

***Ocimum basilicum* L. UÇUCU YAĞININ FİTOPATOJENİK FUNGUSLAR ÜZERİNE ANTİFUNGAL ETKİLERİ**

ANTIFUNGAL EFFECTS OF ESSENTIAL OIL FROM *Ocimum basilicum* L.

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK¹, Şaban KORDALI²

¹Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

*Sorumlu Yazar: ayseusanmaz@hotmail.com

ÖZ

Ocimum basilicum L. uçucu yağı 9 fitopatojenik fungusu oluşturan altı *Fusarium* türü (*Fusarium equiseti*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium semitectum*), *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *Verticillium dahliae* fungusları üzerine antifungal etkisi *in vitro* petri denemeleriyle test edilmiştir. Çalışma sonucunda *O. basilicum* uçucu yağının 15 ve 20 µL petri⁻¹'lik konsantrasyonlarının *F. sambucinum* fungusunun misel gelişimini tamamen inhibe ettiğini ve antifungal etkisinin ticari fungusit "Captan"dan daha yüksek olduğunu göstermiştir. *O. basilicum* uçucu yağının farklı konsantrasyonları (5, 10, 15 ve 20 µL petri⁻¹) tüm test edilen patojenik fungusların gelişimini önemli ölçüde engellemiştir. Uçucu yağın uygulanan tüm konsantrasyonlarda test edilen bütün fitopatojenik fungusların misel gelişimini 0 dan 31.2 mm kadar değişen oranlarda etkilediği ve uçucu yağın antifungal aktivitesinin olduğu belirlenmiştir. *O. basilicum* uçucu yağı 9 bitki patojeni fungusun büyümesini %23-100 arasında engellediği görülmüştür. Bu çalışma ile *O. basilicum* uçucu yağının antifungal madde olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Ocimum basilicum* L., Uçucu yağ, Antifungal etki, *Fusarium* türleri.

ABSTRACT

Ocimum basilicum L. essential oil was analyzed for its antifungal effects on 9 phytopathogenic fungi comprising six *Fusarium* species (*Fusarium equiseti*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium sambucinum* and *Fusarium semitectum*) and *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* and *Verticillium dahliae* mycelial growth in vitro petri experiments. The results of the analyses showed that concentrations 15 and 20 µL petri⁻¹ of *O. basilicum* essential oil completely inhibited mycelial growth of the *F. sambucinum* fungi and demonstrated that its antifungal effects were higher than the commercial fungicide "Captan". Different concentrations of the essential oil (5, 10, 15 and 20 µL petri⁻¹), significantly prevented the growth of all tested pathogenic fungi. The results also showed that the essential oil affected mycelial growth of all tested pathogenic fungi, ranged from 0.0 to 31.2 mm at all concentrations and these results confirm the antifungal activities of *O. basilicum* L. oil. The essential oil prevented the growth of 9 plant pathogens fungi from 23% to 100%. With this study, it was determined that the essential oil of *O. basilicum* has the potential to be used as an antifungal substance.

Keywords: *Origanum basilicum* L., Essential oil, Antifungal effect, *Fusarium* species.

GİRİŞ

Her geçen yıl artan dünya nüfusu ile birlikte besin ihtiyacının da arttığı görülmektedir. Bu temel gereksinimin karşılanabilmesi için üretim miktarının artırılması ve birim alandan elde edilecek ürün miktarının fazla olması gerekmektedir. Bitkilerin sağlıklı olarak hastalık, zararlı ve yabancı otlardan uzak yetiştirilmesi ile birim alandan daha fazla ürün elde edilebilmektedir. Farklı iklim kuşaklarının kesişme noktasında bulunan ülkemizde birçok sebze türü yetişmekte ve bu sebze alanlarında da birçok hastalık etmeninin bulunduğu tespit edilmiştir (Kırbağ ve Turan, 2006). Toprak kökenli patojenlerin oluşturduğu hastalıklar bunlar arasında önemli bir yere sahiptir. *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp. ve *Sclerotinia* spp. toprak kökenli hastalık etmenleri olup bu patojenler bitkilerde solgunluk, sararma, esmerleşme, kök boğazında incelmeye ve kök çürümelerine neden olmaktadır (Döken, 2009). Bu hastalıklarda mücadelede birçok sentetik pestisit kullanılmaktadır. Sentetik pestisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı ile birlikte hastalık ve zararlılarda dayanıklılık geliştiği hava, su, toprak ve gıdalarda toksik maddelerin biriktiği ekosistemin bozulduğu tespit edilmiştir. Sentetik pestisitlerin tüm bu olumsuz etkilerinden dolayı bitki koruma

