T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ HASAT SONRASI FUNGAL MEYVE ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENLERİNE KARŞI *IN VITRO* VE *IN VIVO* ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Azime YILMAZ

DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA Anabilim Dalı
KONYA, 2012

Mayıs-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ HASAT SONRASI FUNGAL MEYVE ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENLERİNE KARŞI *IN VITRO* VE *IN VIVO* ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Azime YILMAZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

2012, 161 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Prof. Dr. Ahmet GÜNCAN
Doç. Dr. Yavuz BAĞCI
Doç. Dr. Fikret DEMİRCİ
Yrd.Doç. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ

Bu araştırmada meyvelerde hasat sonrası meyve çürüklüğüne yol açan bazı fungal hastalık etmenlerinin (*Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria mali*, *Penicillum expansum* ve *Monilinia fructigena*), fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağ çeşidi (biberiye, adaçayı, rezene, okaliptus ve kekik), inkübasyon süresi (3-6 gün) ve uçucu yağ konsantrasyonu (0-500 µl/L; 0-9 µl/petri) faktörlerinin etkileri kontakt ve fumigasyon etki testleri ile *in vitro* koşullarda test edilmiştir. *In vivo* koşullarda ise *P. expansum*, *C. gloeosporioides* ve *B. cinerea* etmenlerinin elmalarda oluşturduğu lezyon çapı değerleri üzerine kekik ve okaliptus uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki (% 0-5) etkileri belirlenmiştir. *In vitro* denemelerde, bu etmenlere karşı kekik ve okaliptus uçucu yağlarının en yüksek antifungal etkiyi gösterdikleri belirlenmiştir. Yüzde (%) engelleme oranlarında ise en yüksek değerler, tüm konsantrasyonlardaki kekik uçucu yağı ile muamele edildiğinde gözlemlenmiş olup, bu değerler kontakt ve fumigasyon denemelerde % 100 olarak belirlenmiş, sadece fumigasyon denemelerde *R. stolonifer* için en yüksek konsantrasyonda (9 µl/petri) % 91.85 olarak tespit edilmiştir. *In vivo* denemelerde ise, elmalardaki en yüksek % engelleme oranları kekik uçucu yağı ile muamele edildiğinde gözlemlenmiş olup, bu değerler en yüksek konsantrasyonda (% 5) *B. cinerea* için % 90.75, *C. gloeosporioides* için % 84.72 ve *P. expansum* için % 80.40 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, elma, engelleme oranı, hasat sonrası fungal patojenler, uçucu yağ

ABSTRACT

Ph.D THESIS

A RESEARCH ON *IN VITRO* AND *IN VIVO* EFFECTS OF SOME PLANT ESSENTIAL OILS ON POST-HARVEST FRUIT ROT FUNGAL PATHOGENS

Azime YILMAZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN PLANT PROTECTION

Advisor: Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

2012, 161 Pages

Jury
Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Prof. Dr. Ahmet GÜNCAN
Assoc. Prof. Dr. Yavuz BAĞCI
Assoc. Prof.Dr. Fikret DEMİRCİ
Assist. Prof.Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ

In this study, effects of different essential oil (EO) types (rosemary, sage, fennel, eucalyptus and oregano), incubation times (3-6 days) and EO concentrations (0-500 µl/L; 0-9 µl/petri) on fungal colony diameter values of some post-harvest fruit rot fungal pathogens (*Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria mali*, *Penicillum expansum* ve *Monilinia fructigena*) were investigated using contact and fumigation biassays under *in vitro* conditions. Under *in vivo* conditions, the effects of oregano and eucalyptus EOs at different concentrations (0-5%) were tested on diameter values of lesions formed on apples by *P. expansum*, *C. gloeosporioides* and *B. cinerea*. *In vitro* bioassays showed that the oregano and eucalyptus EOs had the highest antifungal effect against the fungal pathogens. The highest percent (%) fungal growth inhibition value was observed when the fungal pathogens were treated with oregano EO at all concentrations and this value was determined to be 100 % in the contact and fumigation biassays. However, the highest value for *Rhizopus stolonifer* was found to be 91.85 % at the highest concentration (9 µl/petri) in fumigation biassays. Under *in vivo* conditions, the highest percent inhibition values in apples were observed when the fungal pathogens were treated with oregano EO and these values were determined to be 90.75 % for *B. cinerea*, 84.72 % for *C. gloeosporioides* and 80.40 % for *P. expansum* at the highest concentration (5 %).

Keywords: Antifungal effect, Apple, essential oil, percent inhibition, postharvest fungal pathogens

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Prof. Dr. Nuh BOYRAZ'ın danışmanlığında tamamlanarak, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne doktora tezi olarak sunulmuştur.

Tez araştırmasının yürütülmesinde ve araştırmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen başta değerli hocam Prof. Dr. Nuh BOYRAZ'a, araştırmanın istatistiksel dizaynı ve analizlerinde yardımını gördüğüm değerli eşim Yrd. Doç. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ'a ve deneme ham materyaline esas teşkil eden tıbbi ve aromatik bitkilerin temini ve bunların uçucu yağlarının tedariğinde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Yüksel KAN ve Uzman Ayşe ÇELİK'e, *Alternaria mali* izolatının temin edilmesinde kolaylık gösteren Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü (Isparta)'ne teşekkürlerimi sunarım. Araştırma sürecince yardımını esirgemeyen tüm bölüm hocalarıma da teşekkürü bir borç bilirim. Sağladığı maddi destekten dolayı Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne de teşekkür ederim. Ayrıca tez araştırmasının her safhasında manevi desteğini benden esirgemeyen çok değerli aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Azime YILMAZ
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT v
ÖNSÖZ vi
İÇİNDEKİLER vii
KISALTMALAR x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 6
3. MATERYAL VE YÖNTEM 15
3.1. Materyal 15
3.1.1. Bitki materyali 15
3.1.2. Meyve materyali 15
3.1.3. Fungal mikroorganizmalar 16
3.1.4. Kültür ortamı 16
3.2. Yöntem 16
3.2.1. Bitkilerin toplanması, kurutulması ve muhafazası 16
3.2.2. Fungal mikroorganizmaların izolasyonu ve muhafaza edilmesi 17
3.2.3. Uçuçu yağların hazırlanması 17
3.2.3.1. Uçucu yağ distilasyonu ve analizi 17
3.2.4. Uçucu yağ kompozisyonunun belirlenmesi 17
3.2.5. Uçucu yağların antifungal etkilerinin saptanması 18
3.2.5.1. *In vitro* denemeleri 18
3.2.5.1.1. Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının fungusların misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi 18
3.2.5.1.2. Bitki uçucu yağlarının fumigasyon uygulamasının fungusların misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi 19
3.2.5.2. *In vivo* denemeleri 19
3.2.5.2.1. Uçucu yağ süspansiyonunun hazırlanması 19
3.2.5.2.2. Fungal inokulumun hazırlanması 20
3.2.5.2.3. Bitki uçucu yağlarının *in vivo* etkilerinin belirlenmesi 20
3.2.6. Fungal koloni çaplarının engelleme oranlarının belirlenmesi 20
3.2.7. İstatistiksel analizler 21

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 22
4.1. Uçucu Yağların Kimyasal Kompozisyonu 22
4.2. *In vitro* Deneme Sonuçları 27
4.2.1. *In vitro* koşullarda değişik bitki uçucu yağ kontakt uygulamalarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı etkileri 27
4.2.1.1. *In vitro*'*da Rhizopus stolonifer'*e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi27
4.2.1.2. *In vitro*'da *Aspergillus niger*'e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi . 35
4.2.1.3. *In vitro*'da *Botrytis cinerea*'ya karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi . 43
4.2.1.4. *In vitro*'da *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi 50
4.2.1.5. *In vitro*'da *Alternaria mali*'ye karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi . 57
4.2.1.6. *In vitro*'da *Penicillium expansum*'a karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi 64
4.2.1.7. *In vitro*'da *Monilinia fructigena*'ya karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi 71
4.2.2. *In vitro* koşullarda değişik bitki uçucu yağ fumigasyon uygulamalarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı etkileri 79
4.2.2.1. *In vitro*'da *Rhizopus stolonifer*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 79
4.2.2.2. *In vitro*'da *Aspergillus niger*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 87
4.2.2.3. *In vitro*'da *Botrytis cinerea*'ya karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 94
4.2.2.4. *In vitro*'da *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 101
4.2.2.5. *In vitro*'da *Alternaria mali*'ye karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 108
4.2.2.6. *In vitro*'da *Penicillium expansum*'a karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 116
4.2.2.7. *In vitro*'da *Monilinia fructigena*' ya karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi 123
4.3. *In vivo* Deneme Sonuçları 129
4.3.1. *Penicillium expansum*'a ait *in vivo* deneme sonuçları 130

4.3.2. *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait *in vivo* deneme sonuçları 133
4.3.3. *Botrytis cinerea*'ya ait deneme sonuçları 135
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 141
5.1. Sonuçlar 141
5.2. Öneriler 142
KAYNAKLAR 144
EK ÇİZELGELER 154
ÖZGEÇMİŞ 161

KISALTMALAR

A : Uçucu yağ çeşidi
B : İnkübasyon süresi
C : Uçucu yağ konsantrasyonu
A×*B* : Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi interaksiyonu
A×*C* : Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu interaksiyonu
B×*C* : İnkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu interaksiyonu
AÖF : Asgari önemde fark
F : F testi
KO : Kareler ortalaması
KT : Kareler toplamı
N : Ortalama sayısı
SD : Serbestlik derecesi
t test : Student's *t* karşılaştırma karşılaştırma testi

1. GİRİŞ

Taze meyve ve sebzeler, vücudun ihtiyaç duyduğu vitamin ve mineral gibi temel bileşenlerin kaynağı olup, insan sağlığı ve zindeliği için önemli olan karbonhidrat, antioksidan ve antikanserojenik gibi maddelerin kaynağını teşkil etmektedirler (Arul, 1994). Özellikle son yıllarda tüketicilerin doğal, patojenden ari ve hastalık kontrolünde kullanılan kimyasal ajanların uygulanması sonucu kalıntı içermeyen ürünlere talebi artmaktadır. Bu özellikteki sebze ve meyvelere karşı artan pazar talebi, dolayısıyla tarıma olan talebi ve hasat sonrası teknolojilerin gelişmesini zorunlu hale getirmektedir

Sebze ve meyvelerde görülen hasat sonrası bozulmalar sonucunda önemli derecede kayıplar meydana gelmektedir. Yakın gelecekteki gıda talebini karşılamak için en önemli yollardan bir tanesi hasat sonrası kayıpları azaltmaktır. Özellikle patojenlerden kaynaklanan hasat sonrası kayıplar, göz ardı edilemiyecek kadar çoktur. Gelişmiş ülkelerde bile hasat sonrası muamele sırasında patojenlerin sebze ve meyvelerde meydana getirdiği bozulma oranları % 20 ile 25 arasında değişmektedir (El-Ghaouth ve ark., 2004; Droby, 2006). Gelişmekte olan ülkelerde ise yetersiz depolama ve nakliye imkânlarından kaynaklanan hasat sonrası kayıpların çok daha yüksek boyutlara ulaştığı düşünülmektedir.

Fungal bitki patojenleri meyve ve sebzelerde çürüklüğe yol açarak büyük ölçüde hasat sonrası kayıplara yol açarlar. Yapılan bir araştırmaya göre yaklaşık 100.000 fungus türünün sadece % 10'u bitki patojenidir ve 100'den fazla fungus türü ise hasat sonrası kayıplara neden olurlar (Echert ve Ratnayake, 1983). Özellikle yaş meyveler düşük pH, yüksek nem içeriği ve içerdikleri besin elementlerinden dolayı patojen funguslar tarafından kolaylıkla bozulmaya uğrarlar (Philips, 1984; Moss, 2002).

Hastalıklı ürünler enfeksiyon sonucu sağlam olanları da etkiler. Enfekteli ürünlerde; etilen sentezi, solunum ve ısı üretimindeki artış, olgunlaşmayı hızlandırır. Buna bağlı olarak ürünün direnci azalır ve kolay enfekte olur. Enfekte olan ürünlerden sağlam olanlara da bulaşma gerçekleşir ve kayıpların daha çok artmasına neden olur. Hasat sonrası zarar yapan fungal etmenler ya doğrudan, yada hasattan sonra ürünlerde çeşitli sebeplerle (böcek, kuş, don, zedelenme vb.) oluşan yaralardan enfeksiyon yaparlar (Benli, 2003).

Funguslar bozulan ürünlerde çoğalarak mikotoksin ürettikten sonra meyveleri

tüketim için elverişsiz hale getirirler (Philips, 1984; Moss, 2002).

Meyvelerde hasat sonrası zarar yapan en önemli fungal etmenler arasında *Colletotrichum gloeosporioides*, *Monilinia* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Alternaria* spp. ve *Rhizopus* spp. fungus türleri bulunmaktadır (Antunes ve Cavaco, 2010).

C. gloeosporioides, sıcak ve ılıman bölgelerde yetişen elmalarda acı çürüklüğe neden olur (Sutton, 1990). Meyvelerin olgunlaşma döneminde, bu hastalığa karşı hassasiyet artmaktadır. Bu fungus; hasat, işleme ve depolama sırasında oluşan yaralardan penetrasyon yaparak üründe kayıplara yol açar. Etmenin simptomları (aservulus, perithesiyum veya her ikisi) dairesel lezyonlar oluşturarak kendini gösterir ve sonuç olarak meyve eti siyahlaşarak süngerimsi bir hal alır (Shi ve ark., 1996).

Monilinia fructigena, elmada hasat öncesi ve hasat sonrası kahverengi çürüklüğe neden olan tahripkar bir hastalık etmenidir (Edney, 1983). Enfeksiyon tarlada başlar ve depolarda devam eder. Enfekteli meyvelerin sağlam meyvelere temasıyla yayılır (Cole ve Wood, 1961). Hastalık enfeksiyonları, meyvelerde özellikle olgunlasmış ve yaralanmış meyve dokularından, meyveler ağaç üzerindeyken gerçekleşir. Başlangıç enfeksiyonları, düşük sıcaklıklarda tutulan depolarda canlılığını muhafaza eder ve bunlar daha yüksek sıcaklıktaki yerlere transfer edildiginde patojen tekrar aktivitesini devam ettirir.

Gri küf olarak bilinen *Botrytis cinerea* etmeninin neden olduğu hastalık her yerde yaygın olarak bulunur. Yaralanan dokulardan ve çoğunlukla kabuk çatlaklarından meyveye giriş yapar. Enfekteli meyvelerde meyve kabuğu kahverengileşir, yumuşar ve etmenin gri-kahve konidileri oluşur. Depoda sağlam ve enfekteli meyvelerin birbirine temas etmesiyle yayılır(Barkai-Golan, 2001).

Penicillium spp. etmenlerinden özellikle *P. expansum,* depolanan elma ve armutlarda yaygın olarak görülmekte ve mavi küf hastalığına neden olan fungal bir hastalık etmeni olarak bilinmektedir. Bir zayıflık paraziti olup, hastalanmış ve yaralanmış meyvelere daha fazla zarar vermektedir. Yumuşak çürüklük veya mavi küf olarak da adlandırılan *P. expansum* tarafından enfekte edilen meyveler erken devrelerde açık kahverengi bir renk alır. Daha sonra etmenin mavi-yeşil spor kitlesi oluşur. *Penicillium* etmenleri meyve solunumunu artıran etilen gazı da üretirler. Bu yüzden bu etmenle enfekte olmuş meyveler ile sağlıklı meyveler aynı depoda tutulduklarında; sağlıklı meyvelerin üretilen bu etilen gazı yüzünden depolanma

süreleride kısalmaktadır(Köse, 2007). Ayrıca *P. expansum* özellikle elma ve armutlarda toksik, mutajenik ve kanserojen etki gösteren patulin adında mikotoksin salgılar (Stott ve Bullerman, 1975).

