Erciyes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 41, Sayı 2, 2025

Erciyes University
Journal of Institue Of Science and Technology
Volume 41, Issue 2, 2025

Gri Küf Hastalığı Etmeni *Botrytis cinerea*'ya Karşı *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Bentham (Lamiaceae) Uçucu Yağının Doğal Fungisit Olarak Kullanımının Değerlendirilmesi

Mervenur SAYGILI[1], Sevil ALBAYRAK*[1], Ahmet AKSOY[2]

*[1] Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, KAYSERİ
[2] Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, ANTALYA

(Alınış / Received: 14.03.2025, Kabul / Accepted: 04.07.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 30.08.2025)

Anahtar Kelimeler
Antifungal aktivite,
Botrytis cinerea,
Salvia potentillifolia

Öz: *Botrytis cinerea* Pers. Fr. çok çeşitli konakçılarda gri küf hastalığına neden olan patojen fungustur. Bu çalışma ile *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Bentham (Lamiaceae)'dan elde edilen uçucu yağın bitki patojeni *B. cinerea*'ya karşı antifungal aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 1-200 µl/petri dozunda uygulanan uçucu yağın buhar fazında misel gelişimi ve spor çimlenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. 20 µl/petri ve üzeri dozlarda uçucu yağ misel gelişimini tamamen engellerken, fungisidal doz 50 µl/petri olarak belirlenmiştir. *S. potentillifolia* uçucu yağının buhar fazında 10 µl/petri ve üzeri dozlarda *B. cinerea* sporlarının çimlenmesini tamamen engellediği belirlenmiştir. Sonuçlar *S. potentillifolia* uçucu yağının *B. cinerea* mücadelesinde sentetik fungisitlere karşı biyolojik olarak parçalanabilen, çevre dostu ve güvenli potansiyel bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Evaluation of the Use of Essential Oil of *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Bentham (Lamiaceae) as a Natural Fungicide Against *Botrytis cinerea*, the Agent of Gray Mold Disease

Keywords
Antifungal activity,
Botrytis cinerea,
Salvia potentillifolia

Abstract: The *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. is a pathogen fungi causes gray mold disease in a wide variety of hosts. Present study was aimed to determine the antifungal activity of the essential oil obtained from *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Bentham (Lamiaceae) against the plant pathogen *B. cinerea*. The effect of essential oil applied in the vapor phase at a dose of 1-200 µl/petri on mycelial growth and spore germination was examined. At doses of 20 µl/petri and above, the essential oil entirely inhibited mycelial growth, while the fungicidal dose was determined as 50 µl/petri. *S. potentillifolia* essential oil in the vapor phase completely inhibited the germination of *B. cinerea* spores at doses of 10 µl/petri and above. The results indicate that *S. potentillifolia* essential oil may be a potential biodegradable, environmentally friendly and safe alternative to synthetic fungicides in the control of *B. cinerea*.

*İlgili Yazar, email: salbayrak@erciyes.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde tarım bilimleri, insan nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayacak gıda üretimini geliştirme konusunda önemli zorluklarla karşı karşıyadır [1]. Modern tarımın gelişmesiyle birlikte küresel gıda üretimi önemli ölçüde artmıştır. Öte yandan böcekler, mantarlar, bakteriler, virüsler, yabancı otlar gibi birçok biyotik faktör tarımsal üretimde önemli kayıplara neden olmaktadır [2]. Bitki hastalıklarından kaynaklanan ürün kayıplarının dünya çapında yaklaşık %14, başlıca gıdalar ve ihracat ürünleri için %20 olduğu tahmin edilmektedir [3]. Mantar enfeksiyonları hasat sonrası çürümelerin ana nedenidir. Taze meyve ve sebzelerin depolanması, taşınması ve ticarileştirilmesinde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası oluşan enfeksiyonlar ürünün raf

ömrünü kısaltmakta ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca, küflerin ürettiği ikincil metabolitler olan mikotoksinler sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir [4].

