

## *Origanum onites* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. Uçucu Yağlarının Kimyasal İçeriklerinin ve *Fusarium solani*'ye Karşı Antifungal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Işıl SARAÇ SİVRİKAYA<sup>1\*</sup>, Bekir TOSUN<sup>2</sup>, Ersin KARAKAYA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl

<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Tarım Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur

<sup>3</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bingöl

\*Sorumlu Yazar: [isarac@bingol.edu.tr](mailto:isarac@bingol.edu.tr)

Geliş Tarihi: 13.11.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.03.2021 Kabul Tarihi: 07.04.2021

### Öz

Bu çalışma, kekik (*Origanum onites* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Fusarium solani*'ye karşı antifungal aktivitesini tespit etmek amacıyla laboratuvar ortamında yürütülmüştür. *O. onites* ve *R. officinalis* türlerinin herba kısımlarından uçucu yağlar elde edilerek, yağların bileşenleri tanımlanmıştır. Elde edilen uçucu yağlar 1, 2 ve 4 µl ml<sup>-1</sup> dozunda otoklav edilen Patates Dekstroz Agar (PDA) besi yerine ilave edilmiştir. Patojenlere ait 8 mm çapında miselyum diskleri PDA besi yerlerine ekilmiştir. Kontrol grubu olarak uçucu yağlardan arı PDA besi yeri kullanılmıştır. PDA'lı petripler 24±1°C'da 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında fungusların koloni çapları ölçülerek, kontrol grubuna göre bitki uçucu yağlarının % engelleme oranları hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre, *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağının yüksek dozu (4 µl ml<sup>-1</sup>) test edilen *Fusarium solani*'ye karşı %71,72 etki göstermiş ve doz seviyesi arttıkça antifungal etkinin de arttığı belirlenmiştir. *Origanum onites* L. uçucu yağı, uygulanan üç dozda *Fusarium solani*'nin misel gelişiminde %78,91-%82,70 oranları arasında engelleme göstermiştir. Bu sonuçlar bitkilerden elde edilen uçucu yağların sentetik fungusitlere alternatif olabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Origanum onites*, *Rosmarinus officinalis*, antifungal etki, uçucu yağ, *Fusarium solani*

## Determination of Chemical Contents of *Origanum onites* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oils and Determination of Antifungal Activities Against *Fusarium solani*

### Abstract

This study was conducted in vitro to determine the antifungal effect of essential oils obtained from *Origanum onites* L. and *Rosmarinus officinalis* L. plant species on *Fusarium solani*. Essential oils were obtained from the herba parts of *O. onites* and *R. officinalis* species and the components of the oils were identified. The essential oils were added to Potato Dextrose Agar (PDA) at a dose of 1, 2 and 4 µl ml<sup>-1</sup>. 8 mm diameter mycelium discs belonging to pathogens were planted in PDA media. PDA medium free from essential oils was used as the control group. PDA petri dishes were incubated at 24 ± 1 °C. In the antifungal study, mycelium diameters in the petri dishes were measured by automatic caliper at the end of the 7<sup>th</sup> day of incubation period. As a result, essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. was inhibited mycelial growth of *Fusarium solani* at a dose of 4 µl ml<sup>-1</sup> by 71,72%. The study indicated that *Origanum onites* L. inhibited the mycelium development of *Fusarium solani* between 78.91% and 82.70%. These results showed that essential oils obtained from these plants can be an alternative control method against pathogens.

**Key words:** *Origanum onites*, *Rosmarinus officinalis*, antifungal, essential oil, *Fusarium solani*

## Giriş

Sürekli artan dünya nüfusunun beslenme talebinin karşılanması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin artışıyla ilişkilendirilmektedir. Sürdürülebilirlik; gübreleme, çeşit seçimi, sulama gibi kültürel işlemlere ve bunun yanında kültürü yapılan bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korunmasına bağlı kalmaktadır (Koul ve ark. 2008). Tarımsal alanlarda sorun olan hastalıklar, kalite ve verim bakımından önemli kayıplara neden olmakta ve bu kayıpları azaltmak için yoğun tarım ilaçları kullanılmaktadır. Bu yoğun ilaç kullanımı ise birçok soruna neden olmaktadır. Bu sebeple, alternatif kontrol yöntemleri gerekli hale gelmiştir.