Alternaria çürüklükleri genelde yumuşak çekirdekli meyvelerde görülmektedir. Hasat öncesi ve sonrası meyve çürümelerine neden olurlar. Elmanın çiçek çukuru etrafında veya orta kısımlarında erken evrelerde renk açılmasına neden olur. Bu lezyonlar kuru olup, kahverenginden siyah renge dönüşür. Etmen zayıf bir patojendir ve genellikle hasar gören veya olgunlaşan meyvelerde zararlı etki gösterir. İlk başta küçük ve koyu renkli lezyonlar oluşturarak kendisini belli eden bu etmen, daha sonra meyve etinden çekirdek evine doğru derinlemesine ilerleyerek siyah veya kahverengi çürüklüğe yol açar. Hastalık etmeni toksik özellikte bazı maddeler de üretir. Örneğin, *Altenaria alternata,* alternariol ve alternariol monomethyl ether gibi insan ve hayvanlarda bazı toksik metobolitler oluşturabilir (Stinson ve ark, 1981).

Rhizopus stolonifer fungal bir çürüklük etmeni olup çok nemli ortamlarda aktivite göstermektedir. Bulunduğu ortamlarda birçok ürüne, özelikle depolama koşullarında zarar verebilir. Hasat sonrası ciddi kayıplara yol açan fungal patojenlerden bir tanesidir. Bu hastalıktan etkilenen kısımlar yumuşak ve sulumsu bir yapı alır ve fungusun spor tabakası ile kaplanır. Bu fungal etmen, enfekte olmuş meyvelerden sağlıklı olanlara kolaylıkla yayılabilir. Enfeksiyonlar daha ziyade hasat sırasında bitkilerde oluşan yaralar yoluyla gerçekleşmektedir (Barkai-Golan, 2001).

Aspergillus niger, saprofit bir etmen olup hasat sonrası büyük kayıplara yol açar (Paster ve ark., 1990). Bu hastalık etmeni depolardaki sağlıklı meyvelere,doğrudan temas ile bulaşabileceği gibi mekanik ve hava akımları ile de bulaşabilir. Bu zararlı etmene, yaralanmış, zayıf veya uygun olmayan koşullarda depolanan meyvelerde rastlanmaktadır. Enfekte olan meyveler üzerinde söz konusu fungal etmenin siyah renkli sporlarını ve spor taşıyıcı organlarını görmek mümkündür. Yol açtığı enfeksiyon, meyvelerde içeri dogru ilerler ve ürettiği bazı enzimlerin aktivitesi sonucunda meyveler yumuşayabilmekte ve bu meyvelerde akıntılara sebep olabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen hastalık etmenleriyle mücadele etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında kimyasal koruyucularla mücadele yöntemleri gelmektedir. Bu kapsamda, fungisitler hasat sonrası patojenlerin zararını kontrol etmede kullanılan ilk sentetik koruyuculardır (Singh ve Sharma, 2007).

Fungisitlerin kullanım oranı dünyada farklılıklar göstermekle birlikte bu oran Avrupa ve Asya'da %26, Amerika'da ise % 6 civarında olduğu bilinmektedir. Her yıl yaklaşık 23 milyon kg fungisit sebze ve meyveler üzerine uygulanmakta ve bu koruyucular kullanılarak meyve ve sebzelerin üretimi ve pazarlamaları yapılabilmektedir. Ancak sebze ve meyvelerin, yüksek oranda sentetik kimyasallarla muamele edilmesi sonucu, karsinojenik, teratojenik, yüksek akut toksijenik etkiler oluşmaktadır. Ayrıca bu kimyasallar uzun bozunma sürelerine sahip olduklarından dolayı çevre kirliliğine yol açamakla bereber gıdalar üzerinde olumsuz etkilere ve insanlar üzerindeki başka yan etkilere de neden olmaktadır (Unnikrishnan ve Nath, 2002). Fungisitlerle ilgili diğer bir problem ise etki güçlerinin zenginleştirilmesiyle bu kimyasalların yan etkilerinin her geçen gün artmasıdır (Tyler, 1992; Sorour ve Larink, 2001). Ayrıca, hasat sonrası ürünlerde zarar yapan patojenlerin fungisitlere karşı geliştirdiği dirençte başka bir problem teşkil etmektedir (Reimann ve Deising, 2000; Dianz ve ark., 2002).

Bu gibi sebeplerden dolayı, farklı mücadele yöntemlerine başvurulmaktadır. Son yıllarda sentetik kimyasallardan daha ziyade doğal koruyucu maddelerin kullanımı git gide daha yaygın bir hale gelmektedir. Başka bir ifadeyle; biyolojik bozulmayı kontrol altına almak ve depolama ömrünü uzatmak amacıyla doğal ürünlerin kullanımı giderek daha çok tercih edilmektedir. Örneğin, son yıllarda bitkisel uçucu yağlardan üretilen doğal pestisitlerin hastalık etmenleriyle mücadelede daha fazla kullanım alanı bulduğu belirtilmektedir (Isman, 2000).

Hastalık etmenleriyle mücadelede, doğal yapıda birçok koruyucu ajan kullanılmaktadır. Bunlar arasında gittikçe yaygınlaşan doğal koruma ajanları arasında uçucu yağlar da bulunmaktadır. Uçucu yağlar, kompleks karışımlardır ve potansiyel antifungal özelliklere sahip bir takım kimyasal metabolitleri içerirler. Uçucu yağların yapılarında hidrokarbon yapısındaki monoterpenler, diterpenler, seskiterpenler ve bunların oksijen türevleri ile alkoller, aldehitler, esterler, ketonlar, fenolik ve okside bileşenler de bulunabilmektedir (İşcan, 2002).

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların doğal nitelikte olmaları ve insan sağlığını ve doğayı tehdit etmemeleri nedeniyle sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılacağı düşünülmektedir (Bautista-Banos ve ark., 2006; Szczerbanik ve ark., 2007).Fungisitler gibi yüksek özelleşmeye sahip olmadıklarından dolayı da daha geniş bir kullanım alanlarına sahiptirler. Bu yüzden uçucu yağ uygulamalarıyla, fungisitlere

karşı direnç gösteren patojenlerle daha etkin bir şekilde mücadele edilebilmektedir (Romagnoli ve ark., 2005). Uçucu yağların ekstrakte edildiği bazı aromatik ve tıbbi bitkiler, hasat sonrası patojenlerden kaynaklanan çürümeleri kontrol altına almakta kullanılmaktadır. Uçucu yağlarla ilgili pek çok araştırma sonucunda bu sekonder metobolitlerin biyolojik olarak aktif bileşenler oldukları ve antimikrobiyal, alellopatik, antioksidant ve biyolojik düzenleyici özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir (Hadizadeh ve ark., 2009; Saharkhiz ve ark., 2009; Caccioni ve Guizardi, 1994). Uçucu yağların gösterdikleri bu antimikrobiyal aktivitelerinin fenolik bileşenlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Bagamboula ve ark. 2004).

Literatürde uçucu yağların antifungal özelliklerinin incelendiği çok sayıda araştırma mevcuttur. Bu araştırmaların bazılarında sadece *in vitro* koşullarda antifungal özelliklerin test edildiği görülürken bazılarında ise hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda antifungal etkilerin araştırıldığı görülmektedir. *In vitro* koşullarda en yaygın kullanılan test tekniklerin kontakt (agar dilüsyon testleri) ve fumigasyon (agar difüzyon) etki test tekniklerinin olduğu göze çarpmaktadır. Bu çalışmada meyvelerde hasat sonrası fungal meyve çürüklüğüne yol açan *Alternaria mali, Botrytis cinerea, Colletotrichum gloeosporioides, Monilinia fructigena, Penicillum expansum, Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus niger* gibi fungal hastalık etmenlerine karşı; adaçayı *(Salvia officinalis* L.*)*, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), kekik (*Origanum vulgare* L.), okaliptus (*Eucalyptus* sp.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) uçucu yağlarının *in vitro* koşullarda antifungal etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla besiyeri ortamında kontakt (agar dilüsyon testleri) ve fumigasyon (agar difüzyon) etki testleri gerçekleştirilmiştir. *In vivo* koşullar altında ise, *B. cinerea, P.expansum* ve *C. gloeosporioides* fungal etmenlerine karşı *in vitro* koşullar altında en yüksek antifungal etkiye sahip olduğu belirlenen uçucu yağların antifungal etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Uçucu yağlar, antimikrobiyal etkilerinden dolayı geçmişten günümüze alternatif tıp alanında yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Bu nedenle uçucu yağ kaynağı olarak kullanılan bitkiler antik çağlarda mikroorganizmalar hakkında henüz hiçbir bilgi sahibi olunmamasına rağmen o zamandan günümüze kadar bulaşıcı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Rios ve Recio, 2005).

Uçucu yağlar antiflojistik, spasm önleyici, antinosiseptif ve antioksidant aktivite özelliklerini içeren geniş spektrumlu bir etki alanına sahiptir. Ayrıca bağışıklık sistemini düzenleyici psikotrofik, akarisit ve balgam söktürücü etkilere de sahiptir (Pisseri ve ark., 2008). Uçucu yağlar başka pek çok fonksiyonel özelliklere de sahip olduklarından dolayı hem tıp hemde aromaterapi alanlarında geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.Uçucu yağların antiviral, anti diabetik ve kanser önleyici etkileri de belirlenmiştir. Bu etkilerine ilaveten özellikle gram (+) ve gram (-) bakterilere karşı önemli düzeyde antimikrobiyal özellikler gösterirler. Antik mısırda bu etkilerinden dolayı mumyalama için kullanılmaktaydılar (Edris, 2007).

Literatürde uçucu yağların bitki hastalıklarına karşı gösterdikleri antimikrobiyal özelliklerin incelendiği çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu tür araştırmalarda nihai hedef ürün kayıplarını azaltmaya yönelik uçucu yağ ve ekstraklarının kullanımı olmuştur. Nitekim, araştırmacılar bitkisel ekstrakt ve uçucu yağları ele alarak, bunların entegre mücadelede alternatif bir yöntem olarak kullanabileceğini belirtmişlerdir.

Boyraz ve Özcan (1997), dört baharat (adaçayı, mercanköşk, zater ve turşu otu) uçucu yağının antifungal etkisini belirlemek için *in vitro* koşullarda yaptıkları bir çalışmada *Alternaria solani, Colletotrichum coccodes, Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ve *Rhizoctonia solani* etmenlerine karşı bu uçucu yağların yüksek oranda antifungal etki gösterdiğini belirlemişlerdir.Arras ve Usai (2001), *Alternaria citri, Botrytis cinerea, Penicillium italicum* ve *Penicillium digitatum*'a karşı, 12 farklı tıbbi bitkinin uçucu yağının fungitoksik etkilerini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Thymus capitatus* (kekik) uçucu yağının 250 ppm konsantrasyonda dört fungusun gelişimini engelleyen güçlü fungitoksik etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar taramalı elektron mikroskobu ile yaptıkları incelemede kekik uçucu yağının buhar etkisinin *P. digitatum* hif ve konidi morfolojisini değişikliğe uğrattığını tespit etmişlerdir. Ayrıca kekik uçucu yağında bulunan karvakrol'un, kekik uçucu yağ unsurları arasında en önemli fungitoksik bileşik

olduğunu saptamışlardır.

Üzümlerde *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu yaprak lekeri ve dane çürümelerini *Thymus vulgaris* (kekik), *Syzygium aromaticum* (karanfil) ve *Cryptocarya massoia* ağacının kabuklarından elde edilmiş yağlar ile yapılan laboratuar ve arazi denemeleri sonucunda nekrotik yaprak lekelerine neden olan *B. cinerea* sporulasyonunun, %0.33 konsantrasyonundaki *Thymus* ve *Cryptocarya* yağları kullanılarak önemli ölçüde azaltıldığı belirlenmiştir. Bu yağlarla *B. cinerea'*nın neden olduğu dane çürüklüğünün ve nekrotik yaprak lekelerinin de kontrol edilebildiği belirlenmiştir. Kekik uçucu yağı (%0.33) ile 8-10 günlük aralıklarla çiçeklenmeden hasata kadar muamele sonucu, dane çürümelerinin kontrol edilebildiği fakat çiçek dokularında deformasyonların meydana geldiği tespit edilmiştir (Walter ve ark., 2001).

Salvia pomifera subsp. *calycina, Salvia fruticosa, Satureja thymbra* ve *Origanum onites* gibi Yunanistan'da yabani olarak yetişen bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin, *Aspergillus niger, A. flavus, P. expansum, Phomopsis helianthi, Trichoderma viride, Cladosporium cladosporioides, Alternaria alternata* etmenlerine karşı antifungal etkilerinin araştırıldığı bir araştırmada, en düşük antifungal aktiviteye sahip olan uçucu yağın adaçayı olduğu belirlenirken, en yüksek ve en geniş etkinliği ise karvacrol içeren *O. onites* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının gösterdiği tespit edilmiştir. Test edilen bileşenler arasında en yüksek antifungal etkiyi karvakrol ve en düşük etkiyi ise 1,8-sineol'ün gösterdiği saptanmıştır (Sokovic ve ark., 2002).

Botrytis cinerea, Fusarium solani var. *coeruleum* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* etmenlerine karşı bazı kekik türleri (*T. capitatus, Origanum vulgare, O. dictamnus, O. majorana* ile birlikte lavanta, biberiye, adaçayı ve yarpuz uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kekik türlerinin diğer uçucu yağlara göre daha yüksek bir antifungal etki gösterdiği ve düşük konsantrasyonlarda bile (85-300µg/ml) patojenlerin gelişimini tamamen engellediğini bildirmişlerdir (Daferera ve ark., 2003).

Shahi ve ark., (2003) hasat sonrası yaygın olarak görülen fungal patojenlere karşı *Cymbopogon flexuosus* (limonotu)' dan elde edilen uçucu yağın oldukça güçlü antifungal etkinlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar uçucu yağın fungisidal etkinliğinin test edilen türlere göre değişiklik gösterdiğini, belirlenen etkin konsantrasyonların *Alternaria alternata* için 0.2 µl, *Aspergillus flavus, Aspergillus*

fumigatus, Aspergillus niger, Aspergillus parasiticus, Cladosporium cladosporioides, Colletotrichum capsici, Colletotrichum falcatum, Curvularia lunata, Fusarium cerealis, Fusarium culmorum, Fusarium oxysporum, Fusarium udum, Gloeosporium fructigenum, Penicillium expansum, Penicillium italicum, Penicillium implicatum, Penicillium digitatum, Penicillium minio-luteum, Penicillium variable için 0.4 µl ve *Botrytis cinerea, Helminthosporium oryzae, Helminthosporium maydis, Phoma violacea, Rhizopus nigricans* için 0.5µl olarak tespit etmişlerdir.

Plaza ve ark. (2004), turunçgillerde *P. italicum* ve *P. digitatum*'un misel gelişimi üzerine 20 uçucu yağın fumigasyon ve kontakt etkilerini inceledikleri çalışmada, kekik, mercanköşk, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının *P. italicum* ve *P. digitatum*'un misel gelişimini fumigasyon denemesinde 10 µl/petri,kontakt denemede ise 1000 µl/L'lik konsantrasyonlarında tamamen engellediğini tespit etmişlerdir. Araştırıcılar çalışmanın *in vivo* kısmında kekik ve tarçın uçucu yağının 7 gün 20°C'de 50 ml/L dozunda uygulanmasının *P. italicum* ve *P. digitatum*'un zararını önemli derecede azalttığını tespit etmişlerdir.