Meyve ve sebze üretiminde, hasat sonrası çürüklükleri, tüm dünyada %25'ten %50'ye kadar değişen oranlarda ciddi kayıplarla sonuçlanmaktadır ve büyük bir oranda fungal kaynaklıdır. Bu nedenle, bu kayıpların önlenmesi için fungisitler kullanılmaktadır [5]. Ancak bu kimyasalların uzun süreli ve yaygın kullanımı patojen direncinin artması, toprağın kirlenmesi ve ekolojik yapının bozulması gibi sayısız soruna yol açmaktadır. Bu nedenle, ekolojik açıdan daha sağlıklı yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu giderek daha belirgin hale gelmektedir [6].
Patojen *Botrytis cinerea* Pers. Fr. (teleomorph *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) dünyaca yaygın 200'den fazla ürün türünde ciddi kayıplara neden olmaktadır [7]. *B. cinerea* çok çeşitli konakçılarda gri küf hastalığına neden olan patojen fungustur. Sofralık üzüm, şaraplık üzüm, çilek, ahududu, marul, salatalık, bakla, domates, fasulye, çiçek ve kaplarda üretilen orman bitkileri gibi ürünlerde ciddi bir ekonomik problemlere neden olmaktadır [8].

Son yıllarda mantar hastalıklarının ortaya çıkmasını önlemek için sentetik fungisitler kullanılmaktadır. Ancak sentetik fungisitlerin yaygın kullanımı, kalıntıların birikmesi ve kalıcılığı nedeniyle ekosistemi ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Sentetik fungisitler toprak ekoloji sistemlerini, bitki ve hayvan metabolizmasını, büyümesini ve savunmasını bozarak ekosistemi değiştirmektedir. Ayrıca fungisitler suda yaşayan organizmalar için oldukça toksiktir ve biyota için yüksek risk oluşturmaktadır. Ayrıca insanların fungisitlere maruz kalması sindirim, solunum, immünoloji ve nörolojik sistemlerle ilişkili hastalıklara ve alerjilere neden olabilir. Bu anlamda fungisitlerin zararlı etkilerini azaltmak için sürdürülebilir alternatifler geliştirilmektedir [1].

Dirençli mantar türlerinin ortaya çıkması sentetik fungisitlerin kullanımını sınırlayabilir ve bazı fungisitler önemli ölçüde toksisiteye sahiptir. Sentetik moleküllerin artan sağlık ve çevre tehlikeleri konusunda kamuoyunda artan bir endişe oluşmaktadır. Bu nedenle yeni antifungal ajanlar geliştirmek için alternatif, güvenli ve doğal yöntemler aktif olarak araştırılmaktadır [9]. Meyve kalitesini korurken, hasat sonrası patojenlerin kontrolüne yönelik yeni bir yaklaşım, uçucu (esansiyel) yağların uygulanmasıyla hayata geçirilmiştir. Bu yaklaşım, sentetik fungisitlere olan ihtiyacı ortadan kaldırarak tüketicinin organik tercihlerine uyum sağlar ve çevre kirliliğini azaltır [4]. Uçucu yağlar, hasat sonrası patojenik mantarlara karşı iyi bir antifungal aktiviteye sahiptir. Biyolojik olarak parçalanabilir, çevre dostu, ekonomik ve güvenli olduğundan popülerlik kazanmakta ve küresel olarak araştırmacıların dikkatini çekmektedir [10].

Lamiaceae familyasına ait *Salvia* cinsi yaklaşık 1000 türle temsil edilmektedir [11]. *Salvia* Türkiye florasında 54'ü endemik 107 takson ile temsil edilmektedir [12]. Bu türler tıp, kozmetik, parfümeri ve eczacılık endüstrisinde kullanılmaktadır [11,13,14]. Birçok *Salvia* türü antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antiviral, antitumoral, antidiyabetik, anti-inflamatör, hipoglisemik ve antikanserojenik gibi birçok biyolojik aktiviteye sahiptir [11,15]. *Salvia potentillifolia* Boiss. and Heldr. ex Bentham (Lamiaceae) endemik bir türdür. Muğla'da ''Adaçayı" ya da "Salba" olarak adlandırılır. Halk tıbbında yaygın olarak çay şeklinde kullanılmaktadır [14]. Daha önceki bir çalışmada, *S. potentilifolia* uçucu yağının başlıca bileşeni olarak eucalyptol (%23.01) varlığı tespit edilmiş, uçucu yağının orta derecede antibakteriyel ve *Aspergillus flavus*'a karşı zayıf antifungal aktivite gösterdiği kaydedilmiştir [16]. Bu çalışma ile *S. potentilifolia*'dan elde edilen uçucu yağın bitki patojeni *B. cinerea'*nın misel gelişimi ve spor çimlenmesinin engellenmesi üzerine uçucu fazda antifungal aktivitesinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitki ve Küf İzolatının Temini