Tarımsal üretim fungus, bakteri ve virüsler gibi bitki patojenlerinin varlığından dolayı her zaman tehlikeye maruz kalmaktadır (Kordali ve ark. 2016). Ayrıca su, besin ve ışık için kültür bitkileriyle rekabete giren yabancı otlarda %34'e varan ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Araniti ve ark. 2015). Her yıl bitki hastalıklarıyla savaşım için dünya çapında 2,5 milyon ton pestisit kullanılmakta ve kullanılan pestisitlerin insan sağlığı, toprak ve çevreye olan olumsuz sonuçları görülmektedir (Koul ve ark. 2008). Bu yoğun kullanım, biyolojik çeşitlilik kayıplarının da temel sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir (Schütte ve ark. 2017).

Meyve, sebze ve tahıl gibi ürünler fungal enfeksiyonlara karşı son derece duyarlıdır. Gelişme, hasat ve depolama sırasında, tahıllardan, en yaygın olarak izole edilen türler *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Fusarium* gibi funguslar olmaktadır. Bu funguslar kültür bitkisine verdikleri zararın çoğunu kendi mevcudiyetleri ile sağlamaktadır, ancak mikotoksin üretme ve biriktirme kapasiteleri nedeniyle Del Castillo (2007) belirttiği gibi, gıdaların bütünlüğüne yönelik bir tehdit oluşturmakta ve tüketiciler için önemli bir sağlık riskini beraberinde getirmektedir (Thompson ve Henke 2000).

Bitki patojenlerinin bitkiye olan doğrudan zararının yanı sıra bitkide üretmiş oldukları mikotoksinlerle de insan sağlığına dolaylı olarak olumsuz etkide bulunmaktadır. Bitkilerden temin edilen ekstraktların, tarımsal mücadelede çoğunlukla kullanılan ve olumsuz etkilere sahip pestisitlere karşı alternatif potansiyel etki barındırması bu yöndeki çalışmaları hızlandırmıştır. Bitkisel pestisit olarak adlandırılan bu maddeler biyolojik açıdan etkili ve güvenlidir (Macias ve ark. 1997; Duke ve ark. 2000; Alvarez-Castellanos ve ark. 2001).

Uçucu yağlar, içerdiği antimikrobiyal maddelerle, enfeksiyona sebep olan organizmalara karşı alternatif bir potansiyel olmaktadır. Tarımsal hastalıkların kontrolünde, çevre ve insan sağlığı için daha güvenli olduğu tüm dünya tarafından

kabul edilmektedir (Lee ve ark. 2007). Ayrıca uçucu yağların hem in vitro hem de in vivo koşullarda çeşitli patojenlere karşı antifungal aktiviteler sergilediği bildirilmektedir (Baruah ve ark. 1996). Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan bazı durumlarda donabilen, kuvvetli kokuya sahip, uçucu özellikte ve yağimsı karışımlardır. Esansiyel yağ uygulaması uzun yıllardır bitki hastalıklarını kontrol altına almak için umut verici bir uygulama olarak görülmektedir. Bitkiler tarafından uçucu yağların üretimi, esas olarak patojenlere ve zararlılara karşı bir savunma aracı olarak kabul edilmekte ve yağların çoğunun antimikrobiyal ve antifungal özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Çalikoğlu ve ark. 2006).

Yapılan bir çalışmada *O. onites* uçucu yağı 0 (kontrol), 0,5, 0,7, 1, 1,5, 2 ve 4  $\mu\text{l}^{-1}$  dozlarında kullanılmış ve 1,5  $\mu\text{l}^{-1}$  dozunda *Alternaria solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Verticillium dahliae*' de misel büyümesini % 100 inhibe ettiği tespit edilmiştir (Bayar ve ark. 2018).