alanında çeşitli alternatifler üzerinde durulmaktadır (Shahi ve ark., 2003). Bu yöntemlerden birkaçı bitkisel materyaller (yaprak, tohum, kök gövde parçaları, bunların ezilmiş veya öğütülmüş halleri), bitki uçucu yağ ve ekstraktlarının kullanımınıdır (Benjilali ve ark., 1984; Deans ve Soboda, 1990). Bu ürünler biyolojik olarak etkili, geniş spektrumlu, çevre dostu, ekonomik ve güvenlidirler (Macias ve ark., 1997; Alvarez-Castellanos ve ark., 2001). Buna rağmen uçucu yağların stabilitelerinin kısıtlı olması ve yüksek uçuculuk özelliği gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Fungisitler gibi yüksek özelleşmeye sahip olmadıklarından dolayı da daha geniş bir kullanım alanlarına sahiptirler. Bu yüzden uçucu yağ uygulamalarıyla, fungusitlere karşı direnç gösteren patojenlerle daha etkin bir şekilde mücadele edilebilmektedir (Romagnoli ve ark., 2005). Özellikle uçucu yağlar, kompleks karışımlardır ve potansiyel antifungal özelliklere sahip bir takım kimyasal metabolitleri içerirler ve antifungal etkileri ise kimyasal yapılarında bulunan predominant bileşenlere bağlanmaktadır. Uçucu yağların yapılarında hidrokarbon yapısındaki monoterenler, diterpenler, seskiterpenler ve bunların oksijen türevleri ile alkoller, aldehitler, esterler, ketonlar, fenolik ve okside bileşenler de bulunabilmektedir (İşcan, 2002). Türkiye

coğrafi konumu ve iklim yapısındaki farklılıklardan dolayı tıbbi, aromatik ve baharat bitkileri bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkemizde bulunan 3000 endemik tür bitkinin yaklaşık 1000 tanesi ilaç ve baharat amaçlı kullanılmaktadır. Bu bitkilerden biri olan Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), morfoloji ve uçucu yağ bileşenleri bakımından büyük bir varyasyona sahiptir. *Ocimum* cinsi ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasına ait olup, tek veya çok yıllık otsu ve odunsu formda gelişen, dünya genelinde Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın sıcak ve ılıman bölgelerinde doğal olarak yetişen dünyada yaklaşık 65 türü olduğu ifade edilen bitkilerdir (Paton ve ark., 1999). *O. basilicum* türü dünyanın önemli uçucu yağ içeren bitkilerinden biri olup, birçok ülkede ticari şekilde ekimi yapılmaktadır (Omidbaigi, 2005). Farklı bölgelerde fesliyen, peslan, reyhan, ırıhan ve rahan yöresel isimleri bulunmaktadır (Başer, 1998; Baytop, 1999; Bayram ve ark., 2010). Fesleğen aynı zamanda aromatik bileşenlere sahip olup, indektisidal, antibakteriyal ve antifungal özelliklere sahiptir (Simon ve ark., 1990). Bitki hastalıklarının kontrolünde uçucu yağların ve ekstraktların kullanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında *Artemisia annua*, *Thymus capitatus*, *T. vulgaris*, *Syzygium aromaticum*, *Cryptocarya massoia*, *Salvia pomifera* subsp.

calycina, *S. fruticosa*, *Satureja hortensis*, *S. thymbra* ve *Origanum onites*, *O. vulgare*, *O. dictamnus*, *O. majorana*, *Cymbopogon flexuosus* ve *Citrus sinensis* bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların sebze çökerten hastalığı etmenleri üzerinde etkili oldukları ve alternatif mücadele olarak kullanılma potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir (Boyras ve Özcan, 1997; Walter ve ark., 2001; Sokovic ve ark., 2002; Daferera ve ark., 2003; Shahi ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2005; Sharma ve Tripathi, 2006).

