ağrısı, boğaz ağrısı, mide ve bağırsak rahatsızlıkları, ishal, diyabet, hipertansiyon, romatizma ve çeşitli cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır. Ayrıca damar büzücü, balgam söktürücü ve sakinleştirici etkileriyle de geleneksel tıpta önemli bir yer edinmiştir (Skoula ve ark., 2000).

*Salvia* türleri genellikle aromatik, hoş kokulu ve çoğunlukla çok yıllık otsu bitkilerdir; nadiren çalı ya da küçük ağaç formunda da bulunabilirler (Seçmen ve ark., 1998). Genellikle uçucu yağ içerirler ve dört köşeli gövdeleri ile tanınırlar. Yaprakları stipulasız, basit yapıda olup bazen pinnat formdadır ve karşılıklı dizilim gösterir. Çiçekler, braktelerin koltuklarından çıkan sıkışık topluluklar halinde dizilmiş olup halkalar oluşturarak daralan talkımlar meydana getirir. Spika, kapitulum veya rasemoz tipinde çiçeklenme görülebilir. Çiçekler çoğunlukla hermafrodit olup bazı türlerde işlevsel olarak dişi özellik gösterebilir. Brakteler çoğu zaman yapraklardan farklı olup bazı durumlarda yaprak benzeri olup çiçek yaprağı olarak adlandırılır. Brakteoller bazı türlerde bulunmakla birlikte bazılarında gözlenmez (Davis, 1982). Kaliks genellikle beş lopludur; üst dudağı üç, alt dudağı iki dişlidir. Nadir durumlarda farklı diş kombinasyonları görülebilir veya kaliks aktinomorfik yapıda olabilir. Korolla gamopetal, zigomorf ve iki dudaklıdır; üst dudak genellikle iki loplulu, alt dudak ise üç lopludur. Bazı türlerde üst dudak indirgenmiş, alt dudak beş loplulu hale gelebilir. Stamenler dört adettir ve korolla ile birleşmiş olup genellikle dinamik dizilim gösterir. Bazı türlerde üst iki stamen staminodyuma dönüşmüştür (*Salvia*, *Rosmarinus* cinsleri gibi). Anterler bir ya da iki keseli olabilir; teka düzeni paralel veya divergent yapı gösterebilir (Davis, 1982).

Ovaryum üst durumda, iki karpelli ve dört tohum taslaklıdır. Stilus çoğunlukla ginobazik yapıdadır, kısa ve iki parçalı olup çiçek dışına kadar uzanır. Ovaryumun tabanında nektar salgılayan disk bulunmaktadır. *Salvia* türleri entomogamdır (Zeybek ve Zeybek, 2002). Meyve genellikle dört nutlet şeklindedir ve bazı türlerde tohumlar ıslatıldığında müsilaçlı bir yapı oluşturur; bu özellik *Salvia* cinsi dâhil 21 cins için geçerlidir (Davis, 1982).

Yapılan fitokimyasal araştırmalar, *Salvia* cinsinin yapısında amino asitler, basit şekerler ve lipidlerin yanı sıra, bu birincil metabolitlerden türeyen sekonder bileşiklerin de bulunduğunu ortaya koymuştur (Bourgau ve ark., 2001). Bu bileşikler bitkilerin antifungal, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin temelini oluşturmakta ve doğal

tedavi yaklaşımlarında önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye, sahip olduğu iklim çeşitliliği ve farklı coğrafi özellikleri nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından oldukça zengin bir floraya sahiptir. Bu zenginliğin bir göstergesi olarak ülkemiz, tıbbi ve aromatik bitki ihracatında 110 ülke arasında 18. sırada yer almakta ve bu alandaki potansiyelini giderek artırmaktadır (Acıbuca ve Budak, 2018).

### **1.1. Amaç**

Mevcut tez çalışması, *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin metanol ekstraktının toplam fenolik, toplam flavonoid, fitokimyasal bileşenlerini ve ayrıca bitkisel üretimde önemli derecede ekonomik kayıplara neden olan bitki patojenleri olan *Phytophthora infestans*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* ve *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmenlerine karşı antifungal aktivitesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mevcut tez çalışması ile ilgili daha önce yapılan bazı çalışmalar geçmişten günümüze kronolojik olarak incelenmiş ve elde edilmiş bulgu ve sonuçlar araştırılan konu etrafında yeniden değerlendirilmesi yapılmıştır.

### 2.1. *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* Türleri ile İlgili Daha Önce Yapılmış Bazı Çalışmalar

Kawazoe ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada *Salvia dichroantha* kökünden üç yeni düzensiz abietan tipi diterpen izole edildiği rapor edilmiştir. Çalışma ile spektroskopik yöntemler ve kimyasal reaksiyonla, bu bileşiklerin yeniden düzenlenmiş bir abietan iskeleti içeren benzersiz bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Bunlara dikroanal A ve B ve dikroanon isimleri verilmiş ve rel-(4aS,9R,9aS)-8-formil-1,2,3,4,4a,9a-hekzahidro-5,6,9-trihidroksi-7-izopropil-1,1,4a-trimetilfluoren oldukları gösterilmiş olup; 4aS\*-8-formil-2,3,4,4a-tetrahidro-5,6-dihidroksi-7-izopropil-1,1,4a-trimetil-1H-fluoren ve 4aS\*-2,3,4,4a-tetrahidro-6-hidroksi-7-izopropil-1,1,4a-trimetil-5,8(1H)-fluoren dion. *Salvia tomentosa* türünün yedi bilinen abietan tipi diterpen içerdiği bildirilmiştir.

Akkol ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, *Salvia halophila* ve *Salvia virgata* bitkilerinin torak üstü kısımları, n-hekzan, etil asetat, metanol ve sulu metanol (%50) gibi farklı çözücülerle Soxhlet ekstraksiyonuna yapılmıştır. Bitkiler ayrıca geri akış altında su ile de ekstrakte edilmiştir. Ekstraktların etkileri, antinokseptif aktivitenin değerlendirilmesi için p-benzoquinone ile indüklenen abdominal konstriksiyon testinde ve antiinflamatuvar aktivitenin değerlendirilmesi için farelerde karragenan ile indüklenen arka pençe ödemi ve 12-O-tetradekanoil-13-asetat (TPA) ile indüklenen kulak ödemi modellerinde incelenmiştir. Ekstraktlar HPLC-PDA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, *S. virgata* türünün metanol ekstraktının 100 mg/kg dozda karragenan kaynaklı pençe ödemi ve p-benzoquinon kaynaklı karın daralmasını önemli ölçüde inhibe ettiğini, ancak TPA kaynaklı kulak ödeminde herhangi bir etki göstermediği rapor edilmiştir. Öte yandan, diğer ekstraktlar bu *in vivo* modellerde herhangi bir inhibitör antinokseptif ve antiinflamatuvar aktivite göstermediği bildirilmiştir. Ekstraktların ana bileşeni olarak rosmarinik asit olarak belirlenirken, kafeik asit ve luteolin türevleri de tespit edilmiştir.

Koşar ve ark. (2008) yılında Türkiye'den *Salvia virgata* Jacq. (Lamiaceae) türünün aktif fraksiyonlarının antioksidan aktiviteleri ve fenolik bileşimleri belirlenme ile ilgili bir araştırma yürütmüşlerdir. *S. virgata* türünün toprak üstü kısmı, artan polariteye sahip farklı çözücülerle (hekzan, etil asetat, metanol ve %50 sulu metanol) Soxhlet cihazında ekstrakte edilmiştir. Tüm çözücü fraksiyonları, toplam fenolik içerik, toplam flavonoid, flavonol, nitel-nisel bileşim (HPLC-PDA analiziyle), demir(III) indirgeme aktiviteleri, serbest radikal giderici aktiviteler (DPPH\* kullanılarak) ve linoleik asit peroksidasyonuna etkileri açısından incelenmiş olup peroksidasyon seviyesi TBA yöntemiyle belirlenmiştir. Aktivite testlerinin sonuçları IC50 değerleri olarak verilmiş ve standartlarla (butilatlı hidrokstoluen, askorbik asit ve gallik asit) karşılaştırılmıştır. Polar fraksiyonlar serbest radikal aktivitesi için daha aktif bulunurken, nonpolar fraksiyonlar linoleik asit peroksidasyonunu korumada daha etkili olmuştur. Ekstraktlarda en fazla bulunan bileşen rosmarinik asit olup, ardından kafeik asit ve luteolin-7-O-glikozit olduğu rapor edilmiştir.

Tepe (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Salvia virgata*, *Salvia staminea* ve *Salvia verbenaca* türlerinin metanol ekstraktlarının *in vitro* antioksidan aktivitelerini ve rosmarinik asit düzeylerini incelemeyi amaçlamıştır. Ekstraktlar, potansiyel antioksidan aktivitelerini iki tamamlayıcı test sistemiyle taranmıştır. Bunlardan ilki DPPH serbest radikal scavenging yöntemi, ikincisi ise  $\beta$ -karoten/linoleik asit sistemleridir. İlk durumda en etkin bitki *S. verbenaca* türü olmuş ( $14.30 \pm 1.42 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), ardından *S. virgata* türü gelmektedir ( $65.70 \pm 2.12 \mu\text{g}/\text{mg}$ ). *S. staminea* türü bu test sisteminde en zayıf antioksidan aktiviteyi gösterdiği belirlenmiş olup; IC50 değeri  $75.40 \pm 0.57 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak rapor edilmiştir.  $\beta$ -karoten/linoleik asit test sisteminde ise *S. verbenaca* türü ekstraktında diğer çalışmaların üzerinde olup inhibisyon değeri  $77.03 \pm 0.42$  olarak bildirilmiştir. Paralel deneylerde BHT, askorbik asit, kürkümün ve  $\alpha$ -tokoferolün aktiviteleri belirlenmiştir. Rosmarinik asit aktivitesi de, rosmarinik asit düzeyi ile antioksidan aktivite arasındaki ilişkiyi daha iyi kurmak amacıyla taranmıştır. Spektrofotometrik analizlerle elde edilen sonuçlar ve HPLC ile desteklenen bulgulara göre, *S. verbenaca* en yüksek rosmarinik asit düzeyine sahip olup miktarı  $29.30 \pm 0.24 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, rosmarinik asit ve türevlerinin, *Salvia* türlerinin belirlenen antioksidan aktivitelerinin çoğundan sorumlu olabilme olasılığını artırdıklarını bildirmiştir.