S. potentillifolia bitkisinin toprak üstü kısımları Antalya İli, Elmalı-Sedir Araştırma Ormanı girişinden çiçeklenme evresinde, 2024 yılı Temmuz ayında (36°35'31''K-9°58'22''D, 1240 m) toplanmıştır (Voucher No.: Aksoy 2522). Bitki oda sıcaklığında (25 °C) ve gölgede kurutulmuştur (Şekil 2.1). *B. cinerea* kültürü Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nden temin edilmiştir.

Şekil 2.1. *Salvia potentillifolia* genel görünüşü

2.2. Uçucu Yağ Eldesi

Bitkinin oda sıcaklığında (25 °C), gölgede kurutulmuş toprak üstü kısımları Clevenger cihazında hidrodistilasyon yöntemi ile 3 saat boyunca distile su ile kaynatılmıştır. Elde edilen uçucu yağ susuz sodyum sülfat ile kurutulduktan sonra verimi hesaplanmış ve 4 ˚C'de saklanılmıştır [17].

2.3. Uçucu Yağın Misel Gelişimi Üzerine Etkisi

Uçucu yağın misel gelişiminin engellenmesi üzerine etkisi buhar fazında denenmiştir. Patates Dekstroz Agar (PDA) besi yerinde çoğaltılan beş günlük fungal kültürlerden korkborla alınan misel diskleri (10 mm) PDA ile temas edecek şekilde steril PDA içeren petrilerin merkezine yerleştirilmiştir. Aktarılan petrilerin üst kapaklarının iç yüzeyine kültür antibiyogram disk kâğıdı yerleştirilmiştir. Farklı miktarlarda (1-200 µl/petri) uçucu yağ otomatik pipetlerle disk kâğıtlarına uygulanmıştır. Petri kapakların etrafı parafilm ile sarıldıktan sonra 27 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak petri kapaklarına steril saf su damlatılmıştır. İnkübasyonun üçüncü gününden itibaren beş gün boyunca misel büyüme çapı ölçülmüştür. Denemeler üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar iki kez tekrarlanmıştır. Ortalama misel gelişim değerleri elde edildikten sonra misel gelişiminin engellenme yüzdesi (1) numaralı formül kullanılarak kontrol petrisindeki misel büyüme çapına kıyaslanarak hesaplanmıştır:

$$\text{Misel Gelişiminin Engellenmesi (\%)} = ((K-M)/K) \times 100 \quad (1)$$

K ve M, sırasıyla kontrol ve uçucu yağ uygulaması yapılmış petri kaplarındaki misel büyüme çapı

Uçucu yağın minimum engellenme dozunun (MİK) buhar fazında misel gelişiminin engellenmesi üzerine fungisidal/fungistatik özelliği çalışılmıştır. Misel gelişiminin tamamen engellendiği petrilerin kapakları steril yeni petri kapaklarıyla değiştirilip beş gün süreyle tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda misel gelişiminin görülmediği petrilerde uçucu yağın MİK değeri fungisidal, misel gelişiminin yeniden başladığı MİK değeri ise fungistatik olarak belirlenmiştir [18].

2.4. Uçucu Yağın Konidi Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Uçucu yağın *B. cinerea* konidilerinin çimlenmesi üzerine etkisi buhar fazında denenmiştir [19]. PDA besi yerinde çoğaltılan beş günlük fungal kültürlerden hazırlanan konidi süspansiyonu 10^4 spor/ml konsantrasyonuna ayarlandıktan sonra PDA içeren petri kaplarının yüzeylerine yayılmıştır. Farklı miktarlarda uçucu yağ petri kapaklarının iç yüzeyine damlatıldıktan sonra petri kapakları parafilm ile sarılarak 27 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak petri kapaklarına uçucu yağ yerine steril distile su damlatılmıştır. 18 saat sonra, konidilerin çimlenme oranları ışık mikroskobu kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalardaki konidilerin çimlenme borusu uzunluğunun konidi çapını aşması durumunda konidiler çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Her tekerrür için en az yüz spor sayılmıştır. Çalışmalar iki kez tekrarlanmıştır. Konidi çimlenmesinin engellenme yüzdesi (2) numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır [19].