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı birçok sebze kök ve kök boğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarına neden olan, *Fusarium equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *Verticillium dahliae*'nin mücadelesinde *Ocimum basilicum* uçucu yağının *in-vitro* koşullar altında antifungal etkisini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Materyali

Çalışmanın ana materyalini *Ocimum basilicum* (Fesleğen) bitkisi oluşturmaktadır. 2017 yılında, Temmuz-Ağustos aylarında, uçucu yağ oranının en yüksek olduğu çiçeklenme döneminde, Hatay ilinin Yayladağı ilçesinden toplanmıştır. Toplanan bitkiler gölgede, havadar bir yerde kurutulup

öğütülerek distilasyona hazır hale getirilmiştir.

Uçucu Yağın İzolasyonu

Ocimum basilicum bitkisinin uçucu yağı Neo-Clevenger düzeneği kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile izole edilmiştir. 500 gram tartılan bitki materyali şilifli balonlar içerisine alınmış ve üzerine 400 ml saf su ilave edilmiş ve 3-4 saat süreyle distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile ekstre edilerek steril hale getirilmiş ve sodyum sülfat ile sudan arındırılmıştır. Kloroform Rotary evaporatörde düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen yağ miktarı yüzde olarak oranlanarak uçucu yağın verimi % 1.20 olarak bulunmuştur. Elde edilen uçucu yağ çalışmada kullanılmak üzere kadar ağzı kapalı cam şişe içinde +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Üstüner ve ark., 2018).

Kullanılan Bitki Patojenleri ve Uçucu Yağın Antifungal Aktivitesi

Bitki patojeni funguslar (*Fusarium equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *Verticillium dahliae*) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde daha önceki yapılan çalışmalardan izole edilen kültür koleksiyonundan alınmıştır.

Fungus türlerinin her biri potato dextrose agar (PDA)'da geliştirilip stok kültür olarak mikoloji laboratuvarında -20°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Hazırlanan PDA ya *O. basilicum* uçucu yağı 1:2 oranında etanol solüsyonunda çözülüp ve besi yeri 45-50°C kadar soğutulduğunda katılarak iyice çalkalanıp homojen karışım sağlanmıştır. Homojen karışımı sağlanan besiyeri 5, 10, 15 ve 20 µL petri¹'lik konsantrasyonlarda olmak üzere 9 cm çapındaki cam petrilerin her birine 20 ml gelecek şekilde dökülmüştür. Bir hafta geliştirilmiş fungus türlerine ait kültürden bir disk (5 mm çaplı) misel yüzü besi ortamına gelecek şekilde ters çevrilerek petrinin tam ortasına yerleştirilip, petri çevresi streç filmle sarılarak 25±2 °C'ye ayarlanmış inkübatöre konulmuştur. Misel gelişim çaplarının ölçümleri 24 saatte bir yapılmıştır. Negatif kontrol olarak etanol çözücüsü (1:2), pozitif kontrol olarak ise ticari preparat Captan 500 FL (Etkili maddesi 500 gr/L Captan) karıştırılmış besiyerleri kullanılmıştır. Fungusların misel gelişim çapları (mm) günlük ölçülerek negatif kontrole göre değerlendirme yapılmış ve uçucu yağların etkinliği %Abbott formülüne göre hesaplanmıştır. Denemeler her fungus türü için 3 tekerrür olarak hazırlanmıştır.

$$\% \text{Büyüme Engelleme Oranı} = \frac{K-U}{K} \times 100$$

K: Kontrol Petrisinde Gelişen Fungusun Hif Çapı (mm)

U: Uçucu Yağ Uygulaması Yapılmış Petride Gelişen Fungusun Hif Çapı (mm)

Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Elde edilen antifungal etki denemelerinin sonuçlarına göre, *O. basilicum* uçucu yağının petri denemeleriyle 9 fitopatojenik fungus üzerindeki antifungal etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS (Statistical Package for Social Sciences 17,0) yazılım paketi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanarak

Çizelge 1. *Ocimum basilicum* (Fesleğen) Uçucu Yağının Ana Bileşenleri

Ana Bileşen	Bağlı Yüzde (%)	Literatür
Linalool	35,1	Piras ve ark., (2018)
Eugenol	20,7	
1,8-Cineole	9,9	
α -trans-Bergamotene	5,0	
Linalool	18,0	Mhiri ve ark., (2018)
Carvacrol	17,81	
Eugenol	24,69	
Carvone	5,08	
Linalool	66,5	Traka ve ark., (2017)
Eugenol	18,9	
Eucalyptol	7,1	