Kırmızıpekmez ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada *Salvia dichroantha* türünün toprak üstü kısımlarından iki megastigman glikozidi, prenaionozid (1) ve

salvionozid B (2), bir alifatik alkol glikozidi, (3R)-1-okten-3-ol-3-O-β-D-ksilopiranozil-(1→6)-O-β-D-glukopiranosid (3), bir flavonoid, kaempferol 3,7,4'-trimetil eter (4), iki hidroksisinnamik asit türevi, rosmarinik asit (5) ve 3-O-metil-rosmarinik asit (6) ile sukrozun izolasyonu bildirmiştir. Bu, *Salvia* cinsinde 1, 3 ve 4 numaralı bileşiklerin varlığına ilişkin ilk rapor olup, 1 numaralı bileşik Lamiaceae familyasında ilk kez bildirilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda Türkiye'ye endemik olan *S. dichroantha* türünün toprak üstü kısımları üzerine yapılan ilk fitokimyasal çalışma olarak bilinmektedir.

Jeshvaghani ve ark. (2015) tarafından İran'da yapılan bir çalışmada, toplanan yedi *Salvia* türünün (*S. virgata*, *S. nemorosa*, *S. officinalis*, *S. sclarea*, *S. persica*, *S. reuterana* ve *S. cereal*) uçucu olmayan kısımlarından metanol kullanılarak çıkarılan bileşiklerin toplam fenolik içerik ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. *S. persica* ve *S. cereal* için toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite ilk kez rapor edilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi, üç spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bunlardan ilki DPPH yöntemi, ikincisi güç indirgeme (reducing power) yöntemi ve β-karoten/linoleik asit sistemi yöntemidir. Toplam fenolik içerik DW başına 33.83 ile 114 mg tanik asit/g DW arasında değiştiği rapor edilmiştir. Hem DPPH hem de güç indirgeme analizinde en yüksek ve en düşük antioksidan aktivitesi sırasıyla *S. virgata* türü (IC50 = 198 µg/ml) ve *S. persica* türü (IC50 = 1810 µg/ml) olarak belirlenmiş olup, β-karoten/linoleik asit sisteminde ise *S. persica* ve *S. virgata* türleri en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiş ve bunları *S. officinalis* izlemiştir. Analiz, antioksidan aktiviteler ile toplam fenolik içerik arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını gösterdiği değerlendirilmiştir. Küme analizleri, fenolik bileşikler ile farklı antioksidan aktivite modellerine göre türleri sınıflandırılmıştır. Tüm kümelerde, *S. nemorosa* ve *S. reuterana* türleri bir grup olarak, *S. virgata* ve *S. officinalis* türleri ise başka bir grup olarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak bu çalışma ile, *Salvia* türlerini dikkat çekici antioksidan aktiviteye sahip potansiyel doğal antioksidanlar olarak bildirilmiştir.

Kaya ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, *Salvia* L. (Lamiaceae) türleri, uçucu yağlarının tedavi edici özelliği nedeniyle çeşitli köy ve kasabalarda çok sayıda insan tarafından kullanıldığı bildirilmiştir. *Salvia dichroantha* Stapf türü, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin endemik bir bitkisidir. Çalışmada kullanılan bitki materyalleri çiçeklenme döneminde Konya Cihanbeyli (900 m) ve Konya Taşkent'ten (1800 m) toplanmıştır. Çalışmada, *Salvia dichroantha* türünün su distile edilmiş uçucu yağı analiz edilmiştir. Analiz, eş zamanlı olarak gaz kromatografisi (GC-FID) ve gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Taşkent

lokasyonunda toplanan materyalden elde edilen toplam yağın %96,2'sini temsil eden sekiz bileşik ve Cihanbeyli lokasyonunda toplanan materyalden elde edilen toplam yağın %98,3'ünü temsil eden dokuz bileşik tanımlanmıştır. Taşkent lokasyonunda toplanan materyalinin başlıca bileşenleri; karyofilen oksit (%38,6), karyofilenol I (%16,7), karyofilenol II (%15,6) ve karyofilenadienol II (%11,1); Cihanbeyli lokasyonunda toplanan materyalinin başlıca bileşenleri ise karyofilen oksit (%65,8), karyofilenol II (%14,3) olarak belirlenmiştir.

Güzel ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada Türkiye için endemik olan üç *Salvia* türünün (*S. hypargeia*, *S. huberi* ve *S. dichroantha*) topraküstü kısımlarının etanollü ekstresi antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri için iki Gram (+) bakteri suşu [*Staphylococcus aureus* (ATCC 25925), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633)]; üç Gram (-) bakteri suşu [*Escherichia coli* (ATCC 25923), *Acinetobacter baumannii* (ATCC 02026), *Aeromonas hydrophila* (ATCC 95080)] ve *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv, ve üç fungal suşa (*Candida glabrata* ATCC 90030, *C. parapsilosis* ATCC 22019, *C. tropicalis* ATCC 750) karşı broth mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Kontrol grubu için kullanılan Ampisilin (125 µg/mL MİK değeri) ile karşılaştırıldığında test edilen tüm bitki ekstraktları *A. baumannii* (ATCC 02026) (62.5 µg/mL MİK değeri) suşuna karşı belirgin antibakteriyel aktivite gösterdiği değerlendirilmiştir. *S. huberi* türünün etanol ekstresi 0.97 µg/mL MİK değeri ile referans antimikobakteriyel ajanlar İzoniazid ve Etambutol (0.97 µg/mL ve 1.95 µg/mL MİK değerleri, sırasıyla) ile karşılaştırıldığında *M. tuberculosis* H37Rv suşuna karşı en etkili ekstre olduğu rapor edilmiştir.

Karık ve ark. (2018) tarafından İzmir ilinde yürütülen bir çalışmada, *Salvia fruticosa* Mill., *Salvia officinalis* L., *Salvia sclarea* L. ve *Salvia dichroantha* L. türleri ile *S. fruticosa* × *S. officinalis* melez türünün uçucu yağ bileşenleri incelenmiştir. Uçucu yağlar, Clevenger tipi cihaz kullanılarak hidrodamıtma yöntemiyle elde edilmiş ve GC-FID ile GC-MS sistemleriyle analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre çalışılan türlerin uçucu yağ verimleri sırasıyla *S. fruticosa* %3.86, *S. officinalis* %2.42, *S. sclarea* %0.5, *S. fruticosa* × *S. officinalis* %2.84 ve *S. dichroantha* %0.19 olarak belirlenmiştir. Yağ bileşenlerinin sayısı sırasıyla 22, 16, 14, 20 ve 16 olarak tespit edilmiştir. Çalışılan bitki materyali türlerin bileşim analizinde baskın bileşikler *S. fruticosa*'da 1,8-sineol (%57.18), *S. officinalis*'te β-tujon (%34.59), *S. sclarea*'da linanil asetat (%46.77), melez türde 1,8-sineol (%21.42) ve β-tujon (%18.37), *S. dichroantha*'da ise β-kariofilen (%23.11) ve sabinil asetat (%21.87) olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, *Salvia* türleri arasında uçucu yağ bileşiminde belirgin farklılıklar bulunduğunu ve bu

varyasyonların hem türler arası hem de genetik kökenli varyasyonlara bağlı olabileceğinin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, *S. dichroantha* türünün düşük uçucu yağ oranına rağmen  $\beta$ -kariofilen ve sabinil asetat gibi biyolojik olarak aktif bileşikler bakımından zengin olduğu rapor edilmiştir.

İnan ve ark. (2020) tarafından yürütülen farklı bir çalışmada, *S. virgata* türünün (SVM) sap ve yapraklarından hazırlanan %80 metanolik ekstraktının fenolik ve antioksidan profilleriyle birlikte enzim inhibisyonu ve antiplikasyon aktivitelerinin belirlenmesine yönelik ilk çalışmalar arasından sayılabilecek bir inceleme olarak değerlendirmişler. Çalışmada ek olarak, SVM'deki başlıca fenolik bileşiklerin biyoyararlanım parametreleri de değerlendirilmiştir. Bu amaçla mide ve bağırsak fazlarını içeren in vitro bir insan sindirimi simülasyonu modeli kullanılmıştır. Her bir fazın toplam fenolik, fenolik asit ve flavonoid bileşenleri hesaplanarak numunelerin fenolik profili belirlenmiştir. Ayrıca, simülasyon öncesi ve sonrası başlıca biyaktif bileşiklerin (rutinin ve rosmarinik asit) kantitatif analizi Yüksek Performanslı İnce Tabaka Kromatografisi (HPTLC) sistemi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, ND (dinsel olmayan) ve IN (biyoyararlanımlı) fazların diyabet ile ilişkili enzimler olan  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz üzerindeki inhibisyon potansiyeli belirlenmiştir. Ayrıca, hiperglikemi nedeniyle oluşan ileri glikasyon son ürünleri (AGE'ler) üzerindeki inhibisyon etkisi tespit edilmiştir. Ayrıca, ND ve IN örneklerinin her ikisi için kolinesteraz enzim inhibisyon aktivitesi de belirlenmiştir. Diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar üzerinde oksidatif stresin rolünün iyi bilindiği için, örneklerin antioksidan potansiyeli de farklı yöntemlerle tahmin edilmiştir: Serbest radikal süpürme/yakalama için DPPH yöntemi ve DMPD testleri, metal indirgeme aktivitesi için FRAP ve CUPRAC testleri ve toplam antioksidan kapasite testi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, biyoyararlanılabilir fazdaki toplam fenolik içeriğinin, antioksidan potansiyelin ve diyabetle ilişkili enzim inhibisyonlarının, nondigested (ND) örneğe kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *in vitro* insan sindirimi simülasyon sistemi, başlıca biyobiyoaktif metabolitler (rutinin ve rosmarinik asit) konsantrasyonları üzerinde azalan bir etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir.

Gad ve ark. (2022) tarafından *Salvia* türleri (*S. officinalis*, *S. virgata* ve *S. sclarea*) ile yapılan bir çalışmada, uçucu yağlarının (VO) kimyasal profili incelenmiş olup bu türlerin antioksidan ve enzim inhibisyonu aktiviteleri değerlendirilmiştir: GC-MS analiziyle toplam 144 bileşik tespit edilmiş ve bu bileşikler sırasıyla *S. officinalis*, *S. virgata* ve *S. sclarea* türlerinin VO'larında %91.1, %84.7 ve %78.1 oranlarında temsil edilmiştir. Ana bileşikler sırasıyla cis-thujone, 2,4-hexadienal ve 9-oktadesenoik asittir.