$$\text{Konidi Çimlenmesinin Engellenmesi (\%)} = ((K-M)/K) \times 100 \quad (2)$$

K ve M, sırasıyla kontrol ve uçucu yağ uygulaması yapılmış petrilerde çimlenen konidi sayısı

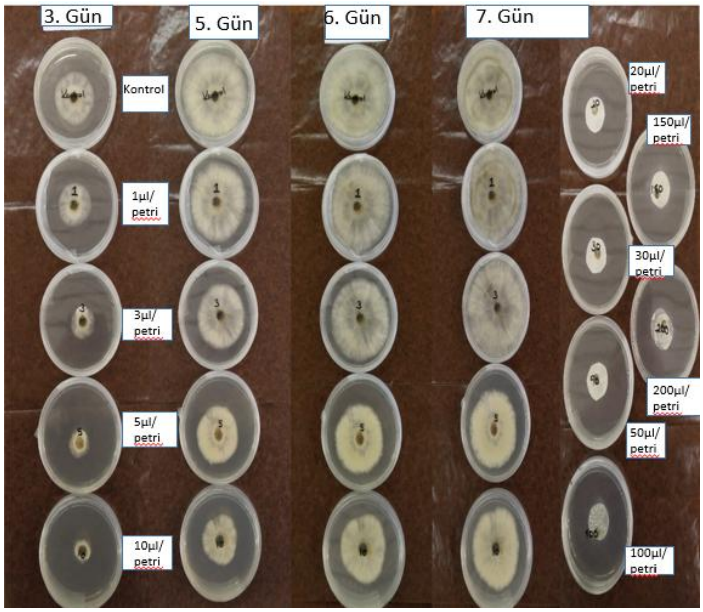
2.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen sonuçlar, SPSS 22.0 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasında fark olduğu durumlarda ise Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

S. potentillifolia bitkisinin toprak üstü kısımlarından buhar distilasyon yöntemi ile elde edilen açık sarı renkli uçucu yağın verimi % 0.75 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma ile *S. potentillifolia*'dan elde edilen uçucu yağın farklı dozlarda *B. cinerea* üzerine antifungal etkisi çalışılmıştır. Uçucu yağın *B. cinerea*'nın misel gelişimi üzerine buhar fazındaki antifungal etkisi Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Uçucu yağın misel gelişimini % engelleme oranları Tablo 3.1'de verilmiştir.

1 µl, 3 µl, 5 µl ve 10 µl/petri dozlarında uygulanan uçucu yağın 3. günde *B. cinerea*'nın misel gelişimi üzerine neden olduğu % engelleme oranları sırası ile %14.28, %40.47, %47.61 ve %54.76 olarak belirlenmiştir. Uygulamanın 5. gününde aynı dozlar için elde edilen % engelleme oranları ise sırası ile %11.11, %23.61, %36.11 ve %43.05 olarak hesaplanmıştır. Uygulamanın 7. günü için hesaplanan değerler ise sırası ile %0, %5.88, %27.05 ve %29.41 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uçucu yağın farklı dozlarda buhar fazında antifungal etkinliğinin 3. günde en fazla olduğu, 5. ve 7. günlerde ise etkinin azaldığı gözlenmektedir. Doz artışına bağlı olarak buhar fazında misel gelişiminin engellenme yüzdesinin arttığı ve dolayısıyla antifungal aktivitenin arttığı gözlenmektedir. 20 µl, 30 µl, 50 µl, 100 µl, 150 µl ve 200 µl/petri dozlarında uçucu yağ uygulanan petrilerde 7. günde de misel gelişimi gözlenmemiştir.