O. basilicum bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Fusarium equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *Verticillium dahliae* üzerindeki antifungal etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, *O. basilicum*'un 9 çeşit fungus üzerinde farklı düzeylerde engelleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın dört

petride gelişen fungusların hif çapları (mm) ve uçucu yağların (%) engelleme oranları hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak $P \leq 0,05$ önem derecesine göre gruplandırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Uçucu Yağın Kimyasal Bileşenleri

Ocimum basilicum bitkisi uçucu yağının ana bileşenleri literatür bilgisi ışığında Çizelge 1'de verilmiştir.

farklı konsantrasyonu da (5, 10, 15 ve 20 μL petri⁻¹) fungusların misel gelişimini kontrole göre istatistiki olarak engellemiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda *O. basilicum* uçucu yağının antifungal aktivitesinin etkileri Tablo 2 ve Şekil 1'de verilmiştir. Fesleğen uçucu yağının 5 μL petri⁻¹'lik konsantrasyonunda en düşük engelleme oranı %23 ile *Alternaria solani* fungusunda

görülürken; en yüksek engelleme %47,4 ile *Rhizoctonia solani* fungusunda tespit edilmiştir. 10 µL petri⁻¹'lik konsantrasyonda ise *Fusarium graminearum*'da %34,9 ile en az engelleme oluşurken, en yüksek engelleme %89,6 ile *Fusarium sambucinum* fungusunda belirlenmiştir. Uçucu yağın 15 ve 20 µL petri⁻¹'lik konsantrasyonlarında en düşük etki oranı %48,4-63,10 arasında görülürken; en yüksek etki *Fusarium sambucinum* fungusunda %100 engelleme oranı ile belirlenmiştir. Uçucu yağın Captan fungusiti ile aynı etkiyi gösterdiği fungusun kolonyal gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Pozitif kontrolde ise bu oranın %72,7 olduğu belirlenmiş, fesleğen uçucu yağının ticari fungusit Captan'dan %27,3 bir fark ile daha iyi engelleme yüzdesine sahip olduğu saptanmıştır. Genel olarak uçucu yağın 4 farklı dozunun denemedeki tüm funguslarda %23-100 arasında misel gelişimini engelleme oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca bakılarak, fesleğen uçucu yağının konsantrasyon artışına bağlı olarak engelleme oranında paralel olarak arttığı ve bu antifungal etkinin patojenin türüne ve konsantrasyon artışına bağlı olarak da değiştiği gözlemlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının önemli derecede antimikrobiyal ve antifungal özelliklere sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Balçım ve ark., 2018; Martinovic ve ark.,

2016). Daferera ve ark., (2003), yaptıkları çalışmada Fesleğen bitkisi uçucu yağının özellikle yüksek konsantrasyonlarının *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'ye etkili olduklarını belirlemişlerdir. Yine yapılan diğer çalışmalarda *O. basilicum* uçucu yağının *Aspergillus niger* Tiehh. ve *Fusarium oxysporum* Schlecht. (Dube ve ark., 1989) funguslarına etkili olduğunu; ekstraktının ise *Alternata alternata* (Fries: Fries) von Keissler fungusunda misel büyümesini durdurduğunu saptamışlardır (Rashmi ve Yadav, 1999). Sonuçlarımızın da uçucu yağın yüksek konsantrasyonlarının daha etkili olduğunu ve bu konuda fitopatojenik funguslarla yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Araştırmacılar benzer bir çalışmada, fesleğen uçucu yağının *in vitro* şartlarda *Aspergillus niger* Tiegh. ve *Fusarium oxysporum* Schlecht (Dube ve ark., 1989) ve *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fabae* Yu et Fang (Assawah, 2002) fungusları üzerinde antifungal etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Sonuçlarımızda, standart kimyasallardan Captan'ın *F. graminearum* fungusunda %56,6, *F. moniliforme*'de ise %65,5 engelleme yaptığı belirlenmiştir. Kimyasalın uçucu yağ ve diğer denenen funguslara göre %engelleme oranının düşük çıkmasının nedeninin Captan'ın fungus türlerine göre