Ana bileşen analizi (PCA) değerlendirildiğinde, üç tür arasında ana bileşenler yönüyle belirgin farklılıkların olduğu değerlendirilmiştir. VO'ların antioksidan aktivitesi *in vitro* yöntemlerle değerlendirilmiştir. Yalnızca *S. virgata* türünün VO'su DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) sülfürik asitli) testinde antioksidan aktivite göstermiştir ( $26.6 \pm 1.60$  mg Trolox eşdeğeri (TE)/g yağ). Ayrıca bu yağ, diğer iki türün içerdiği VO'ya kıyasla Antioksidan Aktivite Tayini (ABTS), bakır indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) ve ferrik indirgeme gücü (FRAP) testlerinde en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiği saptanmıştır (sırasıyla  $190.1 \pm 2.04$  vs.  $275.2 \pm 8.50$  ve  $155.9 \pm 1.33$  mg TE/g yağ). Ancak *S. virgata* tütünün yağı, şelatlama yeteneği (veya şelasyon kapasitesi) testinde herhangi bir etki göstermemiş olup Phosphomolybdenum Assay (Fosfomolibden Deneyi) (PBD) testinde ise *S. officinalis* türünün en iyi antioksidan aktiviteyi gösterdiği saptanmıştır ( $26.4 \pm 0.16$  mmol TE/g yağ). VO'ları enzim inhibisyon etkisi asetilkolinesteraz (AChE) ve butirilkinesteraz (BChE), tirozinaz,  $\alpha$ -glukozidaz ve  $\alpha$ -amilaz'a karşı değerlendirilmiştir. AChE enzimi, *S. officinalis* türünün VO'suna karşı daha hassasken ( $4.2 \pm 0.01$  mg galantamin Equivalent (GALAE)/g yağ), *S. virgata* türünün VO'su ise etkisiz olduğu değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, *S. virgata* türü en yüksek BChE etkisi gösterdiği saptanmıştır ( $12.1 \pm 0.16$  mg GALAE/g yağ). İncelenen tüm yağlar iyi tirozinaz inhibitörü aktivite gösterirken KAE (Kojik Asit Eşdeğeri) cinsinden  $66.1 \pm 0.61$  ile  $128.4 \pm 4.35$  mg arasında değişen değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, VO'lar glukozidaz inhibisyonu göstermemiş ve amilaz enzimine karşı zayıf veya yetersiz etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Maral (2023) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'den elde edilen dokuz *Salvia* türünün [*Salvia albimaculata* Hedge & Hub. (Endemik), *Salvia aucheri* subsp. *canescens* (Boiss. & Heldr.) Celep, Kahraman & Doğan (Endemik), *Salvia caespitosa* Montbret Aucher ex Benth. (Endemik), *Salvia absconditiflora* (Montbret & Aucher ex Benth.) Greuter & Burdet (Endemik), *Salvia cyanescens* Boiss. & Balansa (Endemik), *Salvia dichroantha* Stapf. (Endemik), *Salvia quezelii* Hedge & Afzal-Rafii. (Endemik), *Salvia pisidica* Boiss. & Heldr. ex Benth. (Endemik), *Salvia tomentosa* Mill.] antioksidan aktivitelerini, uçucu yağ içeriklerini ve bileşen kompozisyonları belirlenmiştir. Üzerinde çalışılan türler, *S. tomentosa* hariç, endemiktir. Bitkinin uçucu yağı, Cleveger cihazında 3 saat boyunca hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş ve uçucu yağ bileşenleri GC-MS ile belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre *Salvia* türlerinin uçucu yağlarının başlıca bileşenleri izopinokamfon, sabinil asetat,  $\beta$ -eudesmol, kafur, trans-sabinol,  $\beta$ -pinen,  $\alpha$ -

pinen ve okaliptoldür. En yüksek radikal süpürücü aktivite değerleri *Salvia aucheri* subsp. *canescens* türünde (%71,47) elde edilmiş, bunu *Salvia dichroantha* türü (%40,97) izlemiştir. En düşük değer ise *Salvia caespitosa*'da (%12,19) elde edilmiştir.

Levaya ve ark. (2025) tarafından yapılmış bir derlemede, Kazakistan'da yaygın olan sekiz *Salvia* türünün (*S. aethiopsis*, *S. sclarea*, *S. dumetorum*, *S. deserta*, *S. trautvetteri*, *S. macrosiphon*, *S. virgata* ve *S. verticillata*) botanigi, fitokimyası ve biyolojik aktiviteleri hakkında kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. *Salvia* cinsi, çeşitli tıbbi özellikleriyle dikkat çekici olup bu türler buldukları bölgenin zengin doğal farmakopesine katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Çalışma da Bu türlerin morfolojik özellikleri, dağılımı ve ekolojik adaptasyonları tartışılmış, ayrıca bu bitkilerin fitokimyasal bileşimi, tıbbi potansiyellerinden sorumlu olan terpenoidler, flavonoidler, alkaloidler ve fenolik asitler gibi biyoaktif bileşiklere odaklanılarak incelemiştir. Antimikrobiyal, antioksidan, anti-inflamatuar, antidiyabetik ve nöroprotektif etkiler dahil olmak üzere biyolojik aktiviteler, mevcut *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara dayanarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu türlerin yerel geleneksel tıp da kullanımları vurgulanmış ve farmakolojik potansiyellerinin daha fazla aydınlatılması için gelecekteki araştırma yolları önerilmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

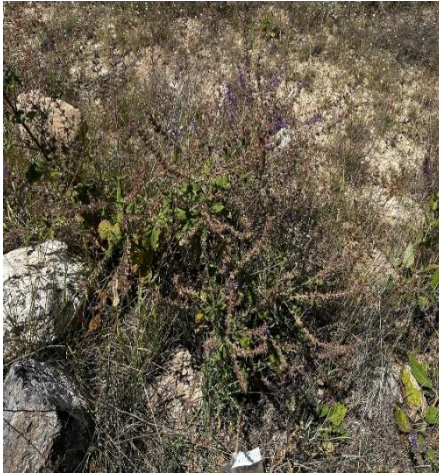
#### 3.1. Materyal

Bitki materyalleri olan *Salvia dichroantha* Stapf türü Kayseri ili, Sarız ilçesi, Yedioluk mahallesi Sarız-Kayseri ve *Salvia virgata* Jacq türü Kayseri ili, Bünyan, İlçesi Bünyan-Kayseri doğal yaşam flora alanlarından toplanmış ve herbolog konu uzmanı Doç. Dr. Melih YILAR tarafından teşhis edilmiştir (Tablo 3.1, Şekil 3.1).

#### 3.2. Metot

**Tablo 3.1.** Kayseri ili Sarız ve Bünyan ilçelerinden toplanan bitki materyallerinin lokasyon bilgileri

Bitki Adı	Konumu	Toplanma Tarihi	Yükseklik (m)	Koordinatları	Fitocoğrafyası
<i>Salvia dichroantha</i>	Kayseri ili, Sarız ilçesi, Yedioluk mahallesi, yol kenarları	17.07.2024	1776	38°33'35"N 36°26'17"E	İran-Turan fitocoğrafyası
<i>Salvia virgata</i>	Kayseri ili, Bünyan, İlçe girişi, yol kenarları	17.07.2024	1253	38°52'03"N 35°44'15"E	İran-Turan fitocoğrafyası



(A)



(B)

**Şekil 3.1.** Kayseri ilinden toplanan bitki materyalleri *Salvia dichroantha* Stapf (A) ve *Salvia virgata* (B).

### 3.3. Bitki Patojeni Materyalleri

Hastalık etmeni olan funguslar *Phytophthora infestans*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* ve *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (KAEÜ) Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitoklinik Laboratuvarlarında bulunan stok kültürlerden temin edilmiştir. Denemelerde, bu stok kültürlerden  $25 \pm 2$  °C'de 7 gün süreyle geliştirilmiş genç fungus kültürleri kullanılmıştır. Kültürlerin geliştirilmesi için, 20 mL patates dekstroza agarı (PDA) içeren 90 mm petri kapları kullanılmıştır



**Şekil 3.2.** KAEÜ Fitoklinik laboratuvarlarında yeniden ekimleri yapılmış hastalık etmenleri

### 3.4. Reaktif ve çözeltiler

Tüm çözeltiler analitik sınıf reaktifleri ve ultra saf su (Milli-Q, Millipore, Bedford, MA, ABD) kullanılarak hazırlanmıştır. Bireysel fenolik bileşiklerin analizi için LC/MS sınıfı, MeOH (Metanol) ve CHCl<sub>3</sub> (Chloroform) Merck'ten (Merck® Darmstadt, Almanya) ve HPLC sınıfı formik asit J. T. Baker'dan (J. T. Baker®dan Phillipsburg, NJ, ABD) temin edilmiştir. Ultra saf bireysel fenolik standartları (tümü saflıkta  $\geq 95$  saflıkta) Gallik Asit, Protokatekuik Asit, Protokatekuik Aldehit, Sesamol, Gentisik Asit, Kateşin, Klorojenik Asit, Epikateşin, Kafeik Asit, Vanilin, p\_-Kumarik asit, Taxifolin, Ferulik Asit, Salisilik Asit, p-Hidroksibenzoik Asit, Hesperidin, Rosmarinic acid, Oleuropein, Luteolin-7-Glikozit, Rutin, Rezveratrol, Ellagiç Asit, Naringenin,

Kuarsetin, Luteolin, Apigenin, Pinocembrin, Krisin, Galangin ve Flavon Sigma-Aldrich (Sigma-Aldrich® St. Louis, MO, ABD)'den temin edilmiştir kullanılmıştır. Her bir bileşiğin 1000 mg/L'lik stok standart çözeltileri MeOH içinde hazırlanmış ve  $4\pm 21^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklığa ayarlanmış buzdolabında karanlık koşullarda saklanmıştır. İncelenen fenolik bileşiklerin tahlili analizi harici standart kalibrasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

### 3.5. Bitki Ekstraksiyonu

Analiz için toplanan bitki materyalleri toprak üstü kısımları kullanılmıştır. Bitki örnekleri doğrudan ışık almayan oda sıcaklığı koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan *Salvia dichroantha* ve *S. virgata* türünün bitki materyallerinin toprak üstü kısımları daha sonra ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi), antioksidan kapasite ve antifungal analizleri için bir blender kullanılarak öğütülmüştür. 100 gram öğütülmüş bitki materyali 1 litrelik bir steril erlenmeyer şişesine konulmuş ve üzerine 600 ml MeOH eklenmiştir. Bu çözeltiler oda sıcaklığında çalkalayıcıda 24 saat boyunca ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyondan sonra çözültiden, partiküllerin uzaklaştırmak için filtre kâğıdından süzümüştür. Çözültideki MeOH katı madde elde edilene kadar  $32^{\circ}\text{C}$ 'de bir buharlaştırıcı kullanılarak buharlaştırma yoluyla uzaklaştırılmıştır. Kalan katı ekstrak tüm analizlerde kullanılmıştır.