Şekil 3.1. *S. potentillifolia* uçucu yağının farklı dozlarda *B. cinerea*'ya karşı antifungal etkisi

B. cinerea'nın misel gelişimini tamamen durduran minimum engelleme dozu (MİK) 20 µl/petri olarak belirlenmiştir. 20 µl/petri ve üzeri dozlarda uçucu yağ uygulanan ve misel gelişimin tamamen engellendiği petrilerin kapakları steril yeni petri kapakları ile değiştirilip tekrar inkübasyona bırakıldığında, 5 gün sonra 50 µl/petri ve üzeri dozlarda uçucu yağ uygulanan petrilerin hiçbirinde misel gelişiminin gözlenmediği tespit edilmiştir. Bu nedenle fungisidal doz 50 µl/petri olarak, fungistatik doz ise 20 µl/petri olarak belirlenmiştir. 5 gün sonrasında 20 µl ve 30 µl/petri uygulanmış petrilerde misel gelişim zon çapları sırası ile 58 ± 0.0 mm ve 52 ± 0.0 mm olarak ölçülmüştür.

Tablo 3.1. *S. potentillifolia* uçucu yağının *B. cinerea*'nın misel gelişimi üzerine etkisi (% inhibisyon)

Uçucu Yağ Miktarı	3. gün	5. gün	6. gün	7. gün
1 µl/petri	14.28 ± 0.0^{e*}	11.11 ± 0.0^{e}	3.75 ± 0.0^{e}	0.00 ± 0.0^{e}
3 µl/petri	40.47 ± 0.0^{d}	23.61 ± 0.0^{d}	12.50 ± 0.0^{d}	5.88 ± 0.0^{d}
5 µl/petri	47.61 ± 0.0^{c}	36.11 ± 0.0^{c}	33.75 ± 0.0^{c}	27.05 ± 0.0^{c}
10 µl/petri	54.76 ± 0.0^{b}	43.05 ± 0.0^{b}	37.50 ± 0.0^{b}	29.41 ± 0.0^{b}
20 µl/petri	100.0 ± 0.0^{a}	100.0 ± 0.0^{a}	100.0 ±0.0^{a}	100.0 ± 0.0^{a}

*: Sütun içerisinde verilen ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p \leq 0.05$).

S. potentillifolia uçucu yağının buhar fazında, farklı dozlarda *B. cinerea*'nın konidilerinin çimlenmesinde neden olduğu engelleme oranı yüzde olarak Tablo 3.2'de verilmiştir. Yapılan mikroskop incelemesinde *S. potentillifolia* uçucu yağının 10 µl/petri ve üzeri dozlarda *B. cinerea* sporlarının çimlenmesini tamamen engellediği belirlenmiştir.

Tablo 3.2. *S. potentillifolia* uçucu yağı tarafından konidispor çimlenmesinin engellenmesi (%)

Uçucu Yağ Miktarı	% Engelleme
1 µl/petri	$0.0 \pm 0.0^{b*}$
3 µl/petri	0.0 ± 0.0^{b}
5 µl/petri	0.0 ± 0.0^{b}
10 µl/petri	100 ± 0.0^{b}
20 µl/petri	100 ± 0.0^{a}

*: Sütun içerisinde verilen ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p \leq 0.05$).

MİK değeri gözle görünür patojen büyümesinin olmadığı doz olarak belirlenmiştir [10]. *S. potentillifolia* uçucu yağının buhar fazında *B. cinerea*'nın gözle görünür büyümesini engellediği doz yani MİK değeri 10 µl/petri olarak belirlenmiştir. Daha sonra filtre kâğıtları uzaklaştırılarak, petri kapakları steril petri kapakları ile değiştirilmiştir. Petri kutuları 48 saat daha karanlıkta 27 °C'de inkübe edilmiştir. Büyümenin görülmediği konsantrasyon en düşük fungisidal konsantrasyon (MFK) olarak belirlenmiştir [10]. Çalışmamızda petri kapaklarının steril petri kapakları ile değiştirilmesini takiben 48 saat inkübasyon sonrası 50 µl/petri ve üzeri dozlarda gelişim gözlenmemiştir. Bu nedenle MFK değeri 50 µl/petri olarak belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Uçucu yağlar, farklı bitki organlarından elde edilen ikincil metabolitler olarak kabul edilen uçucu, doğal, kompleks bileşikler ve aromatik yağlı sıvılardır. Uçucu yağların çeşitli insan ve bitki patojenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri daha önceki çalışmalarla kanıtlanmıştır. Son zamanlarda, *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında fitopatojenlerin gelişiminin engellenmesi için bitki uçucu yağları ve bunların bileşenlerini içeren çalışmalara büyük önem verilmektedir [20].