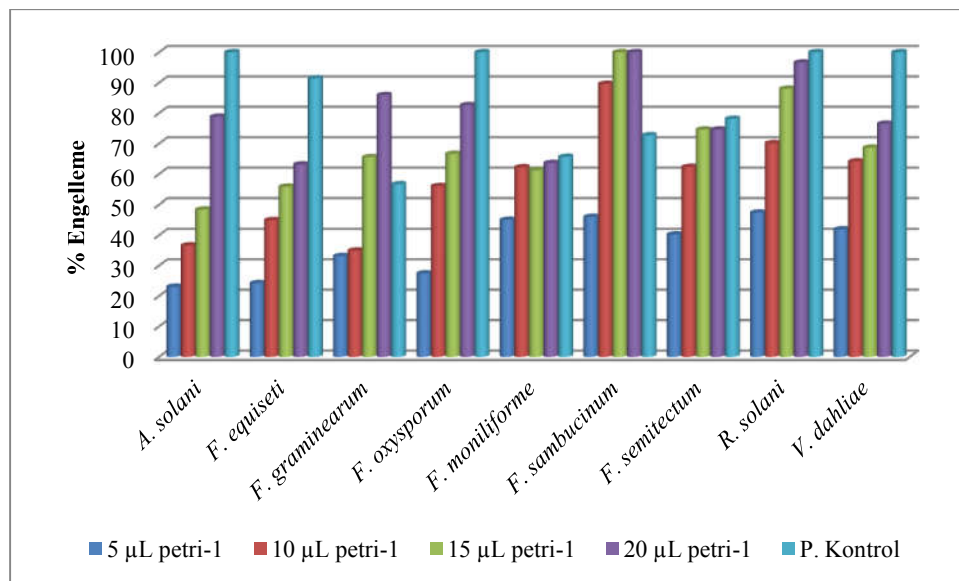
değişim göstermesi ve bazı fungusların bu kimyasala karşı daha dirençli olup spor oluşturmadıklarıyla ifade edilebilir. Uçucu yağlardaki antifungal etkinin uçucu yağda bulunan bir ya da birkaç bileşikten kaynaklandığı belirtilmiştir (Rathee ve ark., 1982; Shelef, 1983; Bayrak ve Akgül, 1987; Akgül ve ark., 1989; Knobloch ve ark., 1989). Literatür araştırmalarına bakıldığında; fesleğen uçucu yağında baskın bulunan ana bileşenlerin linalool, eugenol, 1,8-cineole, α -trans-bergamotene, carvone ve eucalyptol olduğu (Mhiri ve ark., 2018; Piras ve ark., 2018; Traka ve ark., 2017), yapılan diğer bir çalışmada ise linalool, methyl chavicol, eugenol, methyl cinnamate, 1, 8-cineole, bergamotene, limonene, camphor, α -cardinol, Geraniol ve methyl chavicol bulunduğu ifade edilmektedir (Chenni ve ark., 2016; Pandey ve ark., 2016). Uçucu yağların kimyasal içeriklerinin bitkinin yetiştiği ortama, sıcaklık, nem, abiyotik ve biyotik faktörlere bağlı olarak değiştiği bilinmekte ve yağdaki minör bileşiklerin de bu faktörlere göre değişiklik gösterdiği düşünülmektedir (Mhiri ve ark., 2018). Kimyasal içerikteki farklılığın biyolojik aktiviteyi de etkilediği söylenebilir. Bazı araştırmacılar bu bileşiklerin yağda yüksek oranda bulunmasının misel gelişimini güçlü oranda durdurduğu ve bu antimikrobiyal etkinin linalooldan kaynaklandığını bildirmişlerdir (Silva ve ark., 2016; Herman ve ark., 2016).

Çalışmamızda da fungus türlerine ve uçucu yağın konsantrasyon artışına bağlı olarak %23-100 arasında engelleme oranının görülmesinin yağdaki baskın bileşen linalooldan kaynaklandığı görüşünü desteklemektedir. Yine yapılan bir çalışmada, linaloolunda aralarında bulunduğu 21 saf oksijenli monoterpen 31 farklı bitki patojenik fungusa denenmiş ve bazı bileşiklerin güçlü antifungal etki gösterdikleri bildirilmiştir (Kordali ve ark., 2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir (Bianchi ve ark., 1997). Ancak uçucu yağların funguslarda hücre duvarından içeri girerek hücre duvarının yapısını bozdukları, fungus gelişimini ve konidi üretimini durdurdukları ve hiflerde deformasyonlara neden olup sitoplazmik akıntı oluşturdıkları düşünülmektedir (Chang ve ark., 2009; Ultee ve ark., 2002; Soylu ve ark., 2006, 2010). Yapılan bir çalışmada; sarımsak ekstraktlarının *Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani*'nin sitoplazmasında morfolojik değişimler gözlemlendiği ve sarımsak tozu süspansiyonu uygulamasının ardından fungusların hücrelerinin sitoplazma membranında büzüşme ve hücre duvarında kalınlaşmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamanın fungus hücrelerinde neden olduğu değişikliklerin sterol biosentezini inhibe eden fungusitlerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Bianchi ve ark., 1997).