(A)



(B)

Şekil 3.3. Toplanan bitki örnekleri (A), Ekstraksiyon işlemi (B)

### 3.6. LC-MS/MS Tabanlı Fitokimyasal Kantifikasyonu

*Salvia dichroantha* ve *S. virgata* türlerinin fenolik bileşik içeriği, Kayır ve ark. (2023) tarafından bildirilen metota göre yapılmıştır. *Salvia dichroantha* ve *S. virgata* türlerinin metanol ekstraktındaki fitokimyasal bileşiklerin nicel analizi, daha önce geliştirilmiş ve geçerliliği kabul edilmiş LC-MS/MS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu teknik ile toplam 30 farklı fitokimyasal bileşiğin varlığı araştırılmıştır.

Kantitatif analizlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak amacıyla dötereli iç standartlar kullanılmıştır. Bu standartlarla, ekstraksiyon ve cihaz analiz işlemleri sürecince meydana gelen matriks etkilerini ve analit kayıplarını düzeltmiştir (Kayır ve ark., 2023).

### 3.7. Toplam Fenolik Madde İçeriği (TPC)

*Salvia dichroantha* ve *S. virgata*'nın türlerinin toplam fenolik madde içeriği, daha önce bildirilen Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Akşit ve ark., 2022). Öncelikle S.D ve S.V ekstraktı saf suda çözülmüştür. Ardından sonrasında, 100 µL örnek çözeltisi 4.5 mL saf su ile seyreltilmiş; üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 300 µL %2 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi eklenmiştir. Karışım 2 saat süreyle inkübe edilmiş ve absorbans değeri 760 nm'de olarak ölçülmüştür. Sonuçlar, mg gallik asit eşdeğeri/g ekstrakt (mg GAE/g ekstrakt) olarak ifade edilmiştir.

### 3.8. Toplam Flavonoid İçeriği (TFC)

*Salvia dichroantha* ve *S. virgata* türlerinin toplam flavonoid içeriği, Akşit ve ark. (2022) tarafından bildirilen yöntem temel alınarak belirlenmiştir (Akşit ve ark., 2022). Ekstraktlar başlangıçta saf suda çözülmüş ve örnek ile standart stok çözeltilerinden 100 µL alınarak metanol ile 4.8 mL'ye seyreltilmiştir. Daha sonra 100 µL 1 M amonyum asetat ve 100 µL %10 alüminyum klorür çözeltisi eklenmiştir. Karışım ??? süreyle vorteks uygulaması yapılmış ve 45 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Çözeltinin absorbans değeri 415 nm olarak ölçülmüş; sonuçlar mg kuersetin eşdeğeri/g ekstrakt (mg QE/g ekstrakt) olarak ifade edilmiştir.

### 3.9. Antifungal Aktivite

Bu çalışmada *Salvia dichroantha* ve *S. virgata* türlerinden elde edilen ekstraktlarının antifungal aktivitesi, Nwosu ve Okafor (1995) tarafından bildirilen agar plaka yönteminin modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. Metanol ekstraktının stok çözeltisi %1 (v/v) Dimetil Sülfoksit (DMSO) içinde hazırlanmıştır. Sterilize edilen Patates dektroz Agar (PDA) besiyerleri yaklaşık 40 °C'ye soğutulmuş ve ekstraktlar farklı derişimlerde

(0, 1, 2 ve 4 mg/mL) eklenerek homojen karışım elde edilmiştir. Daha sonra her petri kabına (60 mm) yaklaşık 10 mL besiyeri dökülmüş ve donmuş olan oratımın merkezine 7 günlük kültürlerden alınan 5 mm'lik miselyum diskleri aseptik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Petri kapları  $23 \pm 2$  °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatör şartlarında 10 gün süre ile inkübe edilmiş ve miselyal gelişim iki dik eksen boyunca ölçülerek 3 günde bir takip edilmiş olup %1 (v/v) DMSO ortamı negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm antifungal çalışmaları üç tekerrürlü ve iki biyolojik tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür. Miselyum gelişim inhibisyonu Pandey ve ark. (1982) tarafından bildirilen formülle hesaplanmıştır:

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

I: Miselyal gelişimin inhibisyon yüzdesi

dc: Kontrol grubundaki miselyum gelişimi

dt: Uygulama grubundaki miselyum gelişimi

### **3.10. İstatistiksel Analiz**

Fungusların miselyal gelişim inhibisyonuna ilişkin veriler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ( $p \leq 0.05$ ) ile değerlendirilmiş ve anlamlı farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ( $p \leq 0.05$ ) kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler SPSS istatistik yazılımı (sürüm 15.0; SPSS Inc., Cary, NC, ABD) ile gerçekleştirilmiştir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Belirlenen Fenolik Bileşikler (LC-ESI-MS/MS Analizi)

*Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinden elde edilen ekstraktlarda tanımlanan fenolik bileşiklerin ortalama derişimleri ayrıntılı olarak Tablo 4.1'de sunulmuştur. LC-ESI-MS/MS analizleri kapsamında toplam 30 fenolik bileşğin analizi yapılmıştır. Bitki materyallerinin analizleri sonucunda, *Salvia dichroantha* türü ekstraktında 11, *Salvia virgata* türü ekstraktında ise 12 fenolik bileşik farklı miktarlarda tespit edilmiştir. *S. dichroantha* türünde en yüksek miktarda belirlenen fenolik bileşikler sırasıyla luteolin-7-glikozit (1683,891 µg/g ekstrakt), rosmarinik asit (388,674 µg/g ekstrakt) ve apigenin (44,409 µg/g ekstrakt) olmuştur. *S. virgata* ekstraktında ise luteolin-7-glikozit (706,11 µg/g ekstrakt), rosmarinik asit (583,98 µg/g ekstrakt) ve rutin (24,90 µg/g ekstrakt) en fazla miktarda tespit edilen fenolik bileşikler olarak saptanmıştır. Bu 4 bileşik, ekstraktların temel fenolik profiline önemli katkı sağlayan ana komponentler olarak değerlendirilmektedir.

Daha önce yürütülen araştırmalar kapsamında *Salvia dichroantha* türünde, protocatechuic aldehit, sesamol, klorojenik asit, kafeik asit, salisilik asit, p-hidroksibenzoik asit, luteolin-7-glukozit, luteolin, apigenin ve pinosembriin bileşiklerinin rapor edildiğine ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yürütülen çalışma kapsamında, söz konusu fenolik bileşiklerin bu türde tanımlanmış olması bakımından dikkat çekici bir bilimsel yenilik ve özgünlük sunmaktadır. Elde edilen bulgularla, *S. dichroantha* türünün fenolik bileşik çeşitliliğine ilişkin mevcut literatüre özgün katkılar sağlamış ve türün fitokimyasal potansiyelini daha geniş bir çerçevede ortaya konulmuştur.

**Tablo 4.1.** *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin metanol ekstraktlarının LC-ESI-MS/MS ile kantitatif analizi

Pik numarası	Geliş zamanı	Fenolik bileşik adı	Formülasyonu	<i>Salvia dichroantha</i> Miktarı (µg/g ekstrakt )	<i>Salvia virgata</i> miktarı (µg/g ekstrakt)
1	9.19	Gallik Asit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	*S	S
2	11.11	Protokatekuik Asit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	S	S
3	12.06	Protokatekuik Aldehit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	2,766	5,713
4	12.07	Sesamol	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	4,176	5,697
5	12.34	Gentisik Asit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	S	S
6	12.58	Kateşin	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	S	S
7	13.61	Klorojenik Asit	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	13,989	16,737
8	13.99	Epikateşin	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	S	S
9	14.19	Kafeik Asit	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	29,661	20,559
10	14.71	Vanilin	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	S	0,225
11	15.71	p_Kumarik asit	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	S	S
12	15.86	Taxifolin	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	S	S
13	16.13	Ferulik Asit	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	S	S
14	16.36	Salisilik Asit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	2,623	5,919
15	16.37	4-Hidroksibenzoik Asit	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	2,506	5,178
16	16.78	Hesperidin	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>15</sub>	S	S
17	16.86	Rosmarinik Asit	C <sub>18</sub> H <sub>16</sub> O <sub>8</sub>	388,674	583,987
18	16.95	Oleuropein	C <sub>25</sub> H <sub>32</sub> O <sub>13</sub>	S	S
19	17.30	Luteolin-7-Glikozit	C <sub>21</sub> H <sub>18</sub> O <sub>12</sub>	1683,891	706,110
20	17.48	Rutin	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	S	24,906
21	17.59	Rezveratrol	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	S	S
22	19.08	Ellagiç Asit	C <sub>14</sub> H <sub>6</sub> O <sub>8</sub>	S	S
23	19.16	Naringenin	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	S	S
24	19.75	Kuarsetin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	S	S
25	20.23	Luteolin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	20,380	4,991
26	21.15	Apigenin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	44,409	5,167
27	21.19	Pinocembrin	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	0,048	S
28	22.59	Krisin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	S	S
29	22.64	Galangin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	S	S
30	22.94	Flavon	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	S	S

\*S.: Saptanmadı

Önceki çalışmalar, *S. virgata* türünün özellikle rosmarinik asit ve luteolin türevleri açısından zengin olduğunu vurgulamaktadır. Konu üzerinde yapılan çalışmalarda, *S. virgata* türünün metanol ve etanol ekstraktlarında rosmarinik asidi temel fenolik bileşik olarak tanımlanmış ve bu bileşiği luteolin glikozitleri, kafeik asit türevleri ve flavonoidlerin takip ettiğini bildirmiştir (Akkol ve ark., 2008; Koşar ve ark., 2008). Söz konusu bulgular, bu çalışmada rosmarinik asidin ikinci en yüksek miktarda belirlenebilecek bileşik olarak tespit edilmesiyle uyumludur. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada, *S. virgata* türünün toprak üstü kısımlarından elde edilen ekstraktlarında luteolin ve

türevlerinin yüksek düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir (Kıvrak ve ark., 2019). Bu çalışmada luteolin türevleri içinde özellikle luteolin-7-glikozit'in en baskın bileşik olması, önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. *S. virgata* türünün antioksidan aktivitesinin özellikle flavonoid zenginliğine bağlı olduğu ifade edilmiş olup, bu çalışmadaki luteolin-7-glikozit ve rutin miktar düzeylerinin yüksekliği söz konusu biyolojik aktivite sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu çalışmanın literatüre önemli katkılarından biri de, *S. virgata* türünün ekstraktında daha önce sınırlı sayıda rapor edilen veya hiç rapor edilmeyen bileşikler olan protocatechuic aldehit, sesamol, p-hidroksibenzoik asit, salisilik asit, pinosembirin belirlenmiş olmasıdır. Daha önceki fenolik tarama çalışmalarında *S. virgata* türünün fenolik profili çoğunlukla rosmarinik asit, kafeik asit türevleri, luteolin glikozitleri ve kuersetin türevleri ile sınırlı kalmıştır (Koşar ve ark., 2008). Bu yönüyle, söz konusu bileşiklerin ilk kez rapor edilmesi türün kimyasal çeşitliliğine ilişkin yeni veriler sunmakta ve *S. virgata* türünün fitokimyasal yönüyle daha zengin ve kompleks bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, *S. dichroantha* türünün toprak üstü kısımları üzerinde yapılan önceki kromatografik çalışmalar da, ikincil metabolitler olarak iki megastigman diglikozit, bir alifatik alkol glikozit, bir flavonol ve iki fenolik asidin izole edildiği bildirilmiştir (Kırmızıbekmez ve ark., 2012). Bununla birlikte, konu üzerinde yürütülen farklı çalışmada *S. dichroantha* türünün MeOH ekstraktı yüksek performanslı ince tabaka kromatografi (HPTLC) yöntemiyle analiz edilmiş ve ekstraktın %4.2 oranında rosmarinik asit (w/w) içerdiği belirlenmiştir (Bardakçı Altan ve ark., 2014).