Romagnoli ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, *Tagetes patula* (kadife çiçeği) uçucu yağının *B. cinerea* ve *P. digitatum* etmenlerinin gelişimini sırasıyla 10 µl/ml ve 1.25 µl/ml'lik konsantrasyonlarda tamamen engellediğini belirlemişlerdir. Ayrıca, uçucu yağın kimyasal komposizyonunda piperitone ve piperitenone bileşenlerinin etkinliği de değerlendirilmiş ve elektron mikroskobu ile fungal hif morfolojisinde çeşitli mekanizmalarda büyük değişiklikler meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Soylu ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, *Artemisia annua* L. (pelin) uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının fumigasyon ve kontakt etkilerinin *Sclerotinia sclerotiorum, B. cinerea, Phytophthora infestans* ve *Verticillium dahliae* etmenlerine karşı antifungal etkilerini ortaya koymuşlardır. Test edilen funguslar arasında *S. sclerotiorum*'un, pelin uçucu yağının değme ve buhar etkisine yüksek derecede hassas olduğu tespit edilmiştir. *S. sclerotiorum, B. cinerea, P. infestans* ve *V. dahliae* etmenlerine uçucu yağın buhar etkisinin en düşük fungisidial konsantrasyonlarının sırayla 1.6, 2.4, 2.4 ve 4.4 µg/ml olduğu ve kontakt etkide uçucu yağın en düşük fungisidial konsatrasyonunun 6.4 ile 51.2 µg/ml arasında değişen konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın her iki denemedede patojenlerin konidi çimlenmesini ve çim borusu oluşumunu engellediği tespit edilmiştir.

Portakal (*Citrus sinensis*) kabuğundan çıkarılan uçucu yağın *Aspergillus niger, Alternaria alternata , Alternaria mali, Penicillium expansum, Botrytis cinerea* gibi bazı patojenlere karşı fumigasyon ve kontakt etkinlikleri araştırılmış; kontakt fazda *Alternaria mali* ve *Botrytis cinerea* için minimum engelleme oranı 500 ppm (mg/l), *A. alternata* ve *P. expansum* için 600 ppm ve *A. niger* için ise 700 ppm olarak tespit edilmiştir. Uçucu yağın buhar etkinliği incelendiğinde ise *A. mali, B. cinerea* ve *P. expansum* için minimum engelleme konsantrasyonu 400 ppm, *A. niger* ve *A. alternata* için 500 ppm bulunmuştur. *A. niger*'e karşı uçucu yağın etki şeklini belirlemek için yapılan taramalı elektron mikroskobu çalışmasında uçucu yağ uygulamasının konidioforların yok olmasına, hif çapının azalmasına, hif duvarının zayıflamasına ve tahrip olmasına neden olduğu belirtilmiştir (Sharma ve Tripathi, 2006).

Singh ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada, GC-MS analizinde *Foeniculum vulgare* (rezene) uçucu yağında % 70.1 ile trans-anathole bileşiği olduğunu tespit etmişlerdir. Rezene uçucu yağının fumigasyon denemelerinde *Aspergillus niger, A. flavus, Fusarium graminearum* ve *F. moniliforme*'ye karşı 6 ml/petri konsantrasyonda etmenlerin gelişimini tamamen engellediği görülmüştür.

Pawar ve Thaker (2006) defne, fesleğen,karanfil, gül, sardunya çiçeği, çin tarçını, yaprak tarçın, kabuk tarçın, bergamot gibi 75 farklı uçucu yağın *Aspergillus niger*'in hif gelişiminine ve spor oluşumuna etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada en etkili uçucu yağların 5µl/petri dozunda *Cinnamomum casia* (çin tarçını), *Cinnamomum zeylanicum* (kabuk tarçın), *Cinnamomum zeylanicum* (yaprak), *Syzygium aromaticum* (karanfil) ve *Cymbopogon citratus* (limon otu) olarak tespit etmişlerdir. Bu uçucu yağlarda en yüksek oranda bulunan bileşenler ise çin tarçını, kabuk tarçın ve yaprak tarçında cinnamaldehit (% 66.36, % 64.13, % 58.49), karanfilde öjenol (%47.64) ve limon otunda ise geranial (29.40) olarak tespit edilmiştir.

Rasooli ve ark. (2006) *Thymus eriocalyx* (kekik) ve *Thymus x- porlock* uçucu yağlarını *A. niger*'e karşı 125 ppm ve 250 ppm dozlarında uyguladıklarında inhibisyon zonlarını sırasyla 25 mm ve 8 mm olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca uçucu yağın hücre duvarına hücre membranına ve hücre organellerine geri dönüşümü olamayan tahripler oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Origanum vulgare (İzmir kekiği), *Thymus vulgaris* (kekik) ve *Syzygium aromaticum* (karanfil) uçucu yağlarının *Aspergillus niger* ve *A. flavus* etmenleri üzerine kontakt etkilerinin belirlendiği bir çalışmada 440 µl/L konsantrasyonunda tüm

uçucu yağların % 100 miselyal gelişimi tamamen engellediği tespit edilmiştir. *O. vulgare* antifungal etkinlik açısından en etkili uçucu yağ olarak belirlenirken bunu karanfil ve kekik uçucu yağlarının takip ettiği belirtilmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2007).

Cympopogon citratus L. (limon otu)'un uçucu yağının 25 – 500 ppm arasındaki dozları *Colletotrichum coccodes, Botrytis cinerea, Cladosporium herbarum, Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus niger* etmenlerine karşı antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağın 25 ppm'lik konsantrasyonu fungal spor oluşumunu % 70 engellediği, 500 ppm'lik konsantrasyonda ise spor oluşumunu tamamen yavaşlattığı belirlenmiştir. Ayrıca uçucu yağın *C. coccodes, B. cinerea, C. herbarum, R. stolonifer*'in spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu konsantrasyona bağlı olarak engellediği, *A. niger*'de ise 100 ppm'in üstünde spor çimlenmesini hızlandırdığı bulunmuştur (Tzortakis ve Costas, 2007).

Soylu ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, *Origanun syriacum* var. *bevanii* (kekik) ve *Foeniculum vulgare* (rezene) uçucu yağlarının *Sclerotinia sclerotium*'un hiflerinin morfolojik yapısına ve sklerotlarına etkisini fumigasyon ve kontakt yöntemlerle incelemişlerdir. Sonuç olarak misel gelişimi üzerine fumigasyon yönteminin kontakt yöntemden daha etkili olduğunu ve uçucu yağın patojen hifi ve sklerotları üzerinde önemli morfolojik değişimler meydana getirdiğini tespit etmişlerdir.

Szczerbanik ve ark. (2007) tarçın, çam ağacı, çay ağacı ve nane yağlarının ve bunların karışımlarının, 8 fungal patojenin gelişimi üzerine buhar fazının etkisi *in vitro* koşullarda araştırdıkları çalışmada, *B. cinerea, F. solani, Colletotrichum* sp., *Geotrichum candidum, Rhizopus oryzae, A. niger* ve *C. cladosporiodes'*un gelişimini engelleyen çay ağacı ve nane yağlarının, tarçın ve çam ağacı yağlarından daha etkili olduğu fakat *P. digitatum*'a karşı etkinliğinin ise daha düşük olduğu bulunmuştur.Ayrıca antifungal etkiye sahip olan nane ve çay ağacı yağlarının *A.niger*'in spor çimlenmesini engellediği, *R. oryzae, A. niger* ve *P. digitatum*'un sporlasyonunu azalttığınıda tespit etmişlerdir.

Feng ve Zheng (2007) *Alternaria alternata* etmenine karşı beş uçucu yağın (kekik, adaçayı, hindistan cevizi ve sinameki) engelleyici etkilerini kontakt yöntemle test ettikleri çalışmada sinameki ve kekik uçucu yağlarının *A. alternata*'ya karşı antifungal etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Sinameki yağının 300-500 ppm arasında

etmenin gelişimini tamamen engellediğini, kekiğin ise 500 ppm'de % 62 oranında engellediğini bulmuşlardır.

Yapılan bir çalışmada *Origanum acutidens* uçucu yağının ve üç bileşenin (karvakrol, thymol ve *p*-cymene) antifungal etkileri incelenmiş, *O. acutidens* uçucu yağının, karvakrol ve thymolun 17 fitopatojenik fungusun (*Alternaria solani, A.alternata, Botrytis* sp., *Fusarium acuminatum, F. culmorum, F. equiseti, F. nivale, F. oxysporum, F. sambucinum, F.semitectum, F. solani, Monilinia* sp., *Pythium ultimum, Rhizoctonia solani, Sclerotinia minor, Verticillium dahliae*) 25 mg/petri dozunda tüm fungusların miselyal gelişimini engellediği ve bunların antifungal etkilerinin yaygın olarak kullanılan bir fungisit olan benomylden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kordali ve ark., 2008).

Viuda-Martos ve ark. (2008) limon, mandarin, greyfurt ve portakal uçucu yağlarının %0.27, %0.47, %0.71 ve %0.94 konsantrasyonlarının *A. flavus, A. niger, Penicillium chrysogenum* ve *P. verrucosum* etmenlerine karşı antifungal etkilerini inceledikleri çalışmada, *A niger*'in misel gelişimine en etkili uçucu yağları sırasıyla portakal, limon, mandarin ve greyfurt olarak tespit etmişler ve % 0.94 konsantrasyonunda tüm uçucu yağların *A. niger*'in misel gelişimini tamamen engellediğini belirlemişlerdir. *A. flavus*'a en etkili uçucu yağlar sırasıyla mandarin, limon, greyfurt, ve portakal iken *Penicillium chrysogenum* ve *P. verrucosum* etmenlerine ise greyfurt, limon, portakal ve mandarin uçucu yağlarının en yüksek antifungal etkiyi gösterdikleri belirlenmiştir.

Lippia scaberrima uçucu yağının ve bazı terponoidlerinin hasat sonrası fungal çürüklük etmenleri olan *Botryosphaeria parva* ve *Colletotrichum gloeosporioides'in vitro* antifungal etkilerine bakıldığında iki izolatında 2 ve 4 gün uçucu yağa maruz kalmasıyla miselyal gelişimin engellendiği tespit edilmiştir. Uçucu yağda bulunan başlıca terponoitler ise limonene, *R*-(-) carvone ve 1.8-cineole ve *S*-(+)-carvone olarak belirlenmiş ve bu terponoitlerin antifungal etkinlikleri değerlendirildiğinde ise her iki carvone enantiomerinin en yüksek antifungal etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Regnier ve ark., 2008).

Zabka ve ark. (2009), *Fusarium oxysporum, F. verticillioides, Penicillium expansum, P. brevicompactum, Aspergillus flavus, A. fumigatus* etmenlerine karşı 25 tıbbi bitkinin uçucu yağlarının antifungal etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada minimum engelleme konsantrasyonu göz önüne alındığında en yüksek antifungal

aktiviteyi gösteren uçucu yağın *Pimenta dioica* (yenibahar) olduğu saptanmıştır. Bu uçucu yağa en hassas fungus türünün *F. oxysporum* (0.5 µl/ml) en dirençli türün ise *P. brevicompactum* (0.7 µl/ml) olduğu saptanmıştır. Uçucu yağın gösterdiği yüksek antifungal etki ise içerdiği eugenol ve methyl-eugenol bileşiklerine bağlanmaktadır.

Xing ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada tarçın uçucu yağının *Rhizopus nigricans, Aspergillus flavus* ve *Penicillium expansum* etmenlerine karşı *in vitro* etkilerini kontakt yöntemle test ettiklerinde minumum engelleme konsantrasyonlarını *R. nigricans* için % 0.64 v/v, *A. flavus* ve *P. expansum*için % 0.16 v/v olarak tespit etmişlerdir. Çalışmanın *in vivo* kısmında hünnap ve portakal meyvelerine tarçın uçucu yağının % 2 ve % 3 v/v konsantrasyonlarında etmenlerin gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir.

Bosquez-Molina ve ark. (2010*), Colletotrichum gloeosporioides* ve *Rhizopus stolonifer* etmenlerine karşı yeşil limon (Mexican lime) ve kekik (Thyme) uçucu yağlarını papaya meyvelerine daldırma yöntemiyle uygulamışlar, uçucu yağla muamele edilmeyen meyvelerde % 100 enfeksiyon görülürken uçucu yağ ile muamele edilen meyvelerde *C. gloeosporioides*'te %50'nin üzerinde,*R. stolonifer*' de ise % 40'ın üzerinde çürümelerin azaldığını tespit etmişlerdir.

Lopez-Reyes ve ark. (2010) elmada yaptıkları çalışmada, *Botrytis cinerea* ve *P. expansum* karşı, *Ocimum basilicum* (reyhan), *Foeniculum sativum* (rezene), *Lavandula officinalis* (lavanta), *Origanum majorana* (güvey otu), *Oreganum vulgare* (kekik), *Satureja montana* (zahter), *Mentha arvensis* (nane), *Rosmarinus officinalis* (biberiye), *Salvia officinalis* (adaçayı), *Tymus vulgaris* (kekik) uçucu yağları uygulandığında ve 4 ± 1°C'de depolandığında kekik (*Origanum vulgare*), zahter (*Satureja montana*) ve kekik (*Tymus vulgaris*) uçucu yağlarının % 1'lik emülsiyonlarının elmalarda yüksek antifungal etki gösterdiğini, uçucu yağların %10'luk emülsiyonlarının ise fitotoksik etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Carum capticum L. (ajowan), *F. vulgare* Mill. (rezene), *Carum carvi* L. (kimyon) uçucu yağlarının domateste hasat sonrası görülen *A. alternata* ve *P.digitatum* etmenlerine karşı *in vitro* ve *in vivo* antifungal etkilerinin belirlendiği çalışmada, ajowan uçucu yağının *A. alternata*' ya 200µl/L ve üzeri konsantrasyonlarında fungistatik etki, kimyon ve rezenenin ise daha az antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. *P. digitatum*'a ise ajowan uçucu yağının 400 µl/L ve üzeri,rezene uçucu yağının ise 300 µl/L ve üzeri konsantrasyonlarda fungal gelişimi baskıladığı

belirlenmiştir (Abdollahi ve ark., 2010).

Al-Reza ve ark. (2010), melisa (*Cestrum nocturnuum*) uçucu yağının bazı önemli fitopatojen funguslara uygulandığında 1000 ppm konsantrasyonunda *B. cinerea, Colletotrichum capsici, Fusarium. oxysporum, F. solani, Phytophthora capsici, Rhizoctonia solani, ve Sclerotinia sclerotiorum*'a antifungal etki gösterdiğini,etmenlerin misel gelişimlerini engelleme oranlarının %59.2 ile 80.6 arasında değiştiğini; minimum engelleme konsantrasyonun ise 62,5 ile 500 µg/ml arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca konsantrasyona bağlı olarak uçucu yağın tüm fungusların spor çimlenmesi üzerine önemli derecede etki ettiğini belirlemişlerdir. Seralarda biber bitkileri üzerinde yapılan *in vivo* çalışmalarda ise uçucu yağın % 82.4-100 oranında antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Matricaria chamomilla L. (papatya) çiçeğinin uçucu yağının *Aspergillus niger*'e karşı antifungal etkisinin belirlendiği bir çalışmada uçucu yağ konsantrasyonuna bağlı olarak en yüksek engelleme oranı %92.50 olarak tespit edilmiştir. Elektron mikroskobunda etmenin hifleri incelendiğinde stoplazmik membranda ve hücre organellerinde dejenerasyon ve ayrıca hücre duvarı ve plasma membranının birbirinden ayrılması ve stoplazmanın boşalması gibi değişimler tespit edilmiştir. Taramalı elektron mikroskobunda ise hif uçlarında şişkinleşmeler ve şekil bozuklukları, kısa dallanmalar ve tüm hiflerde daralmalar şeklinde değişimşler tespit edilmiştir (Tolouee ve ark. 2010).

Regnier ve Combrinck (2010a) kültür mantarında (*Agaricus bisporus*) ciddi kayıplara yol açan *Mycogene perniciosa* etmenine karşı 40 uçucu yağın antifungal etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, 10 farklı uçucu yağın 5 ile 40 µl/L konsantrasyonları arasında antifungal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. *Lippia citriodora* (yalancı melisa), *Cymbopogon citratus* (limon otu) ve *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağlarının büyük ölçüde antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. *In vivo* denemelerde ise kekik ve yalancı melisa uçucu yağlarının 40 µl/L konsantrasyonunda koruyucu ve tedavi edici etkisi olduğu belirlenmiştir.