Çizelge 2. *Ocimum basilicum* (Fesleğen) uçucu yağının 9 fitopatojenik fungusu karşı antifungal etkisi

Fungus Türleri	5 µL petri ⁻¹	10 µL petri ⁻¹	15 µL petri ⁻¹	20 µL petri ⁻¹	P. Kontrol (15 µL petri ⁻¹)	N. Kontrol
	Gelişme Engelleme (mm) (%)	Gelişme Engelleme (mm) (%)	Gelişme Engelleme (mm) (%)	Gelişme Engelleme (mm) (%)	Gelişme Engelleme (mm) (%)	Gelişme (mm)
<i>Alternaria solani</i>	22,7 ± 0,88 e	18,7 ± 0,55 d	15,2 ± 0,28 c	6,25 ± 1,09 b	0,0 ± 0,0 a	29,5 ± 0,33 f
<i>Fusarium equiseti</i>	31,2 ± 1,28 d	22,7 ± 0,98 c	18,2 ± 2,42 b	15,2 ± 0,72 b	3,52 ± 0,12 a	41,2 ± 2,02 e
<i>Fusarium graminearum</i>	26,2 ± 0,98 e	25,5 ± 0,74 d	13,5 ± 0,33 b	5,50 ± 3,69 a	17,0 ± 0,79 c	39,2 ± 1,09 f
<i>Fusarium oxysporum</i>	33,1	34,9	65,5	85,9	56,6	37,5 ± 1,73 f
<i>Fusarium moniliforme</i>	27,2 ± 1,28 e	16,5 ± 1,66 d	12,5 ± 0,33 c	6,50 ± 0,33 b	0,0 ± 0,0 a	49,5 ± 0,57 e
<i>Fusarium sambucinum</i>	27,4	56,0	66,6	82,6	100	31,5 ± 1,79 e
<i>Fusarium semitectum</i>	27,2 ± 3,03 d	18,7 ± 1,19	19,2 ± 0,28	18,0 ± 3,29 b	17,0 ± 1,23 a	38,5 ± 0,74 e
<i>Rhizoctonia solani</i>	45,0	bc 62,2	bc 61,2	63,6	65,6	37,5 ± 1,00 e
<i>Verticillium dahliae</i>	17,0 ± 2,86 d	3,25 ± 1,72 b	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	8,57 ± 0,25 c	40,5 ± 0,33 f
	46,0	89,6	100	100	72,7	
	23,0 ± 0,47 d	14,5 ± 2,13 c	9,75 ± 0,55 b	9,75 ± 1,65 b	8,42 ± 0,55 a	
	40,2	62,3	74,6	74,6	78,1	
	19,7 ± 2,17 d	11,2 ± 2,92 c	4,50 ± 0,57 b	1,25 ± 0,55 a	0,0 ± 0,0 a	
	47,4	70,1	88	96,6	100	
	23,5 ± 0,33 e	14,5 ± 1,0 d	12,7 ± 0,72 c	9,50 ± 0,33 b	0,0 ± 0,0 a	
	41,9	64,1	68,6	76,5	100	

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0,05)