#### **4.2. *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin toplam fenolik ve flavonoid içeriği**

*Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin toplam fenolik içerik (TPC) ve toplam flavonoid içeriği (TFC) Tablo 4.2'de sunulmuştur. İki tür arasında belirgin içerik farklılıklarının bulunduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, *S. virgata* türünün toplam fenolik içeriği ( $104,12 \pm 1,94$  mg GAE/g ekstrakt), *S. dichroantha*'ya kıyasla ( $61,38 \pm 0,97$  mg GAE/g ekstrakt) daha fazladır (Tablo 4.2). Bu sonuç, *S. virgata* türünün fenolik bileşikler yönüyle daha zengin bir fitokimyasal profile sahip olduğunu göstermektedir. Fenolik bileşikler, bitkilerde antioksidan aktivite, serbest radikal giderimi, metal şelasyon kapasitesi ve çeşitli biyolojik fonksiyonlarda önemli rol oynadığından, *S. virgata* türünün daha yüksek fenolik düzeyi bu türün potansiyel biyolojik aktiviteler açısından daha avantajlı olduğunu düşündürmektedir.

Benzer şekilde toplam flavonoid içerikleri değerlendirildiğinde, her iki türün flavonoid düzeyleri arasında da anlamlı bir fark olduğu değerlendirilmiştir (Tablo 4.2). *S. virgata* türünün TFC değeri ( $26,57 \pm 0,76$  mg QE/g ekstrakt), *S. dichroantha*'dan ( $20,76 \pm 2,43$  mg QE/g ekstrakt) daha yüksektir. Bu fark, *S. virgata*'nın flavonoid bileşikleri açısından da daha zengin olduğunu ortaya koymaktadır.

**Tablo 4.2.** *S. dichroantha* ve *S. virgata*'nın toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği

Numune	Toplam Fenolik İçerik (mg GAE g <sup>-1</sup> Extract)	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QE g <sup>-1</sup> Extrac)
<i>S. dichroantha</i>	61,38±0,97	20,76±2,43
<i>S. virgata</i>	104,12 ± 1,94	26,57 ± 0,76

İki tür arasındaki bu içerik farklılıkları, büyük bir olasılıkla çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır (Jasicka-Misiak ve ark, 2018). Türler arasındaki genetik farklılıklar, ikincil metabolit üretimini doğrudan etkileyen en temel unsurdur. Bunun yanı sıra, bitkilerin toplandığı ekolojik koşullar (rakım, ışık miktarı, toprak özellikleri, su stresi, sıcaklık vb.), fenolik ve flavonoid sentezinde belirleyici rol oynamaktadır. daha önce yürütülen çalışmalar da, çevresel stres faktörlerinin fenolik bileşik üretimini artırdığına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmakta olup bu açıdan *S. virgata* türünün habitat koşullarının fenolik üretimini teşvik etmiş olabileceği değerlendirilebilir. Ayrıca, bitkinin kullanılan kısımları, gelişim dönemi ve ekstraksiyon verimliliği gibi yöntemsel parametreler de sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir (İnan ve ark., 2021).

*S. virgata* türünün yüksek fenolik düzeyi, bu türün biyolojik aktivite potansiyelinin oldukça güçlü olduğuna işaret etmektedir. Daha önce konu üzerinde yapılan çalışmalar da *S. virgata* türü için bildirilen TPC değerleri genel olarak 45–95 mg GAE/g değerleri arasındadır. *S. virgata* türünün fenolikçe zengin fraksiyonlarının yüksek antioksidan aktivite sergilediği bildirilmiştir. Bu çalışmada belirlenen 104,12 mg GAE/g, söz konusu çalışmalarla karşılaştırıldığında *S. virgata* türünün daha yüksek bir fenolik kapasiteye sahip olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum, kullanılan ekstraksiyon yöntemi, çözücü polaritesi, toplama zamanı ve coğrafi konum gibi faktörlerin etkisiyle açıklanabilir.

Flavonoid içeriği açısından değerlendirildiğinde, bu çalışmada tespit edilen 26,57 mg QE/g değeri de literatürde bildirilen ortalamaların üzerindedir. Kıvrak ve ark. (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Salvia* türlerinde flavonoid içeriğinin önemli oranda luteolin türevlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada *S. virgata* türü

ekstraktında yüksek miktarda belirlenen luteolin-7-glikozit ve rutin gibi flavonoidlerin TFC değerinin yüksek düzeyde belirlenmesine önemli katkı sağladığı düşünülmektedir.

Önceki çalışmalar incelendiğinde, Konya ilinden toplanan *S. dichroantha* türü örneklerinin MeOH ekstraktında TPC değerinin 8.5 mg GAE/100 mL olarak bildirilmiştir (Er ve ark., 2013). Bu değer, çalışmamızda elde edilen sonuçlardan oldukça düşük olup, farklı yetiştirme koşullarının ve çevresel faktörlerin bitkinin ikincil metabolit içeriğini etkileyebileceğini düşündürmektedir. Başka bir çalışmada, *S. dichroantha* türünün biyokimyasal içerikleri incelenmiş ve TPC ile TFC değerlerinin sırasıyla  $202.1 \pm 4.09$  mg GAE g<sup>-1</sup> ekstrakt ve  $16.62 \pm 0.55$  mg QE/100 g olarak rapor edilmiştir (Tunçtürk ve ark., 2024). Bu çalışma, bitkinin farklı gelişim evrelerinde ve yetiştirme ortamlarında fenolik ve flavonoid içeriklerinin önemli farklılıklar gösterebildiğini ortaya konulmuştur. Poyraz ve ark. (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, Eskişehir'den toplanan *S. dichroantha* türü örneklerinin farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktlarının TPC değerleri karşılaştırılmış; çalışma sonucunda MeOH (MeOH) ekstraktının TPC değeri  $116.14 \pm 8.14$  mg GAE g<sup>-1</sup>, etil asetat (EtOAc) ekstraktının ise  $299.18 \pm 10.36$  mg GAE g<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, *S. dichroantha* türünün TPC ve TFC değerlerinin farklı çalışmalar arasında önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıklar; bitkinin toplandığı coğrafi bölge, yükselti, iklim koşulları, toprak özellikleri, hasat zamanı ve çevresel stres faktörleri gibi birçok etkene bağlı olabilmektedir. Dolayısıyla, bitkinin fenolik ve flavonoid bileşik içerikleri üzerinde çevresel koşulların belirgin bir rol oynadığı sonucuna varılabilir.

### 4.3. Antifungal Aktivite

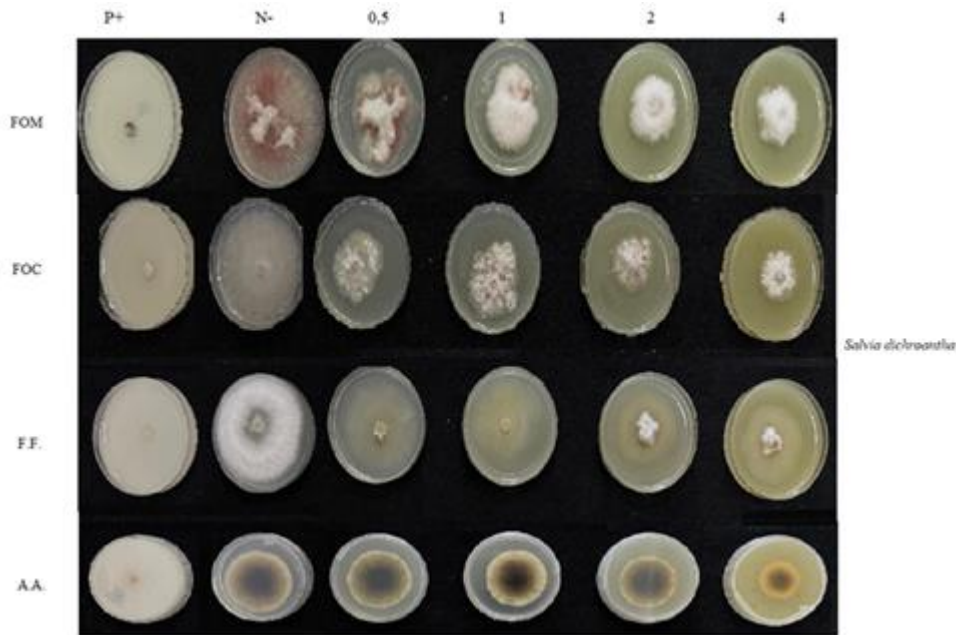
Yürütülen *in vitro* biyolojik testler sonucunda, her iki türün MeOH ekstraktlarının fungal bitki patojenleri olan *Phytophthora infestans* (F.F), *Alternaria alternata* (A.A.), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) ve *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) etmenleri üzerine farklı antifungal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 4.3'te *Salvia dichroantha* türü metanol ekstresinin farklı uygulama dozlarında (0.5-1-2-4 mg/mL<sup>-1</sup>) test edilen etmenlere karşı antifungal etkinliği verilmiştir. Thiram aktif maddesi kullanılan pozitif kontrol grubunda %100 miselyal gelişim engellenmesi gözlenirken, negatif kontrolde (%1 DMSO) herhangi bir inhibisyon oluşmamıştır (Şekil 4.1). Bu durum, denemenin güvenilirliğini ve kullanılan metodolojinin uygunluğunu doğrulamaktadır.