*R. officinalis* ve *Thymus vulgaris* den elde edilen ekstraktların antifungal aktivitesinin test edildiği çalışmada, *Aspergillus flavus* ve *A. ochraceus* türlerine karşı düşük konsantrasyonlarda bile *R. officinalis* ve *T. vulgaris* ekstraktlarının, gıda maddelerindeki fungusların biyolojik kontrolü için önemli bir potansiyele sahip olabileceği gösterilmiştir (Centeno ve ark. 2010).

*R. officinalis* (Biberiye) uçucu yağının çeşitli gıda ürünlerini kontamine eden *Aspergillus niger*'e karşı antifungal etkisini in vitro olarak tespit edildiği çalışmada *R.officinalis*' in uçucu yağının 14 bileşen içerdiği bulunmuş ve % 63.65 oranla cineol tespit edilmiştir ve *A. niger* ile kontamine olmuş gıdalarda minimum ( % 0.5 konsantrasyon) ile test edilen tüm strainler üzerinde inhibe edici özellik göstermiştir (Baghloul ve ark. 2017).

*R. officinalis* uçucu yağının *Aspergillus flavus*'a karşı antifungal ve antifatoksijenik aktivitesini değerlendirildiği çalışmada *R. officinalis* uçucu yağının hidrodistilasyon ile elde edilen bileşenleri arasında 1.8-Cineole (%52,2), Camphor (% 15,2) ve  $\alpha$ -Pinene (% 12,4) belirlenmiştir. Minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) ve minimum fungisidal konsantrasyon (MFC) her ikisi içinde 500  $\mu\text{g} / \text{mL}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. *R.officinalis* uçucu yağı, 250  $\mu\text{g} / \text{mL}^{-1}$  konsantrasyonda *A. flavus*'un misel büyümesini % 15.3 azaltmıştır. Taramalı elektron mikroskopundan (SEM) elde edilen sonuçlara göre 250  $\mu\text{g} / \text{mL}^{-1}$  dozunda uygulanan *R.officinalis* uçucu yağı *A. flavus* konidiyoforlarının boyutunda küçülme sağlamış ve hif kalınlığında azalma göstermiştir. *R. officinalis* uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça ergosterol üretimi ve

miselyum biyokütlesi azalmıştır (Bomfim ve ark. 2020).

Karvakrol açısından zengin olduğu saptanan *O. onites* uçucu yağı, nistatinden bile daha yüksek antifungal aktivite göstermiştir (Sevindik ve ark. 2019). Sentetik pestisitlere alternatif olarak *R. officinalis* uçucu yağının antifungal ve herbisidal aktivitelerini değerlendirmeyi amaçlayan çalışmada *R. officinalis* uçucu yağının kimyasal bileşimi gaz kromatografisi-kütle spektrometresi analizi (GC-MS) ile belirlenmiştir. *R. officinalis* uçucu yağının bileşenleri 1.8-Cineole (% 54.6), Camphor (% 12.27) ve  $\alpha$ -Pinene (% 7.09) olduğu tespit edilmiştir (Ben Kaab ve ark. 2019).

Bu çalışmanın amacı *Origanum onites* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. bitkilerinin uçucu yağlarının kimyasal içeriklerinin belirlenmesi ve *Fusarium solani*'ye karşı antifungal aktiviteleinin tespit edilmesidir.

Çalışma, farklı çevrelerde yetiştirilen sebze tipi sakız fasulyesi genotiplerinin bitki tane verimi yönünden stabilitelerini parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanarak değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

### Bitki Materyali ve uçucu yağ ekstraksiyonu

Araştırmada ele alınan bitki türleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarından 2018 yılında toplanmıştır. *O. onites*, *R. officinalis*, türlerinin herba kısımları uçucu yağ materyali olarak kullanılmıştır.

Uçucu yağlar Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Bu amaçla her türden 100'er g örnek öğütüldükten sonra distilasyon cihazının kaynatma balonunda 1/3 oranında su eklenerek 100 °C'de 3 saat süreyle damıtılmıştır (Marotti ve Piccaglia, 1992).