Kekik, kimyon, nane, okaliptüs ve yavşan bitkilerinin uçucu yağlarının 10 µl ve 50 µl/petri dozlarında *B. cinerea* miseliyal gelişimini tamamen engellediği bildirilmiştir [21]. Bizim çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında, *S. potentillifolia* uçucu yağının 10 µl/petri dozunda *B. cinerea* miseliyal gelişimini tamamen engellemediği gözlenmektedir. Dolayısıyla *S. potentillifolia* uçucu yağının *B. cinerea*'ya karşı antifungal etkinliğinin belirtilen bitkilerin uçucu yağlarına göre daha az olduğu söylenebilir. *Mentha piperita, Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globules*, ve *Lavandula angustifolia* uçucu yağlarının *B. cinerea* ve *Penicillium expansum*'un gelişimini baskılamadaki etkinliğinin ve potansiyel antifungal mekanizmalarının araştırıldığı çalışmada, *T. vulgaris* ve *O. vulgare* uçucu yağlarının *B. cinerea* ve *P. expansum*'un gelişimini engellemede en etkili olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça etkinliğin arttığı kaydedilmiştir. Bu uçucu yağların, hücre duvar yapısını değiştirerek, hücre zarını bozarak ve mitokondriyal aktiviteyi değiştirerek *B. cinerea* ve *P. expansum*'a karşı etkili antifungal ajanlar oldukları bildirilmiştir [1]. Benzer olarak çalışmamızda uçucu yağ dozu arttıkça antifungal aktivitenin arttığı kaydedilmiştir. Diğer bir çalışmada, *B. cinerea*'nın gelişiminde benzer inhibisyon elde etmek için 400 ve 600 µl/l konsantrasyonlarında çörek otu, rezene ve nane yağı kullanılmıştır [22].

Kekik (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve limon (*Citrus limon*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağın *B. cinerea*, *Penicillium italicum* ve *P. digitatum* karşı *in vitro* ve *in vivo* aktivitesi çalışılmış, *B. cinerea*'nın sırasıyla 17 µl/ml ve 0.02 µl/ml konsantrasyonunda limon ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* uçucu yağlarının varlığında herhangi bir misel gelişimi göstermediği belirlenmiştir. Üç yağında spor çimlenmesini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir [4]. *Origanum onites*, *Origanum syriacum*, *Thymbra spicata* ve *Foeniculum vulgare*'den elde edilen uçucu yağların *B. cinerea*'nın misel gelişimini ve konidi çimlenmesini engellediği bildirilmiştir [18].

Lamiacea familyasına ait origanum (*Origanum syriacum* var. *bevanii*), lavanta (*Lavandula stoechas* var. *stoechas*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) gibi aromatik bitkilerin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların *B. cinerea*'ya karşı antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının temas ve buhar

fazında etkilerinin *B. cinerea*'nın büyümesini doza bağlı bir şekilde engellediği bulunmuştur. *Origanum* yağının 0.2 µg/ml havadaki uçucu buharının *B. cinerea*'nın büyümesini tamamen engellediği bulunmuştur. Bununla birlikte, lavanta ve biberiye uçucu yağı ile patojenin tam büyüme inhibisyonu 1.6 µg/ml hava konsantrasyonlarında gözlenmiştir [19].