Dere otu (*Anethum graveolens*) uçucu yağının kiraz domateste *A. flavus, A. oryzae, A. niger, Alternaria alternata*'nın neden olduğu çürümelere karşı etkilerinin belirlendiği çalışmada, *in vitro*'da minimum inhibisyon konsantrasyonu tüm etmenler için 2.0 µl/ml olarak belirlenmiştir. *In vivo* deneme ise yaralı domatesler üzerine uçucu yağın fumigasyon etkisi incelendiğinde 120 µl/L konsantrasyonda meyveler üzerindeki

çürümelerin *A. oryzae* ve *A flavus* etmenlerinde % 88.9, *A. niger*'de % 94.4 ve *A. alternata*'da % 83.3 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca elektron ve ışık mikroskobu incelemelerinde uçucu yağ uygulamasının *A. niger*'in hif morfolojisinde ve konidilerin uç kısmında dejeneratif değişimlere neden olduğu belirtilmiştir (Tian ve ark., 2011).

Tyagi ve Malik (2011b) *Mentha piperita* (nane) uçucu yağının *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Mucor* spp. ve *Fusarium oxysporum* etmenlerine karşı değme etkilerini araştırdıkları çalışmada, uçucu yağın minimum engelleme oranlarının 1.13 ile 2.25 mg/ml dozları arasında, fungisidal etkinin ise 2.25 ile 4.5mg/ml konsantrasyonları arasında görüldüğünü tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Bu araştırmada test edilen uçucu yağ bitkilerinden okaliptus İzmir ilinden temin edilmiştir. Diğer bitkiler ise Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilmiş ve uçucu yağ analizleri de Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Uçucu yağları test edilen bitki materyalleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede uçucu yağı kullanılan bitkiler

Adı	Botanik adı	Familya	Kullanılan Kısım
Adaçayı	*Salvia officinalis*	Lamiaceae	Yaprak ve sap
Biberiye	*Rosmarinus officinalis*	Lamiaceae	Yaprak ve sap
Kekik	*Origanum vulgare*	Lamiaceae	Yaprak ve sap
Okaliptus	*Eucalyptus* sp.	Myrtaaceae	Yaprak
Rezene	*Foeniculum vulgare*	Apiaeceae	Tohum

3.1.2. Meyve materyali

In vivo denemelerinde Golden Delicious (*Malus domestica*) elma çeşidi kullanılmıştır. Elmalar Konya sebze halinden temin edilmiştir. Kullanılan elma örneklerinin mümkün olduğunca homojen olmasına, üzerinde herhangi bir yaralanma ve çürüme olmamasına ve kimyasal maddeyle muamele edilmemiş olmasına dikkat edilmiştir. *In vivo* denemelerinde kullanılan elma örnekleri Şekil 1'de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. *In vivo* denemelerinde kullanılan elma örnekleri

3.1.3. Fungal mikroorganizmalar

Çalışmada kullanılan fitopatojen fungal mikroorganizmalar 2010-2011 yıllarında değişik kaynaklardan temin edilmiştir. Bu fungal mikroorganizma türlerinin orijinleri ve taksonomik ilgilerine göre gösterilişleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan fungal mikroorganizmalar ve temin edildiği kaynaklar

Fungus	Temin edildiği kaynak
Aspergillus niger van Tieghem	Erciyes Üni. Gıda Müh.
Alternaria mali Roberts	Meyvecilik Araştırma İstasyonu, Eğirdir
Botrytis cinerea Pers	Selçuk. Üni. Zir Fak. Bitki Koruma Böl.
Colletotrichum gloeosporioides (Penzig) Penzig & Saccardo	Alman mikrorg.ve hücre kült. Leibniz Enst.
Monilinia fructigena (Aderhold & Ruhland) Honey	Selçuk. Üni. Zir. Fak. Bitki Koruma Böl.
Penicillum expansum Link	Selçuk. Üni. Zir. Fak. Bitki Koruma Böl.
Rhizopus stolonifer (Ehrenberg : Fries) Lind	Selçuk. Üni. Zir. Fak. Bitki Koruma Böl.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan fungal izolatların fungus sistematiğindeki yerleri (Anonymous, 2012)

Alem	Şube	Sınıf	Takım	Familya	Cins	Tür
Fungi	Ascomycota	Discomycetes	Helotiales	Sclerotiniaceae	*Botrytis*	*Botrytis cinerea* Pers
Fungi	Zygomycota	Zygomycetes	Mucorales	Mucoraceae	*Rhizopus*	*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill.
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Sclerotiniacae	*Monilinia*	*Monilinia fructigena* Honey
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	*Aspergillus*	*Aspergillus niger* van Tieghem
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	*Penicillium*	*Penicillium expansum* Link
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Glomerellales	Glomerellaceae	*Colletotrichum*	*Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig & Saccardo
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Pleosporales	Pleosporaceae	*Alternaria*	*Alternaria mali* Roberts

3.1.4. Kültür ortamı

Fungal mikroorganizmaların saflaştırılıp çoğaltılmasında ve antifungal etkinin belirlenmesinde fungal organizmalar için kullanılan standart bir besiyeri olan Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitkilerin toplanması, kurutulması ve muhafazası

Antifungal etkileri test edilen uçucu yağların ekstrakte edildiği bitki materyalleri, yaz dönemlerinde daha yoğun miktarda uçucu yağ içermeleri nedeniyle

2010 yılı Haziran ve Eylül ayları arasında toplanmıştır. Toplanan bitkiler gölgede, havadar bir yerde sık sık karıştırılarak kurutulmuş ve bu koşullar altında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Fungal mikroorganizmaların izolasyonu ve muhafaza edilmesi

Çizelge 3.2'de Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü koleksiyonlarından temin edilen funguslar çalışmamızın başında değişik hastalıklı bitki materyallerinden izole edilmiştir. Bu izolasyon için hastalıklı meyve dokusundan 0.5-1 cm uzunluğunda kesilip alınan parçalar %1'lik Sodyum Hipoklorit solüsyonunda yüzeysel olarak 1-2 dakika sterilize edilip üç defa steril destile sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıdı arasında kurulanıp PDA + Streptomycine sülfat (50mg/l) besiyerine ekilmişlerdir. Her petriye 3-4 hastalıklı doku parçası ekilmiştir ve her örnekten üç petriye ekim yapılmıştır. Bu petriler 22-25°C'de inkübe edilerek ikinci günden itibaren izlenmeye başlanmıştır (Maqbool ve ark; 2011). Gelişen koloniler taze besiyeri içeren petrilere aktarılarak saf kültürleri elde edilmiştir. Daha sonra eğik agara alınan tüm funguslar mikroskobik ve makroskobik olarak incelenip cins ve tür seviyesinde tanımlanmıştır(Barnett ve Hunter, 1972; Domsch ve ark., 1980).

3.2.3. Uçuçu yağların hazırlanması

3.2.3.1. Uçucu yağ distilasyonu ve analizi

Kekik, adaçayı, okaliptus, rezene ve biberiye bitkilerinden uçucu yağ elde etmek için; bu bitkilere ait kuru herba örneklerinden (okaliptus yaprakları) 100 gram alınmış ve 3 saat süre ile su distilasyonuna tabi tutularak uçucu yağ elde edilmiştir. Uçucu yağların ekstraksiyonunda Clevenger tipi uçucu yağ düzeneği kullanılmış olup, bu düzenek teki taksimatlı kısımdan volumetrik olarak (ml/100 g) uçucu yağ oranı tayini edilmiştir. Netice itibariyle bu bitkilerden elde edilen uçucu yağ verimleri % 2.8 (*Origanum vulgare*), % 1.6 (*Salvia officinalis*), %1.8 (*Eucalyptus* sp.), %1.2 (*Foeniculum vulgare*) ve % 0.7 (*Rosmarinus officinalis*) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar,bileşen analizleri yapılıncaya kadar - 20^0C de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Uçucu yağ kompozisyonunun belirlenmesi

Uçucu yağların bileşen analizleri gaz kromatografisi cihazı (GC-MS)

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ analizleri, aşağıdaki cihaz konfigürasyonu kullanılarak belirtilen koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

Cihaz: Agilent 5973 network mass selektif detektörlü Agilent 6890N marka Network GC sistemi (GC-MS)

Kolon: Agilent 19091N-136 (HP Innowax Capillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 μm)

Taşıyıcı Gaz: Helyum

Akış Hızı: 1.2 ml/min

Enjeksiyon Hacmi: 1 μl

Split Oranı: 50:1

Enjektör Sıcaklığı:250°C

Sıcaklık Programı:

Sıcaklık	Artış Oranı	Tutulma Zamanı	Total Zaman
60 ºC	-----	10	10
220 ºC	4	10	60
240 ºC	1	---	80

Tarama Aralığı (*m/z*): 35-450 atomic mass units (AMU)

İyonlaştırma: Elektron bombardımanı (EI - 70 eV)

Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisi Wiley ve Nist Mass Spektral kütüphanesinin verileri esas alınarak yapılmıştır.

3.2.5. Uçucu yağların antifungal etkilerinin saptanması

Uçucu yağların antifungal etkileri *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında belirlenmiştir. *In vitro* denemeler kontakt (agar dilüsyon) ve fumigasyon (agar difüzyon) uygulama testleri ile gerçekleştirilmiştir. *In vivo* koşullar altında test edilen meyve örnekleri herhangi bir kimyasal kalıntı ve berelenme içermeyen elmalardan seçilmiştir.

3.2.5.1. *In vitro* denemeleri

3.2.5.1.1. Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının fungusların misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi

Erlenmayerler içerisinde hazırlanan PDA ortamı 121°C'de 20 dakika steril edilmiş ve su banyosunda 40°C'ye kadar soğutulduktan sonra uçucu yağlar 0,100,200,300,400, 500 μl/L konsantrasyonlarında olacak şekilde ilave edilerek steril

petrilere her birine 15 ml gelecek şekilde dökülmüştür. Diğer taraftan, önceden PDA ortamında geliştirilmiş 7-10 günlük fungal kültürler, mantar delici ile alınarak uçucu yağ + PDA içeren petri kablarının ortasına yerleştirilmiştir (Soliman ve Badeaa, 2002). Daha sonra petri kapakları sıkıca parafimlendikten sonra 27 °C'de inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyonun 3., 4., 5. ve 6. günlerinde petrilerde gelişen fungusların koloni çapları dijital kumpas kullanılarak birbirine dik yönlerde ölçülmüştür. Denemeler üç tekerrürlü ve her tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür.

3.2.5.1.2. Bitki uçucu yağlarının fumigasyon uygulamasının fungusların misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi

Fumigasyon uygulamasıyla antifungal etkinin belirlenmesi için disk difüzyon metodu uygulanmıştır (Boyraz ve Özcan, 1997). Otoklavda 121 °C'de, 1,1 atmosfer basınçta 15 dk steril edilen besi ortamları 15'er ml steril petri kaplarına dökülmüştür. PDA ortamında geliştirilen 7-10 günlük fungal kültürlerden mantar delici ile alınan fungal diskler petrilerin ortasına yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan petrilerin üst kapaklarına steril kültür antibiyogram disk kağıtları yerleştirilmiştir.

Uçucu yağlar 1µl/petri, 3µ/petri, 5 µ/petri, 7 µ/petri, 9 µ/petri dozlarında otomotik pipetlerle disk kağıtlarına uygulanmıştır. Kontrol olarak hazırlanan petrilerin kapaklarındaki kültür antibiyogram disk kağıtlarına ise aynı oranda steril destile su verilmiştir. Petri kapakları sıkıca parafilmlendikten sonra ters çevrilerek 6 gün boyunca 27 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Feng ve ark., 2011). Petrilerde gelişen fungusların koloni çapları 3., 4., 5. ve 6. günlerde dijital kumpas kullanılarak birbirine dik ayrı yönde ölçülerek yapılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü ve her tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür.

3.2.5.2. *In vivo* denemeleri

3.2.5.2.1. Uçucu yağ süspansiyonunun hazırlanması

Çalışmada meyve üzerine uygulanacak olan okaliptus ve kekik uçucu yağlarının % 10'luk (%10 uçucu yağ, %88 steril su ve %2 Tween 20) emülsiyonları hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan emülsiyon konsantrasyonları %10'luk emülsiyon üzerinden %1, %3 ve %5 konsantrasyonları hazırlanmıştır (Lopez-Reyes ve ark., 2010).

3.2.5.2.2. Fungal inokulumun hazırlanması

In vivo denemelerde elmalar üzerine inokule edilecek olan *B. cinerea, C. gloeosporioides ve P. expansum* etmenleri PDA ortamında geliştirilerk 10 gün 27 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen fungus kültürleri üzerine 10 ml steril destile su ilave edilerek spor süspansiyonu elde edilmiştir. Son konsantrasyon (10^5 spor/ml) olacak şekilde thoma lamında sayılarak belirlenmiştir (Amiri ve ark., 2008).

3.2.5.2.3. Bitki uçucu yağlarının *in vivo* etkilerinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılan elmalar %1'lik sodyum hipoklorid çözeltisinde 2 dk bekletildikten sonra çeşme suyunda durulanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan elmalar oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra elmalar ekvatoral bölgelerden 3mm çapında ve 3 mm derinliğinde steril bir neşterle yaralanmıştır (Lopez-Reyes ve ark., 2010). Açılan yaralara 10 µl patojen süspansiyonu (10^5 spor/ml) mikropipetle damlatılmıştır. İnokule edilen elmalar patojenin gelişmesi için 12 saat süreyle oda sıcaklığında bırakılmıştır. Daha sonra hazırlanan uçucu yağ emülsiyonları %1, %3 ve %5 konsantrasyonlarında yaralara damlatılarak 23 C°'de % 75 nemde 6 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu inkübasyon süresi sonunda elmalarda fungal etmenlerin oluştuduğu çürüklük çapları birbirine dik ayrı yönde, dijital kumpas ile ölçülerek yapılmıştır. Deneme iki tekerrürlü ve her tekerrürde yirmi paralel olacak şekilde yürütülmüştür.

3.2.6. Fungal koloni çaplarının engelleme oranlarının belirlenmesi

27 °C inkübasyona bırakılan fungusların koloni çapları, inkübasyonun 3. gününden itibaren 4 gün boyunca ölçülmüştür. Koloni çapının ölçümü fungus koloni çapının birbirine dik ayrı yönde ölçülmesi şeklinde yapılmıştır. Kontrollere göre bitki uçucu yağlarının % engelleme oranları;

$$\% E = \frac{K-M}{K} \times 100$$

formülüne göre hesaplanmıştır (Deans ve Soboda, 1990). Burada;

E= Engelleme oranı (%)

K=Kontrol petrisindeki koloni çapı (mm)

M= Muameleli petrideki koloni çapı (mm)

Uçucu yağların kontakt ve fumigasyon uygulamalarının fungisidal ve fungistatik

etkilerini belirlemek için misel gelişimi göstermeyen fungus diskleri uçucu yağlardan ari steril PDA ortamlarına alınıp 1 hafta süreyle gözlenmiştir. Bu süre sonunda herhangi fungal gelişim gözlenmemişse, etki fungisidal, gelişim gözlenmişse fungistatik etki olarak kaydedilmiştir.