**Şekil 1.** *O. basilicum* (Fesleğen) uçucu yağının 9 fitopatojenik fungusu % engelleme oranları

SONUÇ

Sonuç olarak; *in-vitro* koşullar altında antifungal etkisi saptanan *O. basilicum* uçucu yağının 10 farklı toprak kökenli patojene karşı antifungal etkisinin olduğu ve sentetik kimyasallar yerine uygun konsantrasyonlarda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlar fungusitlere alternatif yöntemlerin bulunması ve fungusitlerin azaltılması yönünden ümit vericidir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların etkili bileşenlerinin saptanması ve bunların yapay yollarla üretilerek patojenler üzerine etkinliklerinin araştırılması antifungal etkinliği bulunan uçucu yağlar üzerine yapılan *in vitro* çalışmaların gelişimine katkıda bulunacak ve daha fazla çalışmanın yapılmasını sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 14-17 Kasım 2018'de Muğla'da düzenlenen VII. Bitki Koruma Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Akgül, A., 1989. Volatile oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivating in Turkey. *Molecular Nutrition & Food Research* 33 (1): 87-88.
- Alvarez-Castellanos, P. P., Bishop, C.D., and Pascual-Villalobos, M.J., 2001. Antifungal activity of essential oil of flowerheads of garland

chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) against agricultural pathogens. *Phytochemistry* 57: 99-102.

- Assawah, S., 2002. Effect of some plant extracts and essential oils on *Fusarium* wilt of broad bean. *African Journal of Mycology and Biotechnology* 10(3):75-86.
- Baldim, J. L., Silveira, J. G. F., Almeida, A. P., Carvalho, P. L. N., Rosa, W., Schripsema, J., and Luiz, J. H. H., 2018. The synergistic effects of volatile constituents of *Ocimum basilicum* against foodborne pathogens. *Industrial Crops and Products* 112: 821-829.
- Başer, K.H.C., 1998. Tıbbi ve aromatik bitkilerin endüstriyel kullanımı. *Tab Bülteni*, 13-14, s.19-43.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ. 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi, geçmişte ve bugün. *Nobel Tıp Kitap evleri*, İstanbul, 480s.
- Bayrak, A., and Akgül, A., 1987. Composition of essential oils from Turkish *Salvia* species. *Phytochemistry* 26: 846-847.
- Benjilali, B., Tantadui-Elaraki, A., Ayadi, A., 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.
- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'Aulerio, A., Bellesia, F., 1997.

- Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi in vitro. *Plant Disease*, 81: 1241-1246.
- Boyraz, N., ve Özcan, M., 1997. Bitki patojeni funguslara bazı yerli baharat ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkileri. *Gıda* 22 (6): 457-462.
- Chang, X. P., Alderson, G and Wright C. J., 2009. Variation in the essential oils in different leaves of basil (*Ocimum basilicum* L.) at day time. *The Open Horticulture Journal* 2: 13-16.
- Chenni, M., El Abed, D., Rakotomanomana, N., Fernandez, X., and Chemat, F., 2016. Comparative study of essential oils extracted from Egyptian basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) using hydro-distillation and solvent-free microwave extraction. *Molecules*, 21(1): 113.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., and Polissiou, M.G., 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* *Crop Protection* 22: 39-44.
- Deans, S.G., Soboda, K.P., 1990. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour Fragrance Journal*, 5:187-190.
- Döken, M.T., Demirci, E., and Eken, C., 2009. Bitki Fungal Hastalıkları Ders Notu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Dube, S., Upadyay, P.D., and Tripathi, S.C., 1989. Antifungal physicochemical and insect-repellent activity of the essential oil of *Ocimum basilicum*. *Canadian Journal of Botany* 67: 2085-2087.
- Herman, A., Tambor, K., and Herman, A., 2016. Linalool affects the antimicrobial efficacy of essential oils. *Current Microbiology*. 72: 165–172.
- İşcan, G., 2002. Umbelliferae familyasına ait bazı bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kırbağ, S., ve Turan, N., 2006. Malatya’da yetiştirilen bazı sebzelerde kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 8(2): 159-164.
- Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H., and Weis, V., 1989. Antimicrobial and antifungal properties of essential oil components. *Journal of Essential Oil Research* 1: 119-128.
- Kordali, S., Kotan, R., and Cakir, A., 2007. Screening of In Vitro Antifungal Activities of 21 Oxygenated Monoterpenes as Plant Disease Control Agents. *Allelopathy Journal* 19 :2, 373-391.
- Macias, F.A., Castellano, D., Oliva, R.M., Cross, P., and Torres, A. 1997. Potential use of allelopathic agents as natural agrochemicals. *Brighton Crop Protection Conference Weeds* 33-38.
- Martinovic, T., Andjelkovic, U., Gajdosik, M.S., Resetar, D., and Josic, D., 2016. Foodborne pathogens and their toxins. *Journal of Proteomics* 147: 226–235.
- Mhiri, R., Kchaou, M., Belhadj, S., El Feki, A., and Allouche, N., 2018. Characterization of aromatic compounds and biological activities of essential oils from Tunisian