*S. dichroantha* türü metanol ekstresinin test etmenleri üzerinde doza bağlı bir antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.3). Ekstrakt dozu arttıkça miselyal gelişim engelleme oranlarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı ( $p \leq 0.05$ ) belirlenmiştir.

**Tablo 4.3.** *Salvia dichroantha* Metanol Ekstresinin önemli bitki patojenlerine karşı antifungal aktivitesi

Doz (mg mL <sup>-1</sup> )	F.F	A.A	FOM	FOC
Kontrol (+)	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a
Kontrol (-)	0,00 ± 0,00 f	0,00 ± 0,00 e	0,00 ± 0,00 e	0,00 ± 0,00 e
0.5	20,36 ± 0,36 e	12,20 ± 2,47 d	43,49 ± 3,05 d	47,74 ± 2,55 d
1	35,55 ± 0,61 d	18,50 ± 0,49 c	50,94 ± 1,11 c	54,27 ± 0,98 c
2	39,46 ± 0,60 c	19,91 ± 1,02 c	54,27 ± 0,97 bc	59,32 ± 0,45 b
4	47,62 ± 0,39 b	32,77 ± 2,92 b	57,16 ± 0,56 b	62,31 ± 0,40 b

\* Aynı sütundaki aynı harfli ortalamalar ANOVA testi sonrası anlamlı derecede farklı değildi ( $\alpha = 0,05$ ); Kontrol (+) Thiram; Pozitif kontrol, Kontrol (-) ; Negatif kontrol (%1 (v/v) DMSO); *Phytophthora infestans* (F.F), *Alternaria alternata* (A.A), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC)



**Şekil 4.1.** *Salvia dichroantha* türü metanol ekstresinin test etmenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi

F.F. üzerinde ekstraktın antifungal etkisi orta düzeyde olup, en yüksek dozda (4 mg mL<sup>-1</sup>) %47,62 ± 0,39 oranında inhibisyon sağlanmıştır. Bu değer, düşük ve orta dozlara kıyasla anlamlı derecede yüksektir ve F.F.'nin ekstrakta karşı orta duyarlılık gösterdiğini düşündürmektedir. A.A. patojeni, test edilen tüm mikroorganizmalar arasında ekstrakta karşı en düşük duyarlılığı sergilemiştir. En yüksek dozda dahi inhibisyon oranı %32,77 ± 2,92 ile sınırlı kalmıştır. Bu durum, A.A.'nın hücre duvarı

yapısı veya metabolik özellikleri nedeniyle bitkisel kökenli antifungal bileşiklere karşı daha toleranslı olabileceğini düşündürmektedir. FOM ve FOC patojenleri, ekstrakta karşı daha yüksek duyarlılık göstermiştir. Özellikle FOC, tüm dozlarda en yüksek inhibisyon değerlerini sergilemiş ve 4 mg mL<sup>-1</sup> dozunda %62.31 ± 0.40 miselyal gelişim engellemesi ile öne çıkmıştır. FOM'da da benzer bir eğilim gözlenmiş olup, en yüksek dozda %57,16 ± 0,56 oranında inhibisyon saptanmıştır (Şekil 4.1 ve Tablo 4.3).

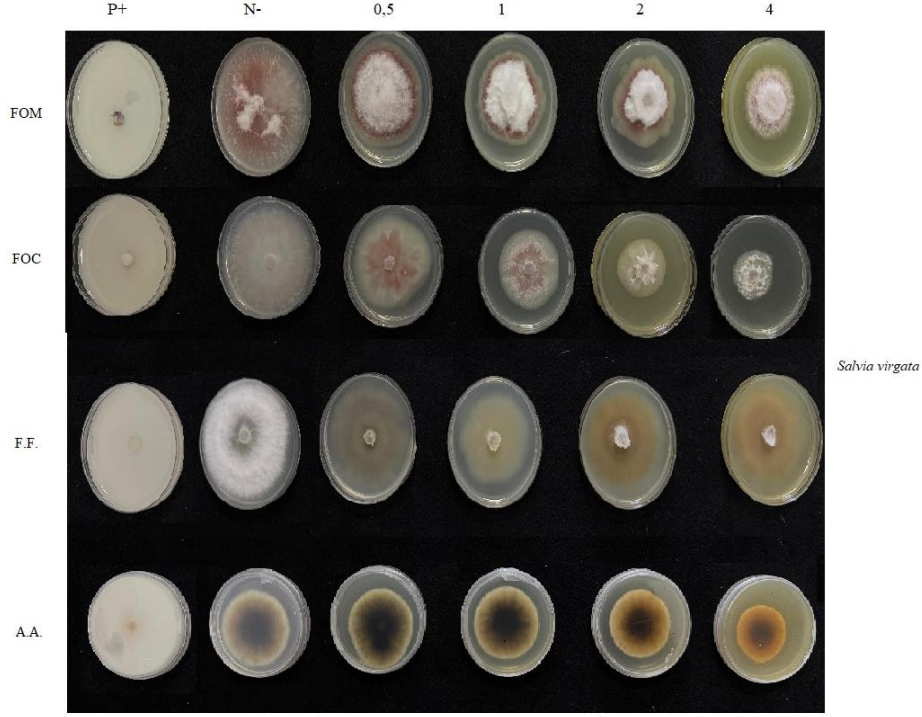
Tablo 4.4'te *Salvia virgata* türü metanol ekstresinin farklı dozlarda (0.5-1-2-4 mg/mL<sup>-1</sup>) F.F., A.A., FOM ve FOC etmenleri üzerindeki antifungal etkisi verilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan Thiram aktif maddesi tüm etmenlerin %100 miselyal gelişimini engellerken, negatif kontrolde (%1 DMSO) herhangi bir inhibisyon gözlenmemiştir. Bu durum, deneme düzenin ve kullanılan yöntemin güvenilirliğini doğrulamaktadır.

Genel olarak *S. virgata* metanol ekstresinin, test edilen tüm patojenler üzerinde doza bağlı bir antifungal aktivite sergilediği belirlenmiştir (Şekil 4.2). Ekstrakt konsantrasyonu arttıkça miselyal gelişim engelleme oranlarının istatistiksel olarak anlamlı biçimde yükseldiği ( $p \leq 0.05$ ) görülmektedir. F.F. üzerinde ekstraktın antifungal etkisi düşük–orta düzeyde olup, en yüksek dozda (4 mg mL<sup>-1</sup>) %32,41 ± 1,37 oranında inhibisyon elde edilmiştir. Bu değer, alt dozlara kıyasla anlamlı derecede yüksek olmakla birlikte, F.F.'nin ekstrakta karşı nispeten düşük duyarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 4.4.** *Salvia virgata* Metanol Ekstresinin önemli bitki patojenlerine karşı antifungal aktivitesi

Doz (mg mL <sup>-1</sup> )	FF	AA	FOM	FOC
Kontrol (+)	100±0,00a*	100±0,00a	100±0,00a*	100±0,00a*
Kontrol (-)	0,00±0,00f	0,00±0,00e	0,00±0,00e	0,00±0,00f
0.5	17,82±1,14e	8,37±1,89d	21,88±1,10d	31,85±4,44e
1	20,86±1,15d	13,54±1,30c	38,20±2,54c	38,38±1,01d
2	28,76±0,74c	27,58±2,27b	39,16±0,80c	45,70±0,33c
4	32,41±1,37b	29,27±2,32b	47,89±0,83b	52,20±0,71b

\*Aynı sütündeki aynı harfli ortalamalar ANOVA'ya göre anlamlı derecede farklı değildi (a = 0,05); Kontrol (+) Thiram; Pozitif kontrol, Kontrol (-); Negatif kontrol (%1 (v/v) DMSO); *Phytophthora infestans* (F.F), *Alternaria alternata* (A.A), *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* (FOM) ve *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum* (FOC)



**Şekil 4.2.** *Salvia virgata* türü metanol ekstresinin önemli bitki patojenlerinin miselyum gelişimi üzerine etkisi

A.A. etmeni üzerine, *S. virgata* türü ekstresine karşı en düşük hassasiyet belirlenen etmenlerden patojenlerden biri olmuştur. En yüksek dozda (4 mg mL<sup>-1</sup>) inhibisyon oranı %29,27 ± 2,32 ile sınırlı kalmış; bu durum *Alternaria* türlerinin bitkisel kökenli antifungal bileşiklere karşı daha dirençli olabileceğini düşündürmektedir. FOM üzerinde ekstraktın etkisi daha belirgin olup, 4 mg mL<sup>-1</sup> dozunda %47,89 ± 0,83 miselyal gelişim engellemesi sağlanmıştır. Bu değer, FOM'un *S. virgata* ekstraktına karşı orta düzeyde duyarlı olduğunu göstermektedir. FOC tüm patojenler arasında *S. virgata* metanol ekstresine karşı en yüksek duyarlılığı göstermiştir. En yüksek dozda %52,20 ± 0,71 oranında inhibisyon elde edilmesi (Şekil 4.2 ve Tablo 4.4), ekstraktın özellikle *Fusarium* türleri üzerinde daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4.3 ve Tablo 4.4 birlikte değerlendirildiğinde, *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin metanol ekstrelerinin test edilen tüm etmenler üzerinde doza bağlı antifungal aktivite gösterdiği açıkça görülmektedir. Her iki türde de pozitif kontrol (Thiram) %100 miselyal gelişim engellediği değerlendirilirken, negatif kontrolde (%1 DMSO) herhangi bir inhibisyonun gözlenmemesi, deneysel düzenin güvenilirliğini teyit etmektedir.

Genel olarak, her iki *Salvia* türünün de antifungal etkinliğinin etmene bağlı olarak değiştiği ve özellikle *Fusarium oxysporum* türleri (FOM ve FOC) üzerinde daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık *Alternaria alternata* ve *Phytophthora infestans* etmenlerinin bitkisel kökenli antifungal bileşiklere karşı daha düşük hassasiyet gösterdiği dikkat çekmektedir.