3.2.7. İstatistiksel analizler

Araştırma sonrasında elde edilen veriler, deneme desenlerine uygun olarak varyans analizlerine tabi tutulmuşlardır. Denemeler, *in vitro* ve *in vivo* analizler olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Hem *in vitro* hem de *in vivo* analizlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizinde, herbir fungus türü kendi içerisinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu bağlamda, *in vitro* analizlerden elde edilen veriler, 3 faktörlü (uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi ve uçucu yağ konsantrasyonu) tam şansa bağlı tesadüf parselleri varyans analizine tabi tutulmuştur. *In vivo* analizlerden elde edilen veriler ise, 2 faktörlü (uçucu yağ çeşidi, ve uçucu yağ konsantrasyonu) tam şansa bağlı tesadüf blokları varyans analizine tabi tutulmuştur.Varyans analizleri JMP (release 6.0.0) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki önem dereceleri ise aynı paket program kullanılarak, Student's *t* karşılaştırma testi ile tespit edilen ortalamalar arasındaki asgari önemdeki farklara (AÖF) göre belirlenmiştir (Steel ve Torrie 1980).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Uçucu Yağların Kimyasal Kompozisyonu

Denemede ana materyal olarak kullanılan uçucu yağ bitkilerinden ekstrakte edilen uçucu yağların GC-MS cihazıyla tespit edilen bileşenleri Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağının GC analiz sonuçları

No	RT*	Bileşen	Miktar (%)
1	10.592	α-Pinene	13.35
2	12.436	Camphene	8.34
3	14.194	β-Pinene	3.90
4	14.667	Sabinene	0.06
5	14.885	Verbene	0.15
6	15.939	Delta.3-carene	0.05
7	16.738	α-phellandrene	5.37
8	17.444	α-terpinene	0.74
9	18.539	Limonene	3.95
10	19.061	1.8-cineol	17.95
11	19.893	β-ocimene	0.11
12	20.459	γ-terpinene	0.96
13	20.887	3-octanone	1.70
14	21.595	Cymene	1.19
15	22.048	α-terpinolene	0.68
16	26.225	3-octanol	0.26
17	28.309	1-octen-3-ol	0.33
18	28.944	sabinene hydrate	0.28
19	31.402	Camphor	26.25
20	31.637	Linalool	1.22
21	31.771	4-Thujanol	0.18
22	32.048	Pinocamphone	0.20
23	32.758	Pinocarvone	0.12
24	33.049	Bornyl acetate	3.09
25	33.603	caryophyllene	1.34
26	34.278	p-menth-2-en-1-ol	0.09
27	35.676	Delta-terpineol	0.18
28	35.756	α-humulene	0.08
29	36.502	α-terpineol	1.67
30	36.734	Borneol	3.65
31	37.099	Verbenone	1.67
32	37.581	Piperitone	0.07
33	37.754	trans-piperitol	0.07
34	38.142	Delta-candinene	0.03
35	38.758	octa-2.4.6-triene	0.03
36	39.186	Myrtenol	0.07
37	39.583	Sabinol	0.03
38	44.466	caryophyllene oxide	0.07
39	49.362	Farnesol	0.05
40	49.690	Carvacrol	0.43
		Toplam	100

*RT: Retention time (alıkonma süresi)

Elde edilen sonuçlara göre Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere biberiye uçucu yağında % 26.25 oranıyla camphor birinci sırayı alırken bunu sırasıyla % 17.95 oranıyla 1.8- cineol ve %13.35 ile α- pinene takip etmektedir.

Çizelge 4.2. Adaçayı (*Salvia officinalis*)) uçucu yağının GC analiz sonuçları

No	RT*	Bileşen	Miktar (%)
1	6.934	Salvene	0.16
2	8.824	α-Pinene	4.21
3	10.537	Camphene	2.71
4	12.088	β-Pinene	6.87
5	12.568	α-Phellandrene	0.14
6	13.325	β-Myrcene	0.64
7	13.854	β-phellandrene	0.04
8	14.584	α-terpinene	0.18
9	16.067	Limonene	1.72
10	16.698	γ-terpinene	0.42
11	16.980	β-ocimene	0.11
12	17.756	1.8-cineol	13.40
13	17.883	Terpinolene	0.23
14	18.396	ortho-cymene	0.17
15	19.768	3-Hexen-1-ol	0.02
16	21.859	3-octanol	0.14
17	22.678	1-octen-3-ol	0.10
18	24.506	Linalool oxide	0.03
19	25.152	α-cubebene	0.08
20	25.319	Trans sabinene hydrate	0.23
21	26.140	Ylangene	0.04
22	26.455	Copaene	0.13
23	26.552	1.6-octadien-3-ol.3.7-dienethyl	0.40
24	27.046	α-thujone	14.95
25	27.470	β-thujone	4.72
26	27.717	2.4-heptadienal	0.03
27	27.873	cis sabinene hydrate	0.20
28	28.767	Bergamotene	0.02
29	29.060	germacrene D	0.05
30	29.285	4-terpineol	0.34
31	29.490	1-terpineol	0.05
32	29.697	trans-pinocamphene	0.27
33	30.002	neo-3-thujanol	0.18
34	30.230	Camphor	8.84
35	30.505	Caryophyllene	5.92
36	30.599	Sabinol	0.14
37	30.996	allo-aromadendrene	0.13
38	31.078	α-terpineol	0.25
39	31.477	γ-muurolene	0.81
40	31.827	Borneol	8.44
41	32.344	β-selinene	5.55
42	32.698	delta cadinene	0.42
43	32.839	Eudesma-4(14). 11-diene	0.03
44	33.133	Myrtenol	0.14
45	33.589	cadina-1.4-diene	0.11
46	33.982	trans-carveol	0.05
47	35.553	1S. cis-calamene	0.04
48	37.138	Calacorene	0.03
49	37.323	benzyl-iso-valerate	0.05
50	37.519	Cubebol	0.05
51	41.422	Viridiflorol	9.44
52	42.012	caryophyllene oxide	0.35
53	42.299	α-bisebolene	0.11
54	42.570	isopimara-9(11).15-diene	0.13
55	42.840	tau-muurolol	0.02
56	43.024	o-menth-8-ene	0.51
57	43.795	α-cadinol	0.09
58	45.231	α-bisebolene epoxide	0.13
59	45.663	Thunbergol	0.06
60	52.371	Manool	5.02
61	53.153	Longifolen	0.22
		Toplam	100

*RT: Retention time (alıkonma süresi)

Çizelge 4.2 incelendiğinde adaçayında en fazla bulunan uçucu yağ bileşenlerinin oranları ise % 14.95 α- thujone, % 13.4 1.8- cineol, % 9.44 viridiflorol, % 8.84 comphor ve % 8.44 borneol olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Rezene (*Foeniculum vulgare*) uçucu yağının GC analiz sonuçları

No	RT*	Bileşen	Miktar (%)
1	10.30	α-Pinene	0.57
2	14.00	β-Phellandrene	0.05
3	14.61	Sabinene	0.23
4	16.56	Myrcene	0.10
5	16.66	α-Phellandrene	0.04
6	18.29	Limonene	8.03
7	18.60	1.8-Cineole	0.34
8	18.67	γ-Terpinene	0.04
9	19.81	(*Z*)-β-Ocimene	0.45
10	20.33	Tricyclene	0.10
11	20.56	3-methyl-brendene	0.04
12	21.46	Ortho Cymene	0.26
13	21.63	Isoamyl-2-methyl-butyrate	0.03
14	21.95	α-Terpinolene	0.03
15	22.36	Isopentyl iso pentanoate	0.03
16	26.62	Fenchone	1.96
17	28.35	Cis-Limonene oxide	0.03
18	28.79	Trans-Limonene oxide	0.09
19	29.96	Fencyl acetate	0.21
20	30.93	Camphor	0.06
21	34.22	P-Mentha-1.5-dien-8-ol	0.05
22	35.50	Cis-p-mentha-2.8-Dien-1-ol	0.09
23	35.70	Estragole	5.18
24	36.02	1.8-Menthadien-4-ol	0.03
25	36.29	α-Terpineol	0.04
26	36.91	Germacrene D	0.05
27	37.64	Carvone	0.15
28	38.19	Cis Anethole	0.11
29	40.36	Trans Anethole	80.73
30	45.49	Para Anisaldehyde	0.88
		Toplam	99.99

*RT: Retention time (alıkonma süresi)

Rezene uçucu yağında ise en yüksek oranda bulunan bileşenler sırasıyla % 80.73 trans anetol, % 8.03 limonen ve % 5.18 estragol bileşenleridir (Çizelge 4.3). Okaliptus uçucu yağında ise % 24.9 oranında cymene, %12. spathulerol ve % 8.64 oranında Cryptone bileşenleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Okaliptus (*Eucalyptus* sp.) uçucu yağının GC analiz sonuçları

No	RT*	Bileşen	Miktar (%)
1	10.30	α-Pinene	1.27
2	10.45	α-Thujene	1.13
3	13.99	β-Pinene	0.12
4	14.63	Sabinene	0.39
5	15.08	Trans sabinyl acetate	0.23
6	16.59	Myrcene	0.93
7	16.70	α-Phellandrene	3.90
8	17.35	α-terpinene	0.70
9	18.25	Limonene	1.92
10	18.72	Eucalyptol	1.73
11	18.81	β-Phellandrene	5.25
12	20.36	ɣ-terpinene	2.46
13	21.59	Cymene	24.90
14	21.95	Terpinolene	0.56
15	28.22	Thujone	0.14
16	29.09	Isoledene	0.12
17	31.27	α-gurjunene	0.25
18	31.46	Linalool	0.22
19	32.15	Cis-para menth-2-en-1-ol	0.85
20	33.15	β-elemene	0.11
21	33.50	Terpinen-4-ol	4.46
22	33.66	β-gurjunene	0.22
23	34.19	Aromadendrene	4.80
24	35.05	Transpara menth-2-en-1-ol	0.82
25	35.78	Piperitol	0.19
26	35.92	Cryptone	8.64
27	36.27	α-terpineol	0.22
28	36.46	Viridiflorene	0.38
29	36.87	Dideohydrocycloısolongifolence	0.95
30	37.35	p-menth-1-en-7-ol	2.69
31	37.48	Piperiton	0.65
32	37.61	Bicyclogermacrene	1.12
33	39.03	cumin aldehyde	2.05
34	39.27	Nepthalene	0.07
35	39.35	p-mentha-1.3-dien-7-ol	0.16
36	39.46	Sabinol	0.41
37	40.52	para-cymen-8-ol	0.75
38	42.63	İsopiperitone	0.08
39	43.72	p-mentha-1.5-dien-7-ol	0.33
40	44.44	Farnesene	0.18
41	44.63	3-oxo-para-menth-1-en-7-ol	0.13
42	44.90	β-gurjunene	0.15
43	45.44	Ledol	0.50
44	46.49	Veridiflorol	1.05
45	46.69	10s.11s.-himachala-3(12).4-diene	0.61
46	47.65	Spathulerol	12.40
47	48.14	valerenyl acetate	1.13
48	49.50	Carvacrol	1.13
49	52.30	Zerumbone	4.56
		Toplam	99.99

*RT: Retention time (alıkonma süresi)

Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere kekik uçucu yağında en yüksek miktarda tespit edilen uçucu yağ bileşeni % 81.25oranı ile karvakrol iken bunu sırasıyla % 6.03 ve % 2.81 oranları *γ*-terpinen ve ile ortho-cymene bileşenleri takip etmektedir.

Çizelge 4.5. Kekik (*Origanum vulgare*) uçucu yağının GC analiz sonuçları

No	RT*	Bileşen	Miktar (%)
1	10.36	α-Pinene	0.37
2	10.54	α-Thujene	0.72
3	12.19	Camphene	0.13
4	12.98	Caproaldehyde	0.02
5	14.05	β-Pinene	0.10
6	14.66	Sabinene	0.05
7	15.16	Sabinyl acetate	0.02
8	15.94	Tricyclene	0.06
9	16.22	3-Heptanone	0.01
10	16.69	β-myrcene	1.33
11	16.78	α-Phellandrene	0.10
12	16.93	Pseudolimonene	0.001
13	17.45	Delta-2-Carene	0.87
14	18.27	Limonene	0.14
15	18.72	β-Phellandrene	0.16
16	19.30	2E-Hexanal	0.20
17	20.61	γ-Terpinene	6.03
18	20.66	β-Ocimene	0.05
19	20.80	3-Octanone	0.11
20	21.65	Ortho-Cymene	2.81
21	22.02	Terpinolene	0.05
22	26.37	3-Octanol	0.07
23	28.36	1-Octen-3-ol	0.26
24	28.88	Cis Sabinene Hydrate	0.68
25	31.54	Linalool	0.10
26	31.72	Trans Sabinene Hydrate	0.18
27	32.89	Bornyl Acetate	0.08
28	33.60	Caryophyllene	2.20
29	33.90	Cis Dihydro Carvone	0.01
30	34.74	Trans Dihydro Carvone	0.08
31	35.75	α-Humulene	0.09
32	36.33	α-Terpineol	0.16
33	36.86	Borneoll	0.41
34	37.19	β-Bisabolone	0.22
35	37.67	Bicyclogermacrene	0.13
36	38.03	Carvone	0.09
37	38.97	Methyl Salicylate	0.004
38	39.56	Cis-Epoxy-Ocimene	0.05
39	40.62	Para-Cymen-8-ol	0.03
40	41.46	Carvacrol Acetate	0.06
41	41.73	2.5-dimethyl-3 vinyl-hexa-1.4-diene	0.04
42	42.91	Ortho-Isopropylphenetole	0.03
43	43.31	Z-Jasmone	0.01
44	43.55	7-amino-3-methylpyrimido(4.5) pyridozin-5(6H)-	0.01
45	43.74	(E)-Jasmone	0.02
46	45.01	Caryophyllene oxide	0.08
47	46.48	1.10-Di-Epi-Cubenol	0.02
48	47.36	Cumin Alcohol	0.02
49	48.06	Spathulenol	0.04
50	48.89	Thymol	0.24
51	49.89	Carvacrol	81.25
52	52.37	Pyrazine.2.3-diethyl-5methyl	0.01
53	56.65	Heneicosone	0.01
		Toplam	99.9

*RT: Retention time (alıkonma süresi)

4.2. *In vitro* Deneme Sonuçları

In vitro denemelerde değişik bitki uçucu yağlarının antifungal etkileri iki farklı yöntemle test edilmiştir. Bunlardan ilki uçucu yağların patojenler üzerine temas esasına dayalı kontakt (agar dilüsyon), diğeri ise uçucu yağların buhar etkisine maruz kalma esasınadayalı fumigasyon (disk difizyon) uygulama yöntemidir.

4.2.1. *In vitro* koşullarda değişik bitki uçucu yağ kontakt uygulamalarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı etkileri

4.2.1.1. *In vitro'da Rhizopus stolonifer'e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi*

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Rhizopus stolonifer*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Kontakt uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	972000	243000	**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	-	-	**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	48600	9720	**
A×*B*	12	-	-	**
A×*C*	20	194400	9720	**
B×*C*	15	-	-	**
A×*B*×*C*	60	-	-	**
Hata	960	-	-	
Genel	1079	1215000		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.7. Kontakt uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Rezene	216	90.00^{A}
	Adaçayı	216	90.00^{A}
	Biberiye	216	90.00^{A}
	Okaliptus	216	90.00^{A}
	Kekik	216	15.00^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.7'de fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu, okaliptus, biberiye, adaçayı ve rezene uçucu yağlarının daha düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağ çeşitleri olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağların antifungal etkileri üzerine yapılan pek çok çalışmada kekik türlerinin uçucu yağının çeşitli dozlarının *Rhizopus stolonifer, Penicillium digitatum, Botrytis cinerea, Monilinia fructicola, Alternaria alternata, Aspergillus niger* gibi etmenlere karşı oldukça yüksek antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Köse, 2007; Abdollahi ve ark.,2011; Lazer-Baker ve ark.,2011; Bosquez - Molina ve ark., 2010; Pawar ve Thaker, 2006).