Her türe ait uçucu yağ örneklerinin bileşenleri GC - MS (Perkin Elmer marka) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir (Stein, 1990). Bu amaçla; n-hekzan seyreltilecek 1 µl kadar uçucu yağ silika kapiler kolona enjekte edilerek ve belirli bir çalışma programında (enjektör sıcaklığı 250 °C'de ve detektör sıcaklığı 240 °C'de tutularak, kolon/ fırın sıcaklığı ise (120 °C/3 dak.// 3 °C/dak.//200 °C/6 dak.// 3 °C/dak.//120 °C/3 dak.) komponentlerine ayrılarak ve her bir komponent daha önce tanımlanmış olan uçucu yağ standart piklerinden oluşan kromatogramlar aracılığı ile tanımlanmıştır. Her bir komponentin oranı ise integratör kullanılarak elde edilmiştir (Stein, 1990). Elde edilen uçucu yağlar koyu renk şişelerde +4 °C' de muhafaza edilmiştir.

### Fungal Mikroorganizma

Çalışmada 2019 yılında Bingöl ilinden toplanan fasulye bitkisinin Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında hastalıklı kısımlarından izole edilen *Fusarium solani* patojeni kullanılmıştır.

### Kültür Ortamının Hazırlanması

Kullanılacak fungusların çoğaltılmasında pek çok fungal bitki patojeni için standart besiyeri olan Patates Dekstroz Agar (PDA) (200g Patates suyu, 20 g D (+) Glikoz, 15 g Agar, 1 lt saf su) besiyeri kullanılmıştır.

### İnokulumun Hazırlanması

Bingöl Üniversitesi Fitopatoloji laboratuvarında fasulye bitkisinden izole edilen fungal patojen 100 mm'lik cam petri kaplarında 25 °C de 7 gün inkübasyona bırakılarak gelişmesi sağlanmıştır. Antifungal aktiviteyi test etmek için kültürlerden 8 mm diskler mantar delici yardımıyla hazırlanmıştır.

### Antifungal Aktivitenin değerlendirilmesi

Otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edildikten sonra soğumaya bırakılan steril PDA ortamlarına *O. onites* ve *R. officinalis* uçucu yağları kontrol, 1 ,2 ve 4 µl ml<sup>-1</sup> 'lik dozlar şeklinde ilave edilmiştir. Steril petrilere 20 ml PDA ortamı eklenerek oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Öncesinde hazırlanmış olan 8 mm'lik fungal diskler hazırlanan PDA besi ortamının bulunduğu petrilere tam ortasına, fungus besi ortamına temas edecek şekilde birer disk yerleştirilmiş ve petrilere etrafı parafilm ile kaplanmıştır. Petrilere 24±1°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol grubu olarak kullanılacak petrilere ise içinde uçucu yağların bulunmadığı PDA ortamı hazırlanmıştır. 7 gün sonunda fungal koloni çapları kumpas ile ölçülerek, elde edilen veriler kaydedilmiştir. Fungal koloni çaplarının ölçümü koloni çaplarının birbirine dik ve ayrı yönde ölçülmesiyle yapılmıştır (Benjilali ve ark. 1984). Yapılan ölçümler doğrultusunda uçucu yağların % engelleme oranları belirtilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Deans ve Svoboda 1990). Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

$$\text{Engelleme (\%)} = \frac{(g_c - g_t)}{g_c} \times 100$$

$g_c$  = inokulum disk çapı çıkarılarak inkübasyon süresinden sonra kontrol setinde ölçülen miselyal koloninin çapı.

$g_t$  = inokulum disk çapı çıkarılarak inkübasyon süresinden sonra ölçülen miselyal koloninin çapı.

### İstatistiksel Analiz

Denemede karakterler arasındaki farklılıkların düzeylerini belirlemek için varyans

analizi (ANOVA) kullanılmış ve ortalamalar DUNCAN testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

## Sonuç ve Tartışma

### *R. officinalis* ve *O. onites* uçucu yağlarının kimyasal bileşimi

Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazı kullanılarak elde edilen uçucu yağların bileşenleri tanımlanmıştır. *O. onites* uçucu yağında,  $\beta$ -Myrcene,  $\chi$ -Terpinene, Carvacrol tespit edilirken *R. officinalis* uçucu yağında;  $\alpha$ -Pinene, Camphene,  $\beta$ -Myrcene, 1.8-Cineole ve Camphor tespit edilmiştir.