Bitki materyali türler arası karşılaştırma yapıldığında, *S. dichroantha* türü metanol ekstresinin çoğu dozda ve özellikle yüksek konsantrasyonlarda *S. virgata* türüne kıyasla daha yüksek miselyal gelişim engelleme oranları değerlendirilmiştir. Özellikle 4 mg mL<sup>-1</sup> dozunda *S. dichroantha* türünün FOC (%62,31) ve FOM (%57,16) üzerindeki etkisi, *S. virgata*'nın aynı patojenlerde gösterdiği inhibisyon oranlarından (FOC %52,20; FOM %47,89) daha yüksektir. Bu durum, *S. dichroantha* türünün antifungal aktivite açısından *S. virgata* türüne göre nispeten daha güçlü bir etki potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Farklı çalışmalarda *Salvia* türlerinin ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Yılar ve ark., 2020). Antifungal etkilerinin çoğunlukla fenolik bileşikler, özellikle de rosmarinik asit, luteolin, apigenin ve çeşitli flavonoid türevlerinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Koşar ve ark., 2008). Bu çalışmada da *S. virgata* türü ekstraktının yüksek düzeyde rosmarinik asit (583,98 µg/g) ve luteolin-7-glikozit (706,11 µg/g) içermesi, gözlenen antifungal aktivitenin fitokimyasal bileşimle doğrudan ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Özellikle rosmarinik asidin plazma membranı geçirgenliğini bozarak miselyal uzamayı engellediği daha önce rapor edilmiştir. Benzer şekilde luteolin türevlerinin fungus hücre duvarı sentezini baskıladığı bilinmektedir (Koşar ve ark., 2008).

*Fusarium* türlerine karşı gözlenen yüksek inhibisyon düzeyi (özellikle FOC etmeni için %52,20), daha önceki çalışmalar da *F. oxysporum* etmeninin polifenollere karşı daha hassas olduğuna ilişkin bulgularla benzerdir (Kıvrak ve ark., 2019). Bununla birlikte *Phytophthora infestans* etmeni gibi Oomycota Şubesi/Bölümüne (Phylum) dahil bitki patojenleri genellikle fenolik bileşiklere daha dayanıklı olduğu bilinmektedir; bu çalışmada elde edilen %32,41'lik inhibisyon, *Salvia* türleri için rapor edilen en yüksek etkilerden biri olarak değerlendirilebilir.

Örneğin, Güzel ve ark. (2018) *S. dichroantha* türünün etanol ekstresinin *Candida glabrata* ATCC 90030, *Candida parapsilosis* ATCC 22019 ve *Candida tropicalis* ATCC 750 suşlarına karşı önemli düzeyde antifungal aktivite gösterdiğini ve minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerinin 62,5 µg/mL olduğunu bildirmiştir.

Ayrıca, önceki çalışmalarda farklı *Salvia* türlerinin çeşitli bitki kısımlarından elde edilen ekstraktların fitopatojen funguslara karşı güçlü antifungal etkileri olduğu rapor edilmiştir (Çınar ve ark., 2011, Bayar ve Genç, 2018). Örneğin, *S. officinalis*, *S. cryptantha* ve *S. tomentosa* türlerinin sulu, metanolik ve etanolik ekstraktlarının; *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus niger*, *Penicillium italicum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Monilia laxa*, *Botrytis cinerea* ve *Ascochyta rabiei* gibi fitopatojenlere karşı antifungal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Yılar ve ark., 2018).

Benzer şekilde, Yılar (2018) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, *Salvia virgata* Jacq. türünün metanol ve hekzan ekstraktlarının *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* ve *Verticillium dahliae* gibi etmenlerin miselyal gelişimini %0 ile %72 arasında değişen oranlarda inhibe ettiği bildirilmiştir. Konu üzerinde yapılan önceki çalışma sonuçları ile yürütülen çalışmanın elde edilen sonuçları benzerlik göstermekte *S. dichroantha* türünün antifungal potansiyelini desteklemektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yürütülen çalışma kapsamında, Türkiye florasında doğal yayılış gösteren *Salvia dichroantha* ve *Salvia virgata* türlerinin Kayseri ili Sarız ve Bünyan ilçelerin toplanan birer örneklerinin fitokimyasal içerikleri ve bitkisel üretim açısından kritik öneme sahip bazı bitki patojenleri üzerindeki antifungal etkileri incelenmiştir. Yapılan LC-ESI-MS/MS analizleri ile, her iki türün de fenolik bileşikler açısından zengin ve karakteristik bir profile sahip olduğu saptanmıştır. Analiz edilen 30 farklı fenolik bileşik arasından *S. virgata* türü ekstraktında 12, *S. dichroantha* türü ekstraktında ise 11 bileşiğin varlığı ve miktarları kantitatif olarak belirlenmiştir. Çalışmanın en önemli bilimsel çıktılarından biri, protocatechuic aldehit, sesamol, klorojenik asit, kafeik asit, salisilik asit, p-hidroksibenzoik asit, luteolin-7-glukozit, luteolin, apigenin ve pinosebrin bileşiklerinin *S. dichroantha* türünde bu çalışma ile tanımlanmış olmasıdır. Bu bulgu, ilgili türün fitokimyasal haritasının çıkarılmasına ve literatüre katkı sağlanması yönüyle özgündür.

Araştırma sonucunda elde edilen toplam fenolik ve flavonoid içerikleri ile ilgili olarak, *S. virgata* türünün sekonder metabolit birikimi yönüyle *S. dichroantha* türü ile karşılaştırıldığında yaklaşık iki kat daha yüksek sekonder metabolit birikimi olduğunu göstermiştir. Ancak biyolojik etkinlik testlerinde, toplam fenolik içeriği daha düşük olan *S. dichroantha* türü ekstraktının özellikle *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) etmenine karşı %62,31 oranında bir inhibisyon sağlayarak en yüksek antifungal etkinliği göstermesi dikkat çekicidir. Bu durum, bitki ekstraktlarının antifungal potansiyelinin sadece ana bileşenlerin miktarıyla değil, ekstrakt içerisinde yer alan mikro bileşenlerin spesifik aktiviteleri ve bu bileşenler arasındaki sinerjik etkileşimler ile açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Her iki türün de test edilen tüm etmenler üzerinde doza bağlı olarak gösterdiği belirgin miselyal gelişmenin engellemesi kapasitesi, bu bitkilerin sürdürülebilir bitkisel üretim stratejileri kapsamında doğal fungusit kaynağı olarak değerlendirilebileceğini kuvvetli bir şekilde düşündürmektedir.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, bu çalışmada tespit edilen antifungal aktivitenin moleküler temelini daha iyi anlamak amacıyla, ekstraktlardan saf madde izolasyonun yapılması ve bu bileşiklerin etki mekanizmalarının araştırılması büyük önem arz etmektedir. Mevcut çalışmada elde edilen *in vitro* başarıların tarla ve sera gibi bitki yetiştirme koşullarda test edilmesi, konukçu bitki üzerindeki etkinliğin ve olası fitotoksisite risklerinin belirlenmesi için gereklidir. Ayrıca, bu bitkisel ekstraktlarının çevresel koşullardan etkilenmeden en yüksek düzeyde verimli olarak uygulanabilmesi

için nano-teknolojik formülasyonların geliştirilmesi, doğal kaynaklı bitki koruma ürünlerinin ticari preparat olarak bitkisel koruma sektörüne kazandırılması sürecine ivme kazandıracaktır. Sonuç olarak, bu çalışma ile potansiyeli ortaya konan *S. dichroantha* ve *S. virgata* türleri, fungusit kullanımının azaltıldığı çevre dostu bitkisel üretim uygulamaları için umut verici birer biyo-kontrol ajanı adaydır.

## KAYNAKLAR

- Acıbuca, V., & Budak, D. B. (2018). Dünyada ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin durumu. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(1), 37-44.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5. baskı). Elsevier Academic Press.
- Akkol, E. K., Göger, F., Koşar, M., & Başer, K. H. C. (2008). Phenolic composition and biological activities of *Salvia halophila* and *Salvia virgata* from Turkey. *Food Chemistry*, 108(3), 942-949.
- Altıntaş, B. (2024). Patates yetiştiriciliği ve bunun dünya tarımındaki yeri ve önemi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi
- Akşit, Z., Akşit, H., Şimşek, S., Aydın, A., Yılmaz, M. A., Kandemir, A., & Köksal, E. (2022). LC-MS/MS profiling phytochemical content of *Echinophora chrysantha* (Apiaceae) and antiproliferative, antioxidant activity. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 10(5), 190–194. <https://doi.org/10.15406/ppij.2022.10.00384>
- Bardakçı Altan, H., Akaydın, G., Kırmızıbekmez, H., & Yeşilada, E. (2014). Validated HPTLC method for the quantitative analysis of rosmarinic acid in several *Salvia* sp. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11(3), 245-254.
- Bayar, Y., & Genc, 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, 93–99. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.362163>
- Baytop, T. (1994). Türkçe bitki adları sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Birkhofer, K., Smith, H. G., Rundlöf, M. (2016). Environmental impacts of organic farming. *ELS; John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester, UK*.
- Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E. (2001). Production of plant secondary metabolites: A historical perspective. *Plant Science*, 161(5), 839-851.
- Ceylan, A. (1987). *Tıbbi bitkiler-II (Uçucu yağ bitkileri)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Christenhusz, M. J., & Byng, J. W. (2016). "The number of known plants species in the world and its annual increase". *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>

- Çınar, O. G., Kirmizibekmez, H., Akaydin, G., & Yesilada, E. (2011). Investigation of in vitro opioid receptor binding activities of some Turkish *Salvia* species. *Records of Natural Products*, 5(4), 281-289.
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Cilt 7)*. Edinburgh University Press.
- Drew, B. T., González-Gallegos, J. G., Xiang, C. L., Kriebel, R., Drummond, C. P., Walker, J. B ve Sytsma, K. J. (2017). *Salvia* united: The greatest good for the greatest number. *Taxon*, 66(1), 133-145. <https://doi.org/10.12705/661.7>
- Er, M., Tugay, O., Özcan, M. M., Ulukuş, D., & 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., & Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 52-67. <https://izlik.org/JA42YU59AX>
- Gad, H. A., Mamadalieva, R. Z., Khalil, N., Zengin, G., Najjar, B., Khojimatov, O. K., Al Musayeib, N. M., Ashour, M. L., & Mamadalieva, N. Z. (2022). GC-MS Chemical Profiling, Biological Investigation of Three *Salvia* Species Growing in Uzbekistan. *Molecules*, 27(17), 5365. <https://doi.org/10.3390/molecules27175365>
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (Ed.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. ANG Vakfı / Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Güzel, S., Özay, Y., Ülger, M., Kahraman, A., & Aslan, G. (2018). Evaluation of antimicrobial activity of three endemic *Salvia* species growing in Turkey. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 38(1), 4-10.
- Godlewska, K., Ronga, D., Michalak, I. (2021) Plant extracts—Importance in sustainable agriculture. *Ital. J. Agron.* 16, 1851.
- İnan, Y., Kurt-Celep, I., Akyüz, S., Barak, T. H., Celep, E., & Yesilada, E. (2021). An investigation on the enzyme inhibitory activities, phenolic profile and antioxidant potentials of *Salvia virgata* Jacq. *South African Journal of Botany*, 143, 350-358.
- Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Petecka, M., Buslovych, O., Shlyapnikov, V.A., & Wieczorek, P.P. (2018). Antioxidant Phenolic Compounds in *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* L. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 25(1), 2018. 133-142. <https://doi.org/10.1515/eces-2018-0009>