Nitekim yapılan mevcut çalışmada da kekik uçucu yağının oldukça yüksek antifungal etkisinin olduğu saptanmıştır. Kekik uçucu yağında en fazla bulunan bileşikler karvakrol (% 81.25), γ-terpinene (% 6.03) ve ortho-cymene (% 2.81)'dir (Çizelge 4.5). Yapılan çalışmada kekik uçucu yağının 100 µl/L'lik konsantrasyonunda bile fungusların misel gelişimini inhibe ettiği görülmüştür. Kekik uçucu yağının bu etkisi, içerdiği yüksek miktardaki karvakrolden kaynaklandığı düşünülmektedir (Daferera ve ark., 2003).

Tyagi ve Malik (2011a) yaptıkları çalışmada, *Eucalyptus globulus* uçucu yağının sadece *Aspergillus niger, A. flavus, Rhizopus nigricans, Fusarium oxysporum, Penicillium digitatum* ve *Mucor* spp. funguslarına karşı değil, aynı zamanda bazı bakterilere (*Pseudomonas aeruginosa, P. fluorescens, Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*) ve mayalara (*Candida albicans* ve *Sacchromyces cerevisiae*) karşı da etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Bu etkiyi ise içerdiği çeşitli uçucu yağ bileşenlerine (1,8-cineol, % 34,6; limonene, %29.9; *p*-cymene, % 10,5; *γ*-terpinene, %7,4; *α*-pinene, % 4.0 ve α-phelendrene, %2,4) atfetmişlerdir. Mevcut araştırmada ise okaliptus uçucu yağının ise kekikten sonra en etkili uçucu yağ olduğu belirlenmiş ve içerdiği uçucu yağ bileşenlerinin Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi % 24.9 cymene, % 12.4 spathulerol, %8,6 cryptone, % 5.25 *β*-phellandrene, % 4.8 aromadendrene, %4.56 zerumbone ve % 4.46 terpinen-4-ol bileşenleri olduğu tespit edilmiştir. Her iki çalışmayıda kıyasladığımızda okaliptus uçucu yağlarının bileşenlerinin birbirinden farklı olduklarını görülmektedir. Şahin ve ark. (2004), aynı bitki türünün uçucu yağ komposizyonları arasındaki farklılıkların, uçucu yağların komposizyon çeşitliliğinden;

türler arasındaki farklılıların ise alt tür farklılıklarından ve daha da önemlisi iklim ve çevre şartlarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bitkilerin uçucu yağ içermeleri veya buna benzer sekonder metabolizma ürünleri sentezlemeleri aynı türler içerisinde bile farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılık iklimle yakından ilişkilidir. Genel iklim koşullarında meydana gelen ekstrem değişiklikler bu ürünlerin miktarında da degişikliklere neden olmaktadır (Box ve ark., 1982). Bununla birlikte toplama periyodu, dehidrasyon prosedürü, depolama sartları ve izolasyon metotları gibi parametrelerin bazıları da uçucu yağların varlığını ve miktarını; dolayısıyla gösterdikleri antimikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir (Magiatis ve ark., 2002).

İnkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, fungal koloni çaplarında inkübasyon süresine bağlı olarak herhangi bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8). Her ne kadar inkübasyon süresine bağlı olarak fungal koloni çapının artması beklenen bir sonuç olsa da, bu sonuçlardan *R. stolonifer* türüne ait koloni çap değerlerinin çok kısa bir sürede arttığı ve kekik hariç diğer ıuuçucu yağların ise fungal misel gelişimi üzerinde pek etki göstermediği kanatine varılabilir.

Çizelge 4.8. Kontakt uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	75.00^{A}
	5. gün	270	75.00^{A}
	4. gün	270	75.00^{A}
	3. gün	270	75.00^{A}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Uçucu yağ konsantrasyonunun fungal koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, *R. stolonifer*'in uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça gösterdiği direncin bir miktar azaldığı ancak 100 µl/L uçucu yağ konsantrasyonundan sonra gösterdiği dirençte herhangi bir azalma olmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.9). Elde edilen sonuçlara göre en etkili konsantrasyon artışının fungal koloni çapı değerleri üzerine çok fazla etkili olmadığı tespit edilmiş ve konsantrasyon arttıkça da uçucu yağların antifungal etkilerinin artmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Kontakt uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

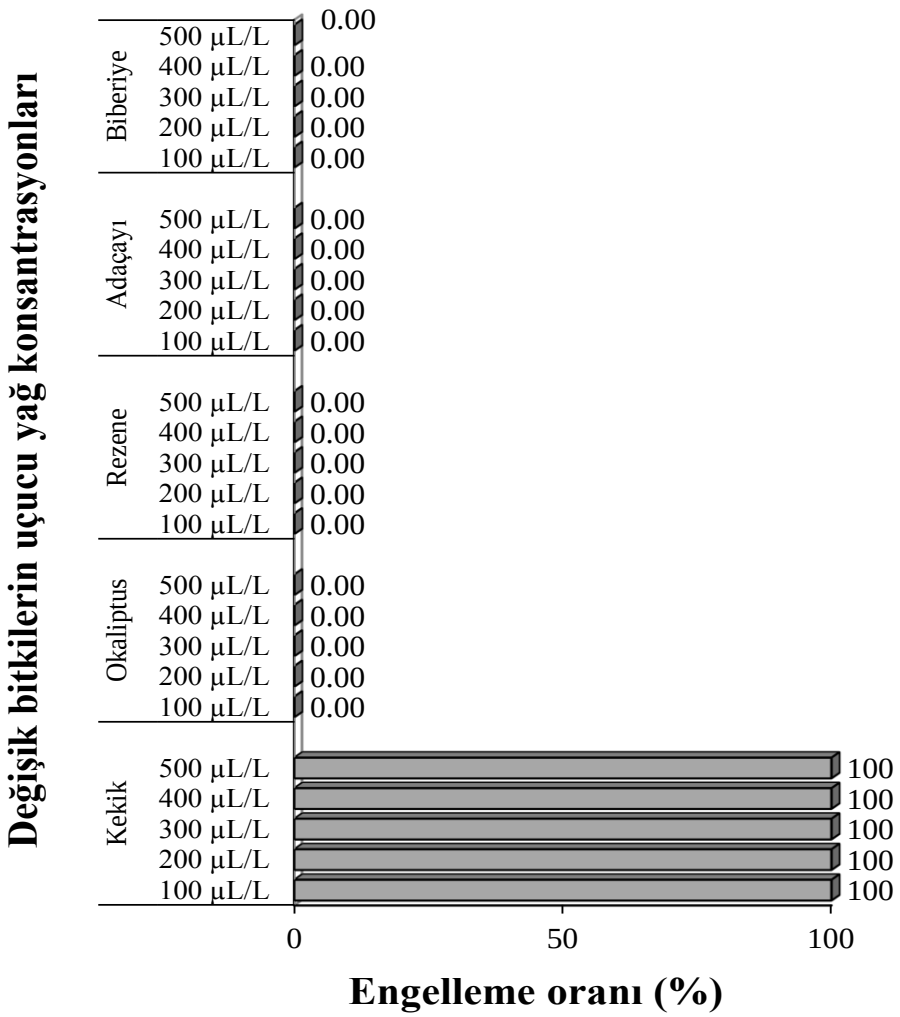
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	90.00^{A}
	100 µl/L	180	72.00^{B}
	200 µl/L	180	72.00^{B}
	300 µl/L	180	72.00^{B}
	400 µl/L	180	72.00^{B}
	500 µl/L	180	72.00^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

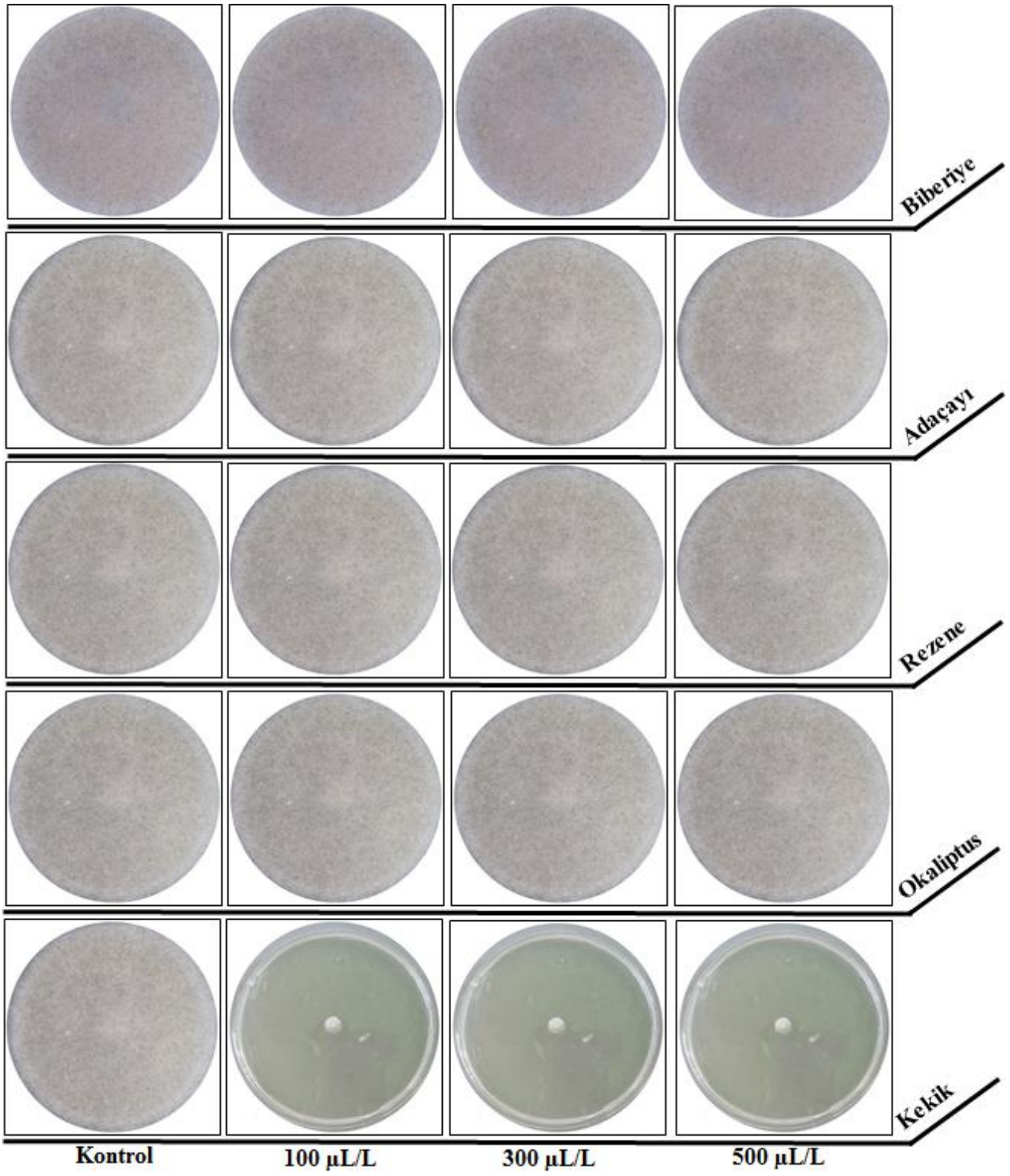
Penicillium digitatum ve *Rhizopus stolonifer* funguslarının misel oluşumları üzerine *Ocimum basilicum* L. (fesleğen), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Satureja hortensis* L., *Thymus vulgaris* L. (kekik) uçucu yağlarının, 0, 200, 400, 600, 800 ve 1.000 µl/L deki dozlarının etkisinin test edildiği bir çalışmada, kekik uçucu yağının *Penicillium digitatum*'a 1000 µl/L'de, *Rhizopus stolonifer*'e ise 600 µl/L konsantrasyonlarında en yüksek antifungal etki gösterdiği, ve doz artışına bağlı olarak antifungal etkinin de arttığı saptanmıştır. Rezene ve fesleğen uçucu yağlarının ise 800 µl/L dozunda *R. stolonifer'*in gelişimini tamamen engellediğini belirlemişlerdir (Abdollahi ve ark., 2011). Bu çalışmada *R. stolonifer* etmeninine karşı en etkili uçucu yağ kekik uçucu yağı olduğu tespit edilirken 100 µl/L dozunun üzerindeki dozlarda misel gelişimini inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Diğer uçucu yağların antifungal etki göstermemesinin nedeni uygulanan konsantrasyon seviyelerine bağlanmaktadır.

Uçucu yağların fungusların misel gelişimleri üzerine olan etkileri inkübasyonun 6. gününde ölçülen değerler üzerinden yapılmaya çalışılmıştır. Kontrol örnekleri temel alınarak ilgili formüle göre hesaplanan engelleme oranlarının belirlenmesi ile her bir uçucu yağ çeşidinin antifungal etkisi daha net olarak ortaya konulabilmiştir. Ayrıca engelleme oranlarını görsel olarak ortaya koyabilmek için farklı dozlarda uçucu yağların fungus koloni özelliklerine etkileri Şekil 2 ve 3'de görülmektedir. Şekil 2'de *Rhizopus stolonifer* üzerine kekik uçucu yağının antifungal etki gösterdiği ve fungal gelişimi % 100 oranında engellediği görülürken diğer uçucu yağların *R. stolonifer* üzerine hiçbir antifungal etki göstermediği görülmektedir. Kekik uçucu yağının yüksek düzeyde gösterdiği antifungal etkinin ise yüksek oranda içerdiği karvakrol (% 81.25) bileşeninden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nitekim *R. stolonifer*'e karşı fesleğen (*Satureja richingeri*) uçucu yağı ve bu uçucu yağın ana bileşeni olan karvakrolun spor ve misel gelişimi üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, *R. stolonifer* miselyumunun bu uçucu yağa karşı yüksek derecede hassasiyet gösterdiği tespit edilmiştir (Safari ve ark., 2011). Şekil 3'de de bu etki açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Rhizopus stolonifer* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 3. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Rhizopus stolonifer* koloni gelişimine etkileri

"Uçucu Yağ Çeşidi × inkübasyon süresi " faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en düşük fungal koloni çapı değerlerinin, kekik

× 3. gün, kekik × 4. gün, kekik × 5. gün ve kekik × 6. gün interaksiyonlarında elde edildiği, geriye kalan tüm interaksiyonların aynı etkiye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Rezene × 3. gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 4. gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 5. gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 6. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 3. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 4. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 5. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 6. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 3. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 4. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 5. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 6. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 3. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 4. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 5. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 6. gün	54	90.00^{A}
	Kekik × 3. gün	54	15.00^{B}
	Kekik × 4. gün	54	15.00^{B}
	Kekik × 5. gün	54	15.00^{B}
	Kekik × 6. gün	54	15.00^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Başka bir ifadeyle; tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde inkübasyon süresi boyunca sadece kekik uçucu yağının fungal koloni çaplarının azaltılmasında etki gösterdiği, diğer uçucu yağların ise söz konusu inkübasyon süresi boyunca herhangi bir etki göstermediği görülmektedir.