Tablo 1. *R. officinalis* ve *O. onites* uçucu yağlarının kimyasal bileşimi

	<i>O. onites</i>	<i>R. officinalis</i>
$\alpha$ -Pinene	-	%6.61
Camphene	-	%6.11
$\beta$ -Myrcene	%4.68	%6.83
1.8-Cineole	-	%15.25
Camphor	-	%24.54
$\alpha$ -Thujone	-	-
$\chi$ -Terpinene	%7.74	-
Carvacrol	%41.11	-

### *Rosmarinus officinalis* ve *Origanum onites* uçucu yağlarının antifungal aktivitesi

Laboratuvar ortamında üç farklı dozda uygulanan biberiye ve kekik uçucu yağların *F. solani* misel gelişimine etkisi Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde biberiye ve kekik uçucu yağlarının üç dozunda da *F. solani*’nin misel gelişimini kontrol grubuna oranla istatistiki olarak engellenmiştir. Biberiye uçucu yağının 4  $\mu$ l ml<sup>-1</sup> lik dozu *F. solani*’ye karşı %71,72 etki göstermiş ve doz

seviyesi arttıkça antifungal etkinin de arttığı belirlenmiştir. Kekik uçucu yağı uygulanan üç dozda *F. solani*’nin misel gelişiminde %78,91-%82,70 oranları arasında engelleme saptanmıştır. Çalışmada kekik ve biberiye uçucu yağları kontrol grubu ile kıyaslandığında *F. solani*’ye farklı seviyede engelleyici etki gösterdikleri belirlenirken, patojenin koloni gelişimine en yüksek antifungal etki (%82,70) kekik uçucu yağının 2  $\mu$ l ml<sup>-1</sup> ve 4  $\mu$ l ml<sup>-1</sup> doz uygulamalarında saptanmıştır.

Tablo 2. Farklı dozlardaki uçucu yağların *Fusarium solani*’nin misel gelişimine etkileri

Ekstrakt	Doz (%)	<i>F. solani</i>	
		Koloni çapı (mm)*	% Etki
<i>R. officinalis</i> (Biberiye)	Kontrol	47,75c	% 0,0
	1	26,00b	%45,54
	2	19,00ab	%60,20
	4	13,50a	%71,72
<i>O. onites</i> (Kekik)	Kontrol	46,25b	%0,0
	1	9,75a	%78,91
	2	8,00a	%82,70
	4	8,00a	%82,70

Çakır ve Yeğen (1991) *Satureja thymbra* L., *Thymbra spicata* L. var. *spicata* (Karabaş kekik) ile in vitro da hem ekstrakt hem de uçucu yağ ile yaptığı çalışmada *Fusarium moniliforme* Sheldon *R. solani* *S. sclerotiorum* *Phytophthora capsici* Leon. patojenlerinin engellendiğini belirlemişlerdir. Kekik

uçucu yağı ile yapılan başka bir çalışmada *R. Solani* patojeninin in vitro koşullarda engellendiği belirlenmiştir (Zambonelli ve ark. 1996). Wilson ve ark. (1997) in vitro koşullarda yaptığı çalışmada beyaz kekik uçucu yağının *B. cinerea* patojenini engellediğini bildirmişlerdir. Bhaskara Reddy ve

ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada in vitro ve in vivo koşullarda kekik uçucu yağının çilekte *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill. patojenlerini engellediği belirlenmiştir. Daferera ve ark. (2000) kekik uçucu yağının *Penicillium digitatum* Sacc. patojenini engellediğini tespit etmişlerdir. Walter ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada, kekik uçucu yağının in vivo koşullarda *B. cinerea* (Asmada Kurşuni Küf) patojenini engellediğini rapor etmişlerdir. El-Sherbieny ve ark. (2002) in vitro koşullarda kekik uçucu yağının *M. phaseoli* S. rolfsii Sacc. *R. solani*, *Pythium* sp. patojenlerine karşı engelleyici etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Erdoğan ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, kekik uçucu yağının *Fusarium solani*'nin misel gelişimini engelleyen en etkili uçucu yağ olduğu belirlenmiştir. Çalışmada *O. onites* uçucu yağının uygulanan bütün dozlarının fungisidal olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da kekik uçucu yağının çok etkili olduğu belirlenmiştir (Zambonelli ve ark. 1996; Lehtijarvi, 2006; Hashem ve ark. 2010). Nane, kekik ve lavanta bitkileri ile yapılan bir çalışmada, bitki uçucu yağlarının , aynı bitkilerin ekstraktlarına oranla yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak; ekstraktın etkili maddesi, stabilitesi, etki seviyesi ve ekstrakt içerisindeki toplam uçucu yağ oranının düşük olması gibi faktörler sıralanmıştır (Erdoğan ve ark. 2014; Erdoğan ve ark. 2016; Koç ve ark. 2018). Yapılan bir çalışmada ekstrakt içindeki uçucu yağın suda çözünürlüğünün düşük olduğu belirlenmiştir (Kaçar ve Özer 2000). Qasem ve Abu-Blan (1995) yaptığı çalışmada, ekstraktların antifungal etkilerinin farklı seviyelerde olmasının nedenini; bitkilerin kimyasal içeriklerinin suda farklı çözünürlükleri olarak belirtmişlerdir. Yürütülen çalışmalarda kullanılan bitki ekstraktlarının kimi mikroorganizmaların gelişimini engellemiş, kimisinin hiç etki yapmadığı, bilakis gelişimi teşvik ettiği belirlenmiştir (Singh ve ark. 1980; Boyraz ve Özcan 1997). Birtakım araştırmacılara göre, bitkilerin antifungal aktivitesi, uçucu yağlarında mevcut olan bileşiklerden (timol, karvakrol, sinamaldehyt, öjenol, alisin, tüyon) kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Rathee ve ark. 1982; Shelef, 1983; Bayrak ve Akgül 1987; Akgül ve ark. 1989; Knobloch ve ark. 1989). Boyraz ve Özcan (1997) tarafından yapılan çalışmada (Adaçayı, mercanköşk, sater ve turşuotu) uçucu yağlarının yüksek oranda misel gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Boyraz ve Koçak (2006) tarafından yapılan çalışmada da kekik ekstraktının yüksek oranda etkili olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan bütün fungal patojenlerin misel gelişimini bütünüyle engellediği saptanmıştır.

## Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucuna göre; laboratuvar ortamında antifungal aktiviteleri belirlenen *R. Officinalis* ve *O. onites* uçucu yağlarından *O. onites* uçucu yağının patojenin misel gelişimini %82,70, biberiye uçucu yağının ise %71,72 oranında engellediği saptanmıştır. Özellikle kekik bitkisinin bugüne kadar yapılan çalışmalarda ve bu çalışmada birçok bitki patojenine karşı etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitelerinin laboratuvar ortamında ve pratikte daha fazla denenmesinin gerekliliği açıkça görülmektedir. Bu sonuçlar bitkilerden elde edilen uçucu yağların sentetik pestisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir bu sebeple uçucu yağ aktivitelerinin belirlenmesi konularında daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## Kaynaklar

- Alvarez-Castellanos, P.P., Bishop, C.D. ve Pascual-Villalobos, M.J. 2001. Antifungal activity of essential oil of flowerheads of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) against agricultural pathogens. *Phytochemistry*, 57: 99-102.
- Araniti, F., Mancuso, R., Lupini, A., Giofrè, S., Sunseri, F., Gabriele, B., Abenavoli, M. 2015. Phytotoxic potential and biological activity of three synthetic coumarin derivatives as new natural-like herbicides. *Molecules*, 20: 17883-17902. <https://doi.org/10.3390/molecules201017883>.
- Baghloul, F., Mansori, R., Djahoudi, A. 2017. In vitro antifungal effect of Rosmarinus officinalis essential oil on Aspergillus niger. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 7(3): 285-289.
- Baruah, P., Sharma, R.K., Singh, R.S., Ghosh, A.C. 1996. Fungicidal Activity of Some Naturally Occurring Essential Oils Against Fusarium moniliforme. *Journal of Essential Oil Research*, 8(4): 411-412.
- Bayar, Y., Yılar, M., Onaran, A. 2018. Antifungal activity of Origanum onites L. essential oil against some plant pathogenic fungi. IX International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2018", 4-7 October,

- Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of Proceedings. pp.1265-1269.
- Bayrak, A. ve Akgül, A., 1987. Composition of essential oils from Turkish *Salvia* species. *Phytochemistry*, 26: 846-847.
- Ben Kaab, S., Rebey, I. B., Hanafi, M., Berhal, C., Fauconnier, M. L., Clerck, C. De, Ksouri, R., Jijakli, H. 2019. *Rosmarinus officinalis* essential oil as an effective antifungal and herbicidal agent. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17(2): 41.
- Benjilali, B., Tantadui-Elaraki, A., Ayadi, A. ve Ihlal, M. 1984. Method to Study Antimicrobial Effects of Essential Oils: Application to the Antifungal Activity of Six Moroccan Essences. *Journal of Food Protection*, 47: 748-752.
- Bhaskara Reddy, M.V., Angers, P., Gosselin, A., Arul, J. 1998. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*, 47 (8): 1515-1520.
- Bomfim, N. da S., Kohiyama, C.Y., Nakasugi, L.P., Nerilo, S.B., Mossini, S.A.G., Romoli, J.C.Z., Mikcha, J.M.G., Abreu Filho, B.A. de, Machinski, M. Jr. 2020. Antifungal and antiaflatoxic activity of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis* L.) against *Aspergillus flavus*. *Food Additives and Contaminants*, 37(1): 153-161.
- Boyras, N. ve Özcan, M., 1997. Bitki patojeni funguslara bazı yerli baharat ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkileri. *Gıda*, 22(6): 457-462.
- Boyras, N., Koçak, R. 2006. Bazı bitki ekstraktlarının in vitro antifungal etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (38): 82-87.
- Centeno, S., Calvo M.A., Adelantado C. and Figueroa S. 2010 Antifungal Activity of Extracts of *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* against *Aspergillus flavus* and *A. ochraceus*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(9): 452-5. DOI: 10.3923/pjbs.2010.452.455.
- Çakır, C., Yeğen, O. 1991. Antalya ve çevresindeki bazı bitkilerin ve uçucu yağlarının fungitoksik potansiyellerinin araştırılması. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim, İzmir, s. 213-218.
- Çalıkoğlu, E., Kiralan, M. ve Bayrak, A., 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, s. 569-570.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. 2000. MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.*, 48 (6): 2576-2581.
- Deans, S.G. ve Svoboda, K.P., 1990. The Antimicrobial Properties of Marjoram (*Origanum majorana* L.) Volatile Oil. *Flavour Fragr. Journal*, 5: 187-190.
- Del Castillo, J.M.S., 2007. *Micotoxinas en Alimentos*. Madrid Press, Spain, pp 396. ISBN: 978-8479788087.
- Duke, S.O., Dayan, F.E., Romagni, J.G. ve Rimando, A.M., 2000. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. *Weed Research*, 40: 99-111.
- El-Sherbieny, S.N., Zakey, W.H., Abdel Ghafor, S.M. 2002. Antifungal action of some essential oils against fungi causing cotton seedling damping-off disease. *Annals Agric. Sci.*, 47(3): 1009-1020.
- Erdoğan, O., Çelik, A., Yıldız, Ş., Kökten, K. 2014. Pamukta fide kök çürüklüğü etmenlerine karşı bazı bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3): 398-404.
- Erdoğan, O., Çelik, A., Zeybek, A. 2016. In vitro antifungal activity of mint, thyme, lavender extracts and essential oils on *Verticillium Dahliae* Kleb. *Fresenius Environmental Bull.*, 25(11): 4856–4862.
- Grover, R.K. and Moore, J.D. 1962. Toximetric studies of fungicides against brown rot organism, *Sclerotinia fruticola*. *Phytopathology*, 52: 876-880.
- Hashem, M., Moharama, A.M., Zaied, A.A. ve Saleh, F.E.M., 2010. Efficacy of essential oils in the control of cumin root rot disease caused by *Fusarium* spp. *Crop Protection*, 29: 1111-1117.
- Kaçar, Ö. ve Özer, N. 2000. Soğanda Tohumla ve Toprakla Taşınan Funguslar Üzerine Bazı Bitki Ekstraktları ve Kompost Ekstraktları Uygulamalarının Etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, s. 68.
- Koç, İ., Yardım, E.N., Çelik, A., Mendeş, M., Mirtağoğlu, H., Namlı, A. 2018. Fındık kabuklarından elde edilmiş odun sirkesi'nin in-vitro şartlarında küf etmenlerine karşı antifungal etkisinin belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 296-300.
- Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A., Ercisli, S. 2016. Antifungal and herbicidal effects of fruit essential oils of four *Myrtus communis* genotypes. *Chem Biodivers*, 13 (1): 77-84. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201500018>

- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G.S. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopestic Int.*, 4: 63-84.
- Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J.C. 2007. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against post-harvest and soilborne plant pathogenic fungi. *The Plant Pathology Journal*, 23:97-102.
- Lehtijarvi-Doğmuş, H.T., 2006. Antifungal effect of essential oils from some Turkish herbs against *Rhizoctonia solani* Kühn. *Phytopathology Mediterranean*, 45: 261–265.
- Macias, F.A., Castellano, D., Oliva, R.M., Cross, P. ve Torres, A., 1997. Potential use of allelopathic agents as natural agrochemicals. Brighton Crop Protection Conference Weeds, p. 33-38.
- Marotti, M., and Piccaglia, R. 1992. The Influence of Distillation Conditions on the Essential Oil Composition of Three Varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal of Essential Oil Research*, 4: 569-576.
- Qasem, J.R. ve Abu-Blan, H.A., 1995. Antifungal Activity of Aqueous Extract From Some Common Weed Species. *Annals of Applied Biology*, 127: 215-219.
- Rathee, P.S., Mishra, S.H. ve Kaushal, R., 1982. Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa* Linn. *Indian Journal of Pharmacy Science*, 44: 8-10.
- Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., Ruohonen-Lehto, M., Saucy, A.G.W., Mertens, M. 2017. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environ.Sci.Eur.* 29(1): 5. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0100-y>
- Shelef, L.A., 1983. Antimicrobial effects of spices. *Journal of Food Safety*, 6: 29-44.
- Singh, A.K., Dikshit, A., Sharma, M.L. ve Dixit, S.N., 1980. Fungitoxic Activity of Some Essential Oils. *Economic Botany*, 34:186-190.
- Sevindik, E., Aydin, S., Kurtoglu, C., Tin, B. 2019. Evaluation of essential oil composition of *Origanum onites* L. (Lamiaceae) plant and antifungal activity on some strong pathogen fungi. *Advances in Food Sciences*, 41(2): 32-35.
- Stein, S.E. 1990. National Institute of Standards and Technology (NIST) Mass Spectral Database and Software, Version 3.02, Juen USA.
- Thompson, C. and Henke, S.E. 2000. Effect of climate and type of storage container on aflatoxin production in corn and its associated risk to wildlife species. *J. Wildl. Dis.*, 36: 172-179.
- Walter, M., Jaspers, M.V., Eade, K., Frampton, C.M., Stewart, A. 2001. Control of *Botrytis cinerea* in grape using thyme oil. *Australasian Plant Pathology*, 30, 21-25.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Diseases*, 81(2): 204-210.
- Zambonelli, A., Zechini D'Aulerio, A., Bianchi, A., Albasini, A. 1996. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. *J. Phytopathol.*, 144(9/10): 491-494.