- aromatic plants. Journal of Food Measurement and Characterization 12(2):839-847.
- Omidbaigi, R., 2005. Production and processing of medicinal plants, Astan Godesa Razavei Publication 1: 346.
- Paton, A., Harley, R., and Harley, M., 1999. Ocimum-an overview of relationships and classification. Ocimum Aromatic Plants-Industrial Profiles. Amsterdam: Harwood Academic.
- Pandey, A. K., Singh, P., and Tripathi, N. N., 2014. Chemistry and bioactivities of essential oils of some *Ocimum* species: an overview. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 4(9): 682-694.
- Piras, A., Gonçalves, M. J., Alves, J., Falconieri, D., Porcedda, S., Maxia, A., and Salgueiro, L., 2018. *Ocimum tenuiflorum* L. and *Ocimum basilicum* L., two spices of Lamiaceae family with bioactive essential oils. Industrial Crops and Products 113: 89-97.
- Rashmi, S., and Yadav, B.P., 1999. A comparative efficacy of fungicides and plant extracts on radial growth and biomass production of *Alternaria alternata*. Journal of Applied Biological Sciences, 9 (1): 73-76.
- Rathee, P.S., Mishra, S.H., and Kaushal, R., 1982. Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa* Linn. Indian Journal of Pharmacological Science 44: 8-10.
- Romagnoli, C., Bruni, R., Andreotti, E., Rai, M.K., Vicentini, C.B. and Mares, D., 2005. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L., Protoplasma 225, 57-65.
- Shahi, S.K., Patra, M., Shukla, A.C., and Dikshit, A., 2003. Use of essential oil as botanical-pesticide against post harvest spoilage in *Malus pumilo* fruits. Biocontrol, 48:223-232.
- Sharma, N., and Tripathi, A. 2006. Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens, World Journal of Microbiology & Biotechnology 22:587-593.
- Shelef, L.A., 1983. Antimicrobial effects of spices. Journal of Food Safety 6:29-44.
- Sokovic, M., Tzakou, O., Pitarokili, D., and Couladis, M., 2002. Antifungal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece. Nahrung-Food 46: 317-320.
- Soylu, E.M., Yiğitbaş, H., Tok, F.M., Soylu, S., Kurt, Ş., Baysal, Ö., and Kaya, A.D., 2005. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. against foliar and soil-borne fungal pathogens, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 112: 229-239.
- Soylu, E.M., Soylu, S., and Kurt, S., 2006. Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Various Plants Against Tomato Late Blight Disease Agent *Phytophthora infestans*. Mycopathologia 161: 119-128.
- Soylu, E. M., Kurt, Ş. and Soylu, S., 2010. *In vitro* and *in vivo* activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*, International Journal of Food Microbiology 143: 183-189.
- Silva, V.A., Sousa, J.P., Pessôa, H.L.F., Freitas, A.F.R., Coutinho, H.D.M., Alves, L.B.N., and Lima, E.O., 2016.

- Ocimum basilicum*: Antibacterial activity and association study with antibiotics against bacteria of clinical importance. *Pharmaceutical Biology* 54: 863–867.
- Simon, J. E., Quinn, J., and Murray, R. G., 1990. Basil: a source of essential oils. *Advances in new crops* 484-489.
- Traka, C. K., Petrakis, E. A., Kimbaris, A. C., Polissiou, M. G., and Perdakis, D. C., 2018. Effects of *Ocimum basilicum* and *Ruta chalepensis* hydrosols on *Aphis gossypii* and *Tetranychus urticae*. *Journal of Applied Entomology* 142(4): 413-420.
- Ultee, A., Bennik, M.H.J., Moezelaar, R., 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology* 68 (4): 1561-1568.
- Üstüner, T., Kordali, S., Bozhüyük, A. U., 2018. Herbicidal and Fungicidal Effects of *Cuminum cyminum*, *Mentha longifolia* and *Allium sativum* Essential Oils on Some Weeds and Fungi. *Records of Natural Products*, 12(6): 619.
- Walter, M., Jaspers, M.V., Eade, K., Frampton, C.M., and Stewart, A., 2001. Control of *Botrytis cinerea* in grape using thyme oil. *Australasian Plant Pathology* 30: 21-25.