Yapılan literatür taraması sonucuna göre, *Salvia* cinsine ait diğer bazı türlerin antifungal aktivitesi ile ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte, *S. potentillifolia'*dan elde edilen metanollü ekstre ve uçucu yağının *A. flavus ve A. parasiticus*'a karşı antifungal aktivitesi ile ilgili çalışma dışında [16], *S. potentillifolia*'dan elde edilen uçucu yağın antifungal aktivitesi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmaların birinde, *Salvia algeriensis* yaprak ve çiçeklerinden elde edilen uçucu yağların *Alternaria solani* ve *Fusarium oxysporum*'un misel gelişimini engellediği bildirilmiştir [23]. *Salvia officinalis* uçucu yağının *Verticillium dahliae* ve *Penicillium aurantiogriseum* küflerine karşı fungistatik olduğu, kimyasal içeriğin ve antifungal etkinin iklim koşulları, kültür bölgesi ve hasat zamanına göre değişebileceği belirtilmiştir [24]. *Salvia macrochlamys* ve *Salvia recognita* uçucu yağlarının bitki patojeni *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum fragariae* ve *Colletotrichum gloeosporioide* gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir [25]. *Salvia cryptantha*, *Salvia tomentosa*, *S. officinalis*'den elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerin *F. oxysporum* f. sp. *radicis- lycopersici*'ye karşı etkili oldukları belirlenmiştir [26]. *Rosmarinus officinalis* ve *S. officinalis* uçucu yağlarının domates yaprak ve meyvelerinde *B. cinerea*'ya karşı doza bağlı antifungal aktivite gösterdiği kaydedilmiştir [27]. Kullanılan bitki türlerinin, yöntem ve konsantrasyonların farklı olması çalışma sonuçlarını karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, *S. potentillifolia*'dan elde dilen uçucu yağın bitki patojeni *B. cinerea*'ya karşı antifungal aktivitesi ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. *S. potentillifolia* uçucu yağının *B. cinerea* misel gelişimi ve konidi çimlenmesi üzerine güçlü antifungal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın ve etken bileşiğin etki mekanizmasını anlamak ve *in vivo* etkinliğini araştırmak için ileri çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Teşekkür

Makale TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 1919B012318991 numaralı proje sonuçlarından üretilmiştir. Maddi destek ve yardımlarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. *B. cinerea* kültürünün temininde yardımlarından dolayı Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Azime Erarslan ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Yasin Altay'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

[1] Fincheira, P., Jofré, I., Espinoza, J., Levío-Raimán, M., Tortella, G., Oliveira, H.C., Diez, M.C., Quiroz, A., Rubilar, O. 2023. The efficient activity of plant essential oils for inhibiting *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum:* Mechanistic insights into antifungal activity. Microbiological Research, 277, 127486. 10.1016/j.micres.2023.127486.

[2] Karakuş, S., Atici, Ö., Köse, C., Tiryaki, D. 2021. Antifungal effect of essential oil and different extracts obtained from *Nepeta meyeri* on *Botrytis cinerea.* Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 20, 111–122. 10.24326/ASPHC.2021.1.11.

[3] Kılınç, G.H. 2022. Bazı Bitki Ekstraktlarının Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea* PERS.)'e Karşı Hasat Sonrası Etkinliğinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitütüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 159s, Ankara.

[4] Vitoratos, A., Bilalis, D., Karkanis, A., Efthimiadou, A. 2013. Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea, Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 41, 86–92. 10.15835/nbha4118931.

[5] Özer, M.H., Akbudak, B. 2003. Doğal ve Yapay Gri Küf (*Botrytis cinerea* Pers : Fr.) Bulaşık Olan Üzümlerin Muhafazası Üzerine Ultraviolet-C (UV-C) Işık Uygulamalarının Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17, 23–32.

[6] Fan, L., Wei, Y., Chen, Y., Jiang, S., Xu, F., Zhang, C., Wang, H., Shao, X. 2023. Epinecidin-1, a marine antifungal peptide, inhibits *Botrytis cinerea* and delays gray mold in postharvest peaches. Food Chemistry, 403, 134419. 10.1016/j.foodchem.2022.134419.

[7] Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., Van Kan, J.A.L. 2007. *Botrytis cinerea:* The cause of grey mould disease. Molecular Plant Pathology, 8, 561–580. 10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x.

[8] Zaldúa, S., Sanfuentes, E. 2010. Control de *Botrytis cinerea* en miniestacas de *Eucalyptus globulus* utilizando

cepas de *Clonostachys y Trichoderma.* Chilean Journal of Agricultural Research, 70, 576–582. 10.4067/S0718-58392010000400007.

[9] Grati Affes, T., Lasram, S., Hammami, M., Yeddes, W., Wannes, W.A., Khammassi, S., Nasraoui, B., Tounsi, M.S., Hmida, N.L. Ben 2022. A comparative assessment of antifungal activity of essential oils of five medicinal plants from Tunisia. International Journal of Plant Based Pharmaceuticals, 2, 220–227. 10.29228/ijpbp.4.