- Jeshvaghani, Z. A., Rahimalek, M., Talebi, M., & Goli, S. A. H. (2015). Comparison of total phenolic content and antioxidant activity in different *Salvia* species using three model systems. *Industrial Crops and Products*, 77 (1), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.005>
- Karık, Ü., Çınar, O., Tunçtürk, M., & Sekeroglu, N. (2018). Essential oil composition of some sage (*Salvia* spp.) species cultivated in İzmir (Turkey) ecological conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4s), 83. <https://doi.org/10.5530/ijper.52.4s.83>
- Kaya, A., Doğu, S., Dinç, M., & Kürkçüoğlu, M. (2017). Comparison of essential oils of endemic *Salvia dichroantha* Stapf collected from Konya. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3, Special Issue 2), 412-417. <https://doi.org/10.21448/ijsm.375111>
- Kayır, Ö., Doğan, H., Alver, E., Bilici İ. (2023). Quantification of phenolic component by LC-HESI-MS/MS and evaluation of antioxidant activities of *Crocus Ancyrensis* extracts obtained with different solvents. *Chem. Biodivers.* 20, 202201186.
- Kawazoe, K., Yamamoto, M., Takaishi, Y., Honda, G., Fujita, T., Sezik, E., Yesilada, E. (1999). Rearranged abietane-type diterpenes from *Salvia dichroantha*. *Phytochemistry*. Volume 50, Issue 3, Pages 493-497. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00471-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00471-3)
- Kırmızıbekmez, H., Altan, H., Liktör, E., Zana, A., Yeşilada, E., & Hohmann, J. (2012). Chemical constituents of *Salvia dichroantha*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 42, 18-20. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.01.001>
- Kıvrak, Ş., Göktürk, T., Kıvrak, İ., Kaya, E., & Karababa, E. (2019). Investigation of phenolic profiles and antioxidant activities of some *Salvia* species commonly grown in Southwest Anatolia using UPLC-ESI-MS/MS. *Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1590/fst.32017>.
- Koşar, M., Göger, F., & Can Başer, K. H. (2008). In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata* Jacq. from Turkey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(7), 2369–2374. <https://doi.org/10.1021/jf073516b>

- Levaya, Y., Atazhanova, G., Gabe, V., & Badekova, K. (2025). A Review of Botany, Phytochemistry, and Biological Activities of Eight *Salvia* Species Widespread in Kazakhstan. *Molecules*, 30(5), 1142. <https://doi.org/10.3390/molecules30051142>
- Maral, H. (2023). Chemical and antioxidant diversity of essential oils of some *Salvia* species from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 106, 104575. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104575>
- Nsibande, S. A., & Forbes, P. B. C. (2019). Development of a quantum dot molecularly imprinted polymer sensor for fluorescence detection of atrazine. *Luminescence : the journal of biological and chemical luminescence*, 34(5), 480–488. <https://doi.org/10.1002/bio.3620>.
- Nwosu, M. O., & Okafor, J. I. (1995). Preliminary studies of the antifungal activities of some medicinal plants against *Basidiobolus* and some other pathogenic fungi. *Mycoses*, 38(5-6), 191–195. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.1995.tb00048.x>
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Özdemir, C. Bazı *Salvia* L. (Lamiaceae) Türleri Üzerinde Morfolojik, Anatomik ve Karyolojik Bir Araştırma. Tez (yüksek lisans) -- Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 1996. <http://libra.omu.edu.tr/tezler/37206.pdf>
- Zdemir, C, & Şenel, G (1999). The Morphological, Anatomical and Karyological Properties of *Salvia sclarea* L.. *Turkish Journal of Botany* 23 (1): 7-18
- Pandey, D. K., Tripathi, N. N., Tripathi, R. D., & 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. <http://www.jstor.org/stable/43214961>
- Poyraz, İ. E., Karadeniz, M., & Öztürk, N. (2018). Bazı *Salvia* L. Türlerinin Antioksidan Aktiviteleri ve Toplam Fenol İçerikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 11(2), 7–10. <https://bibad.gen.tr/index.php/bibad/article/view/321>
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., & Çiçekli, M. (1998). *Tohumlu bitkiler sistematigi*. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Serim, A., Güzel, N., Türktemel, İ. (2015). Allelopatik bitki ekstraktları ile herbisitlerin kullanımı. *Derim*, 32(2), 225–236. <https://doi.org/10.16882/derim.2015.20622>

- Skoula, M., Abbas, J. E., & Johnson, C. B. (2000). Genetic variation of volatiles and rosmarinic acid in populations of *Salvia fruticosa* mill growing in Crete. *Biochemical systematics and ecology*, 28(6), 551–561. [https://doi.org/10.1016/s0305-1978\(99\)00095-2](https://doi.org/10.1016/s0305-1978(99)00095-2)
- Strange, R. N., & Scott, P. R. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annual review of phytopathology*, 43, 83–116. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839>
- Tepe B. (2008). Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia virgata* (Jacq), *Salvia staminea* (Montbret & Aucher ex Benth) and *Salvia verbenaca* (L.) from Turkey. *Bioresource technology*, 99(6), 1584–1588. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.008>
- Tunçtürk, R., Yolcu, M. S., Tunçtürk, M., Şelem, E., & Nohutçu, L. (2024). Bazı *Salvia* L. Türlerine Ait Mikroyeşillerin Biyokimyasal ve Besin Elementi İçeriklerinin Araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1), 149-158. <https://doi.org/10.29278/azd.1481046>
- Yılar, M., Bayar, Y., Abacı-Bayar, A. A., & 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>
- Yılar, M., Kadioglu, I., & Telci, I. (2018). Chemical composition and antifungal activity of *Salvia officinalis* L., *S. cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) and *S. tomentosa* (Mill.) plant essential oils and extracts. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 1695-1706.
- Zeybek, N., & Zeybek, U. (2002). *Farmasötik botanik*. Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları.
- Xu, J., Wei, K., Zhang, G., Lei, L., Yang, D., Wang, W., Han, Q., Xia, Y., Bi, Y., Yang, M., & Li, M. (2018). Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of Chinese *Salvia* species: A review. *Journal of ethnopharmacology*, 225, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.029>
- <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-surdurulebilir-tarim-politikalari>  
(SET:31.01.2026)



## **SALVIA VIRGATA’NIN FİTOKİMYASAL BİLEŞENLERİ İLE ANTİOKSİDAN VE ANTİFUNGAL AKTİVİTELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Halil Burak SÜT\*\*, Yusuf BAYAR\*\*\*

---

### **GİRİŞ**

Yaygın adıyla yabani adaçayı olarak bilinen *Salvia virgata* Jacq., dünyanın aromatik ve tıbbi bitkilerin en büyük ailelerinden biri olan Lamiaceae’ye ait çok yıllık otsu bir türdür. Yaklaşık 1000 türü kapsayan *Salvia* cinsi, ılıman ile subtropikal bölgelerde dağınık olarak bulunur ve Akdeniz Havzası ve Güneybatı Asya’da yaygındır (Walker ve ark., 2004; Jenks & Kim, 2013). Bu geniş cins içinde *S. virgata*, uyum yeteneği, morfolojik çeşitlilik ve zengin ikincil metabolit bileşimi nedeniyle ekolojik ve etnobotanik olarak önemli bir yere sahiptir. Botanik olarak *S. virgata*, dik gövdeler, yumru-kıvamsı yapraklar ve Lamiaceae’ye özgü çift dudaklı çiçeklere sahip uzanan çiçek salkımları oluşturan inflorescences ile ayırt edilebilen bir bitki türüdür (Hedge, 1982; Abacı Bayar, 2022). Yol kenarlarında, açık tarlalarda, bozkır habitatlarında ve bozulmuş alanlarda yetişen, kuraklığa ve kireçli topraklara karşı güçlü tolerans gösteren bir türdür (Abacı-bayar, 2021). Doğal coğrafi dağılışı güneydoğu Avrupa’dan Batı ve Orta Asya’ya uzanır; Türkiye’de belirgin bir yoğunluk gösterir ve burada birkaç *Salvia* taksonu morfolojik ve kimyasal çeşitlilik bakımından zengindir (Davis ve ark., 1988; Celep & Doğan, 2010). Pek çok *Salvia* türü gibi *S. virgata* da fenolik asitler, flavonoidler, diterpenoidler ve uçucu yağ bileşenleri dahil olmak üzere biyolojik olarak aktif ikincil metabolitlere zengin olan bir türdür. Temel bileşen olarak kafeik asit türevleri, rosmarinik asit ve luteolin ile apigenin glikosidleri gibi flavonlar önemli fenolik bileşikleridir (Topçu ve ark., 2001; Kamatou ve ark., 2008). Bitkinin uçucu yağ temel bileşenleri ise, 1,8-sineol, kamfor,  $\beta$ -kariyofillen ve  $\alpha$ -humulen olup, bitkinin kokusal ve farmakolojik özelliklerine katkıda bulunur (Baser ve ark., 2004; Tepe ve ark., 2011). *S.*

---

\*\* YL, Üniversite, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakülte, Bitki Koruma Bölüm, Kırşehir, E-posta, hburaksut@gmail.com; ORCID: [orcid.org/0009-0007-2106-5208](https://orcid.org/0009-0007-2106-5208)

\*\*\* Dr.öğr. üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakülte, Bitki Koruma Bölüm, Kırşehir, E-posta, yusuf.bayar@ahievran.edu.tr ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8393-7218>



## ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı:	Halil Burak SÜT
Uyruğu:	T.C.
Orcid Numarası:	0009-0007-2106-5208

EĞİTİM BİLGİLERİ	
<b>Lisans</b>	
Üniversite:	Akdeniz Üniversitesi
Fakülte:	Ziraat Fakültesi
Bölümü:	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı:	2022
<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü:	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı:	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı:	2026
<b>Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler</b>	
Süt H.B, Bayar Y. 2025. <i>Salvia virgata</i> 'nın Fitokimyasal Bileşenleri İle Antioksidan Ve Antifungal Aktivitelerinin Değerlendirilmesi. Tarım, Çevre ve İklim Ekseninde Güncel Yaklaşımlar ve Araştırmalar-1 Say. 80-94 (Bölüm 6) E-ISBN: 978-625-385-610-6 Editörler: Doç. Dr. Hakan Kır, Doç. Dr. İsmail Demir	