Kontakt etki ile muamele edilen *R. stolonifer*'in fungal koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde ise,benzer bir tablo ortaya çıkmaktadır. Çizelge 4.11 incelendiğinde, en düşük fungal koloni çapı değerlerinin, kekik × 100 µl/L, 200 µl/L, 300 µl/L, 400 µl/L ve 500 µl/L interaksiyonunda bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Kekik × Kontrol	36	90.00^{A}
	Rezene × Kontrol	36	90.00^{A}
	Rezene × 100 µl/L	36	90.00^{A}
	Rezene × 200 µl/L	36	90.00^{A}
	Rezene × 300 µl/L	36	90.00^{A}
	Rezene × 400 µl/L	36	90.00^{A}
	Rezene × 500 µl/L	36	90.00^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	90.00^{A}
	Biberiye × Kontrol	36	90.00^{A}
	Biberiye × 100 µl/L	36	90.00^{A}
	Biberiye × 200 µl/L	36	90.00^{A}
	Biberiye × 300 µl/L	36	90.00^{A}
	Biberiye × 400 µl/L	36	90.00^{A}
	Biberiye × 500 µl/L	36	90.00^{A}
	Okaliptus × Kontrol	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	90.00^{A}
	Kekik × 100 µl/L$^{\Lambda}$	36	0.00^{B}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{B}
	Kekik × 300 µl/L	36	0.00^{B}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{B}
	Kekik × 500 µl/L	36	0.00^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Bu sonuçlardan, sözkonusu fungus türüne ait koloni çapı değerlerinin indirgenmesinde sadece kekik uçucu yağının etkin rol oynadığını ancak bu etkinin ise konsantrasyon artışına bağlı olarak değişmediği kanatine varılabilir. Ayrıca kekik uçucu yağının bu etkinliği minimum 100 µl/L konsantrasyonunda fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Kontakt uygulamada *R. stolonifer*'e ait fungal koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi

Çizelge 4.12. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	3. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	4. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	3. gün × 100 µl/L	45	72.00^{B}
	3. gün × 200 µl/L	45	72.00^{B}
	3. gün × 300 µl/L	45	72.00^{B}
	3. gün × 400 µl/L	45	72.00^{B}
	3. gün × 500 µl/L	45	72.00^{B}
	4. gün × 100 µl/L	45	72.00^{B}
	4. gün × 200 µl/L	45	72.00^{B}
	4. gün × 300 µl/L	45	72.00^{B}
	4. gün × 400 µl/L	45	72.00^{B}
	4. gün × 500 µl/L	45	72.00^{B}
	5. gün × 100 µl/L	45	72.00^{B}
	5. gün × 200 µl/L	45	72.00^{B}
	5. gün × 300 µl/L	45	72.00^{B}
	5. gün × 400 µl/L	45	72.00^{B}
	5. gün × 500 µl/L	45	72.00^{B}
	6. gün × 100 µl/L	45	72.00^{B}
	6. gün × 200 µl/L	45	72.00^{B}
	6. gün × 300 µl/L	45	72.00^{B}
	6. gün × 400 µl/L	45	72.00^{B}
	6. gün × 500 µl/L	45	72.00^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

sonuçlarına göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ muamele edilmediğinde; en düşük değerlerin ise hangi inkübasyon süresinde olursa olsun tüm uçucu yağ konsantrasyonlarında gözlemlendiği ortaya çıkmaktadır. Başka bir ifadeyle, uçucu yağ ilavesiyle *R. stolonifer*'e ait koloni çapı değerlerinde bir azalma görüldüğü ancak bu azalmanın inkübasyon süresi ve uçucu yağ konsantrasyonuna göre değişmediği söylenebilir.

4.2.1.2. *In vitro*'da *Aspergillus niger*'e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Aspergillus niger*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin,

istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kontakt uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	437722	109431	5560**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	162179	54060	2766**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	161300	32260	1651**
A×*B*	12	27963	2330	119.2**
A×*C*	20	95203	47.60	243.6**
B×*C*	15	1516	101.1	5.17**
A×*B*×*C*	60	8894	148.2	7.59**
Hata	960	18760	19.5	
Genel	1079	913537		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.14. Kontakt uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	68.18^{A}
	Adaçayı	216	65.86^{B}
	Rezene	216	48.83^{C}
	Okaliptus	216	47.76^{D}
	Kekik	216	11.93^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.14'de ise fungal koloni çapı değerleri üzerine değişik bitki uçucu yağlarının farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleriyle mukayese edildiğinde *A. niger*'in misel gelişimine en etkili uçucu yağın kekik olduğu ve bunu sırasıyla okaliptus, rezene ve adaçayı uçucu yağlarının izlediği, en düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağın ise biberiye uçucu yağı olduğu görülmektedir.

Viuda-Martos ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada, *A. niger* ve *A. flavus'*a karşı *Syzygium aromaticum* (karanfil), *Thymus vulgaris* (kekik) ve *Origanum vulgare* (İzmir kekiği) uçucu yağlarının 110 - 440 µl/L konsantrasyonlarını uygulandıklarında, *O. vulgare*'nin diğer uçucu yağlardan daha fazla antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. Diğer taraftan, bu araştırmacılar kekik uçucu yağına karşı *A. flavus'*un, *A. niger'* e göre daha hassas olduğunu, karanfil uçucu yağına karşı ise, *A. niger'*in *A. flavus*'a kıyasla karşı daha etkili bir engelleyici olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.15. Kontakt uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	63.87^{A}
	5. gün	270	54.91^{B}
	4. gün	270	44.22^{C}
	3. gün	270	31.04^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.15' de *A. niger*'in koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkinliği incelendiğinde inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak koloni çapı değerlerinin arttığı görülmektedir.

Uçucu yağ konsantrasyonunun fungal koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise *A. niger*'in uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak gösterdiği direncin azaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.16).

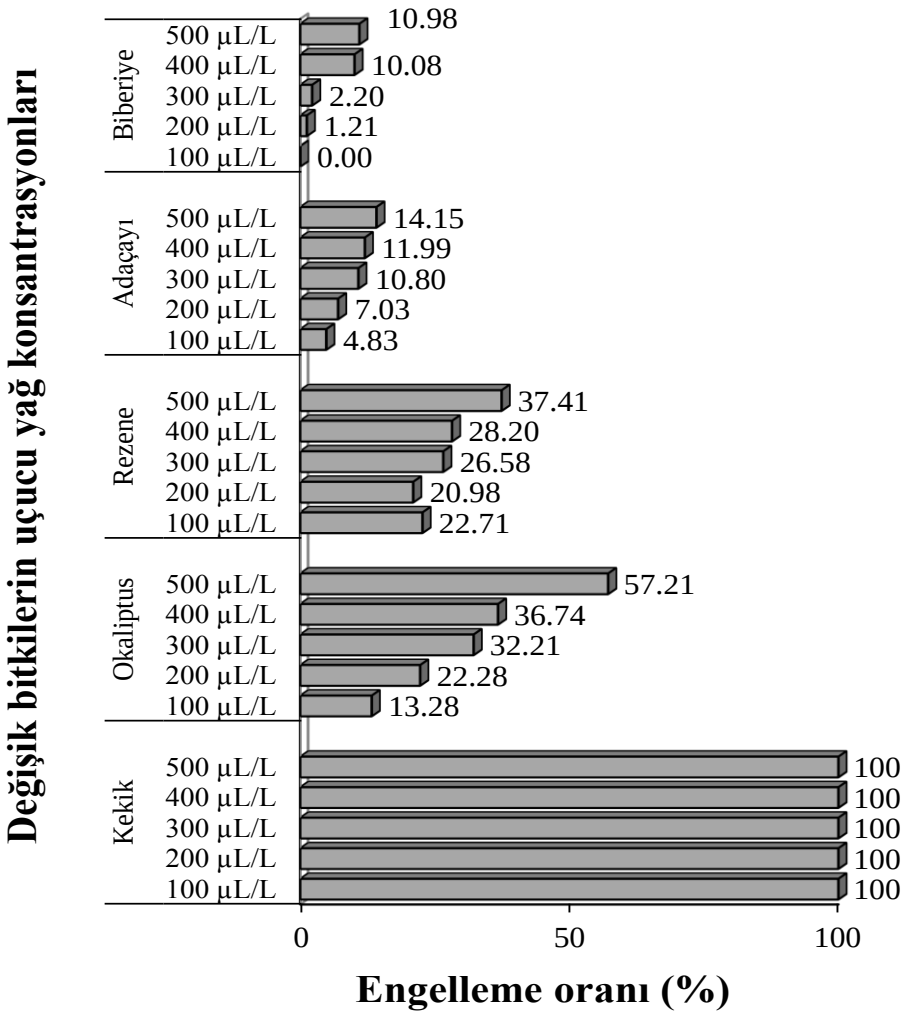
Viuda-Martos ve ark. (2008) limon, mandarin, greyfurt ve portakal uçucu yağlarının %0.27, %0.47, %0.71 ve %0.94 konsantrasyonlarının *A. niger*'e karşı antifungal etkilerini inceledikleri çalışmada, konsantrasyon artışına bağlı olarak uçucu yağların gösterdiği antifungal etkinin arttığını ve *A niger*'in misel gelişimine en etkili uçucu yağların sırasıyla portakal, limon, mandarin ve greyfurt olarak tespit etmişler ve % 0.94 konsantrasyonunda ise tüm uçucu yağların *A. niger*'in misel gelişimini tamamen engellediğini belirlemişlerdir. Uçucu yağların gösterdikleri bu antifungal etki, ya uçucu yağların ana bileşenlerinden ya da çeşitli bileşenlerinin birbirleriyle oluşturduğu sinerjistik ve antagonistik etkilerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Deba ve ark., 2007).

Çizelge 4.16. Kontakt uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

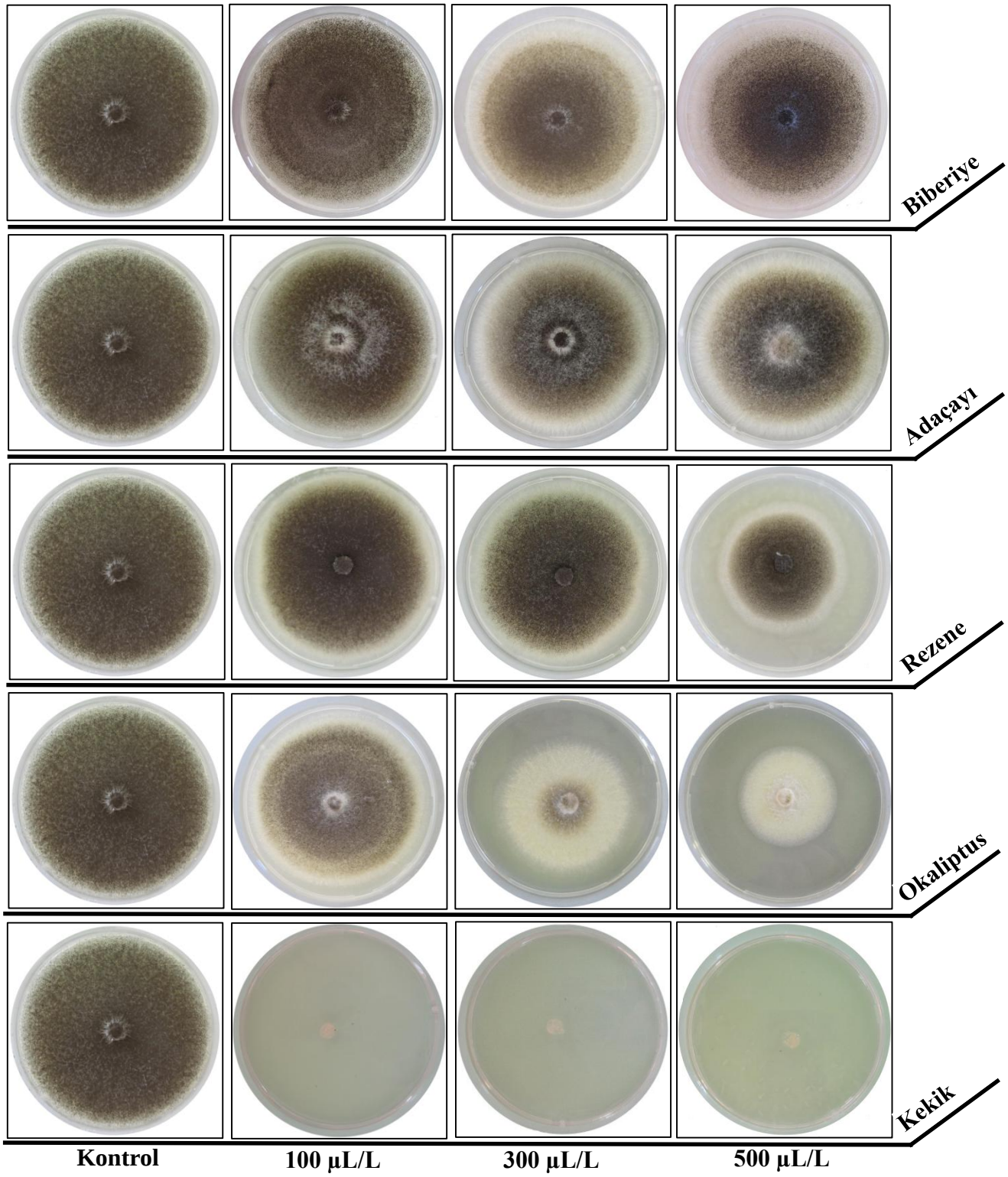
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	74.20^{A}
	100 µl/L	180	49.53^{B}
	200 µl/L	180	46.98^{C}
	300 µl/L	180	43.26^{D}
	400 µl/L	180	40.32^{E}
	500 µl/L	180	36.77^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Şekil 4 ve 5'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Aspergillus niger*'in misel gelişimini engelleme oranları ve antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 4' den bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının tüm dozlarda fungal gelişimi % 100 oranında engellediği görülmektedir. Diğer uçucu yağların ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi engellediği görülmektedir. Okaliptus uçucu yağı 500 µl/L'de % 57.21 oranında engelleme gösterirken, rezene uçucu yağı ise aynı dozda %37.41 oranında fungal gelişimi önemli düzeyde engellediği görülmektedir. Adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının ise diğer uçucu yağlardan daha düşük engelleme oranına sahip olduğu ve adaçayının 500 µl/L dozunda % 14.15 oranında, biberiyenin ise % 10.98 oranında engelleme gösterdiği tespitedilmiştir (Şekil 4). Şekil 5'de de fungal koloni gelişimine uçucu yağların etkili olduğu dozlar görülmektedir.



Şekil 4. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Aspergillus niger* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 5. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Aspergillus niger* koloni gelişimine etkileri

"Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon Süresi" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en düşük fungal koloni çapı değeri kekik × 3.gün,

en yüksek fungal koloni çapı değeri ise biberiye × 6. gün interaksiyonunda görülmektedir (Çizelge 4.17). Başka bir ifadeyle inkübasyon süresi arttıkça uçucu yağların oluşturduğu fungal koloni çapı değerlerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.17. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	86.33^{A}
	Adaçayı × 6. gün	54	82.68^{B}
	Biberiye × 5. gün	54	78.00^{C}
	Adaçayı × 5. gün	54	72.61^{D}
	Rezene × 6. gün	54	69.62^{E}
	Okaliptus × 6. gün	54	65.74^{F}
	Biberiye × 4. gün	54	62.38^{G}
	Adaçayı × 4. gün	54	62.07^{G}
	Rezene × 5. gün	54	57.11^{H}
	Okaliptus × 5. gün	54	53.62^{I}
	Adaçayı × 3. gün	54	46.07^{J}
	Biberiye × 3. gün	54	46.00^{J}
	Rezene × 4. gün	54	43.08^{K}
	Okaliptus × 4. gün	54	42.59^{K}
	Okaliptus × 3. gün	54	29.06^{L}
	Rezene × 3. gün	54	25.50^{M}
	Kekik × 6. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 5. gün	54	13.18^{O}
	Kekik × 4. gün	54	10.99^{P}
	Kekik × 3. gün	54	8.54^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.18'de kontak etki ile muamele edilen *A. niger*'in fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde, en yüksek fungal koloni değerleri uçucu yağ ile muamele edilmeyen kontrol örneklerinde tespit edilirken, en düşük değerler ise kekik uçucu yağının uygulanan tüm konsantrasyonlarında görülmektedir. Başka bir ifadeyle kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarında hiç bir fungal koloni gelişimi görülmemiştir. Diğer uçucu yağların ise konsantrasyon miktarlarının artışına bağlı olarak gösterdikleri koloni çapı değerleri azalmaktadır. *A. niger*'in koloni çapına kekik uçucu yağından sonra en düşük fungal koloni çapı okaliptus uçucu yağının 500 µl/L' lik konsantrasyonunda belirlenmiştir.