[10] Zhao, Y., Yang, Y.H., Ye, M., Wang, K.B., Fan, L.M., Su, F.W. 2021. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Origanum vulgare* against *Botrytis cinerea*. Food Chemistry, 365. 10.1016/j.foodchem.2021.130506.

[11] Kivrak, Ş., Göktürk, T., Kivrak, 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, 39, 423–431. 10.1590/fst.32017.

[12] Gürdal, B., Yeşil, Y., Akalın, E., Tan, N. 2019. Anatomical features of *Salvia potentillifolia* Boiss. & Heldr. ex Benth. and *Salvia nydeggeri* Hub.-Mor. (Lamiaceae). İstanbul Journal of Pharmacy, 49, 186–190. 10.26650/IstanbulJPharm.2019.19068.

[13] Kelen, M., Tepe, B. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. Bioresource Technology, 99, 4096–4104. 10.1016/j.biortech.2007.09.002.

[14] Kivrak, I., Duru, M.E., Öztürk, M., Mercan, N., Harmandar, M., Topçu, G. 2009. Antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial constituents from the essential oil and ethanol extract of *Salvia potentillifolia*. Food Chemistry, 116, 470–479. 10.1016/j.foodchem.2009.02.069.

[15] Aghaei Jeshvaghani, Z., Rahimmalek, 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, 409–414. 10.1016/j.indcrop.2015.09.005.

[16] Albayrak, S., Aksoy, A., Koyuncu, S. 2024. GS/MS analysis and the antioxidant and antimicrobial properties of *Salvia potentillifolia* (Boiss . & Heldr.) ex Bentham. İstanbul Journal of Pharmacy, 54, 409–416. 10.26650/IstanbulJPharm.2024.1372311.

[17] Albayrak, S., Aksoy, A. 2019. Phenolic Contents and Biological Activity of Endemic *Origanum minutiflorum* Grown in Turkey. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 53, 160–169. 10.5530/ijper.53.1.21

[18] Köse, F., and Soylu, E.M. 2023. Bitki Uçucu Yağların Gri Küf Hastalığı Etmeni *Botrytis cinerea* 'nın Misel Gelişimi, Konidi Çimlenmesi ve Hif Morfolojisi Üzerine Antifungal Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 6, 815–826.

[19] Soylu, E.M., Kurt, Ş., Soylu, S. 2010. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea.* International Journal of Food Microbiology, 143, 183–189. 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.015.

[20] Marandi, R.J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., Sefidkon, F. 2011. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on pear with *Thymus kotschyanus*, *Ocimum basilicum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Journal of Medicinal Plants Research, 5, 626–634.

[21] Koçak, R., Boyraz, N. 2006. Bazı Bitki Uçucu Yağlarının Fungisidal ve Fungistatik Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20, 76–81.

[22] *Aminifard*, M.H., Mohammadi, S. 2013. Essential oils to control Botrytis cinerea *in vitro* and *in vivo* on plum fruits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93, 348–353. 10.1002/jsfa.5765.

[23] Medjahed, F., Merouane, A., Saadi, A., Bader, A., Cioni, P.L., Flamini, G. 2016. Chemical profile and antifungal potential of essential oils from leaves and flowers of *Salvia algeriensis* (Desf.): A comparative study. Chilean Journal of Agricultural Research, 76, 195–200. 10.4067/S0718-58392016000200009.

[24] Rus, C.F., Alexa, E., Pop, G., Sumalan, R.M., Copolovici, D.M. 2015. Antifungal Activity and Chemical Composition of *Salvia officinalis* L. Essential Oil. Research Journal of Agricultural Science, 47, 186–193.

[25] Tabanca, N., Demirci, B., Baser, K.H.C., Aytac, Z., Ekici, M., Khan, S.I., Jacob, M.R., Wedge, D.E. 2006. Chemical composition and antifungal activity of *Salvia macrochlamys* and *Salvia recognita* essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 6593–6597. 10.1021/jf0608773.

[26] Yılar, M., Kadıoğlu 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, 115–118.

[27] Kasmi, M., Diakite, A., Barrijal, S., Essalmani, H. 2024. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils of *Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L. against *Botrytis cinerea* Pers. Tropical Journal of Natural Product Research, 8, 5897–5907. 10.26538/tjnpr/v8i1.27.