Abdollahi ve ark. (2011) *Zataria multiflora* uçucu yağının *A. niger'*in misel gelişimi ve sporulasyonu üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağın 819.3 µg/L konsantrasyonunda *A. niger* misel gelişimini % 50 oranında engellediğini, 2000 µg/L

konsantrasyonunda ise misel gelişimini tamamen durdurduğunu tespit etmişlerdir. Araştırıcılar uçucu yağın konsantrasyon miktarıyla misel gelişiminin engellenmesi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu tespit ederken, konsantrasyon miktarıyla sporulasyon arasında ise negatif bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Bu antifungal etkinin muhtemel nedeni ise *Z. multiflora* uçucu yağının thymol, karvakrol

Çizelge 4.18. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Okaliptus × Kontrol	36	77.90^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	74.61^{B}
	Rezene × Kontrol	36	74.40^{BC}
	Biberiye × Kontrol	36	72.53^{CD}
	Kekik × Kontrol	36	72.32^{D}
	Biberiye × 100 µl/L	36	71.57^{DE}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	70.25^{E}
	Biberiye × 200 µl/L	36	69.70^{E}
	Biberiye × 300 µl/L	36	69.54^{E}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	66.68^{F}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	63.61^{G}
	Biberiye × 400 µl/L	36	62.56^{GH}
	Biberiye × 500 µl/L	36	62.42^{GH}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	61.15^{H}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	58.84^{I}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	57.88^{I}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	49.55^{J}
	Rezene × 200 µl/L	36	48.98^{K}
	Rezene × 100 µl/L	36	47.20^{K}
	Rezene × 300 µl/L	36	43.52^{L}
	Rezene × 400 µl/L	36	42.49^{L}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	39.62^{M}
	Rezene × 500 µl/L	36	36.38^{N}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	35.39^{N}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	26.20^{O}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 100 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 300 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 500 µl/L$^{\Lambda}$	36	0.00^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

ve p-cymene gibi yüksek oranda içerdiği fenolik bileşenlere bağlanmaktadır (Bagamboula ve ark., 2004). Fenolik bileşenlerin ise hücre duvarı sentezinde enzimatik reaksiyonlar karışarak fungal gelişimi engellediği düşünülmektedir (Romagnoli ve ark.,

2005).

Rasooli ve Owlia (2005), kekik (thyme) uçucu yağının *A. parasiticus*'a 250 µl/L dozunda fungistatik etki gösterdiğini, 500 µl/L dozunda ise fungisidal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada da benzer şekilde *A. niger*'e kekik uçucu yağının mininum fungisidal etki gösterdiği doz 500 µl/L olarak belirlenirken, uygulanan diğer konsantrasyonların ise fungistatik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Kontakt uygulamada *A. niger*'e ait fungal koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre inkübasyonun 6. gününde uçucu yağ ile muamele edilmeyen *A. niger'*in fungal koloni çapı en yüksek düzeyde bulunurken, 3. günde uygulan 500 µl/L'lik uçucu yağ konsantrasyonunda en düşük fungal koloni çapı görülmektedir.

Çizelge 4.19. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	82.36^{B}
	4. gün × Kontrol	45	71.39^{C}
	6. gün × 100 µl/L	45	64.65^{D}
	6. gün × 200 µl/L	45	62.55^{E}
	6. gün × 300 µl/L	45	59.26^{F}
	6. gün × 400 µl/L	45	56.34^{G}
	5. gün × 100 µl/L	45	56.29^{G}
	5. gün × 200 µl/L	45	53.60^{H}
	3. gün × Kontrol	45	53.06^{H}
	6. gün × 500 µl/L	45	50.44^{I}
	5. gün × 300 µl/L	45	46.78^{I}
	4. gün × 100 µl/L	45	45.37^{J}
	5. gün × 400 µl/L	45	45.19^{J}
	5. gün × 500 µl/L	45	43.22^{K}
	4. gün × 200 µl/L	45	42.25^{K}
	4. gün × 300 µl/L	45	38.57^{L}
	4. gün × 400 µl/L	45	35.97^{M}
	3. gün × 100 µl/L	45	31.80^{N}
	4. gün × 500 µl/L	45	31.78^{N}
	3. gün × 200 µl/L	45	29.54^{O}
	3. gün × 300 µl/L	45	26.42^{P}
	3. gün × 400 µl/L	45	23.77^{Q}
	3. gün × 500 µl/L	45	21.63^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.1.3. *In vitro*'da *Botrytis cinerea*'ya karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Botrytis cinerea*'ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Kontakt uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	437231	109308	9312**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	147965	49322	4201**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	231425	46285	3943**
A×*B*	12	28591	2383	203.0**
A×*C*	20	90224	4511	384.3**
B×*C*	15	2057	137.1	11.68**
A×*B*×*C*	60	13661	228.0	19.40**
Hata	960	11269	11.7	
Genel	1079	962423		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.21. Kontakt uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	68.35^{A}
	Rezene	216	64.36^{B}
	Adaçayı	216	55.47^{C}
	Okaliptus	216	39.00^{D}
	Kekik	216	13.27^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.21' de de görüldüğü gibi *B. cinerea*'nın oluşturduğu fungal koloni çapı değerleri üzerine en etkili uçucu yağ çeşidi kekik uçucu yağı iken bunu sırasıyla okaliptus, adaçayı ve rezene uçucu yağları izlemektedir. Biberiye uçucu yağı ise fungal koloni çapına en düşük düzeyde etki eden uçucu yağ olarak belirlenmiştir.

Uçucu yağların ve içerdikleri bileşiklerin farklı patojenlere karşı antifungal etkileri üzerine literatürde pek çok çalışma mevcuttur (Combrinck ve ark. 2011;Feng ve ark,2011; Köse, 2007; Sharma ve Tripathi, 2006). Kekik uçucu yağı ile yapılan tüm araştırmalarda kekiğin farklı funguslarda miselyal gelişimi inhibe edici etkisi görülmektedir. Nitekim mevut araştırmada da kekiğin oldukça güçlü bir engelleyici olduğu görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada *Botrytis cinerea*'ya karşı *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (kekik), *Lavandula stoechas* L. var. *stoechas* (lavanta) ve *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) bitkilerinin uçucu yağlarının kontakt etkileri incelendiğinde, kekiğin 12.8 µg/ml'lik konsantrasyonunun tamamen; biberiye ve lavanta uçucu yağlarının ise daha yüksek konsantrasyonlarda (25.6 µg/ml) fungus gelişimini engellediği belirlenmiştir (Soylu ve ark., 2010).

Marandi ve ark. (2011) *B. cinerea*'ya karşı *Thymus kotschyanus, Ocimum basilicum* (fesleğen) ve *Rosmarinus officinalis* (biberiye) uçucu yağlarını çeşitli konsantrasyonlarda (100, 200, 300, 400, 500 µl/L) test etmişler ve *Thymus kotschyanus* uçucucu yağının 200 µl/L üzeri konsantrasyolarda *B. cinerea'* nın misel gelişimini tamamen engellediğini tespit etmişlerdir. Biberiye uçucu yağı uygulanan tüm konsantrasyonlarda misel gelişimini engellemezken, fesleğen uçucu yağının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak misel gelişimini engellediği belirlenmiştir. Mevcut çalışmada da biberiye uçucu yağının *B. cinerea*'nın misel gelişimine etkisi oldukça düşük iken, kekik uçucu yağı uygulanan tüm konsantrasyonlarda misel gelişimini tamamen engellemiştir.

Çizelge 4.22. Kontakt uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	62.07^{A}
	5. gün	270	55.19^{B}
	4. gün	270	43.85^{C}
	3. gün	270	31.24^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

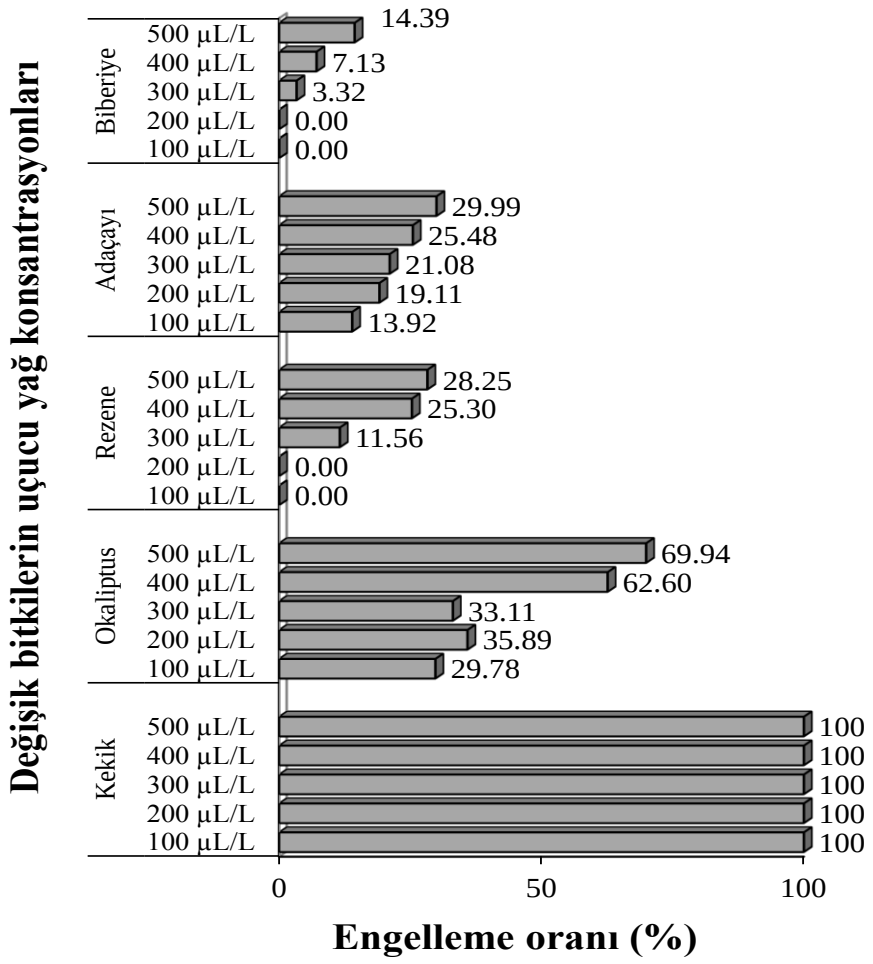
Çizelge 4.22'de *B. cinerea*'nın koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkinliği incelendiğinde inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak koloni çapı değerlerinin arttığı görülmektedir.Uçucu yağ konsantrasyonunun fungal koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise *B. cinerea*'nın uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak fungal koloni çapı değerlerinin azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.23). Değişik bitki uçucu yağının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *B. cinerea*'nın misel gelişimini engelleme oranları ve antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. Şekil 6'ya bakıldığında bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının fungal gelişimi tüm konsantrasyonlarda % 100

Çizelge 4.23. Kontakt uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	78.61^{A}
	100 µl/L	180	49.38^{B}
	200 µl/L	180	45.79^{C}
	300 µl/L	180	43.53^{D}
	400 µl/L	180	38.41^{E}
	500 µl/L	180	32.83^{F}

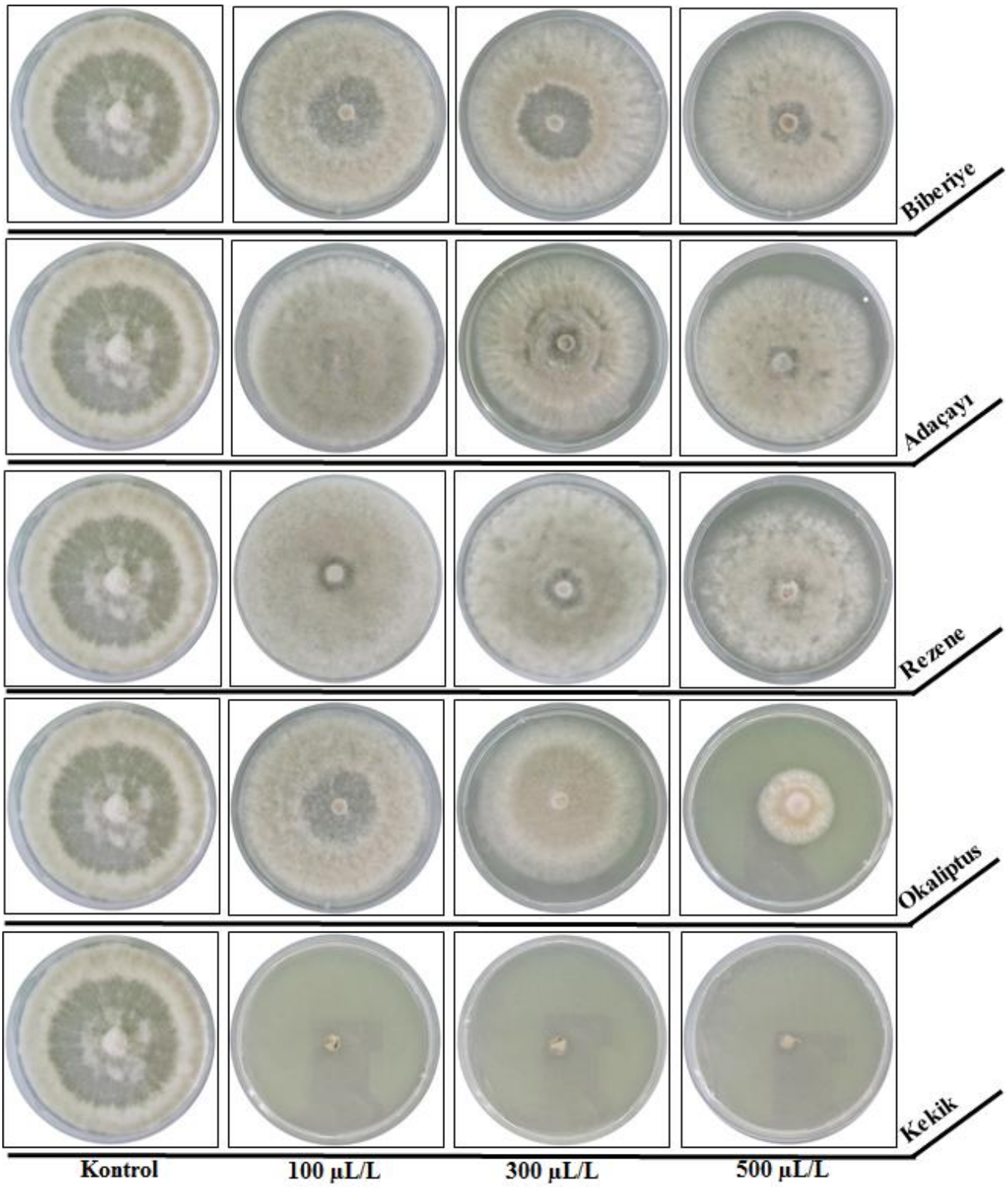
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus ve adaçayı uçucu yağının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi önemli düzeyde engellediği görülmektedir. Rezene ve biberiye uçucu yağı 100 ve 200 µl/L dozlarında misel gelişimine etki etmezken, 300 µl/L ve üzerindeki konsantrasyonlarda misel gelişimini



Şekil 6. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Botrytis cinere*a misel gelişimini engelleme oranları

engellemeye başladıkları görülmektedir. Şekil 7'ye bakıldığında da kekik ve okaliptus uçucu yağının koloni gelişimine diğer uçucu yağlara kıyasla en etkili iki uçucu yağ türü olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Botrytis cinerea* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.24'de fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en düşük fungal koloni çapı değerinin kekik × 3. gün en yüksek koloni çapının ise biberiye × 6. gün interaksiyonunda olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.24. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	86.27^{A}
	Rezene × 6. gün	54	80.23^{B}
	Rezene × 5. gün	54	76.42^{C}
	Biberiye × 5. gün	54	75.98^{C}
	Adaçayı × 6. gün	54	73.56^{D}
	Biberiye × 4. gün	54	64.05^{E}
	Adaçayı × 5. gün	54	63.18^{E}
	Rezene × 4. gün	54	58.80^{F}
	Okaliptus × 6. gün	54	55.30^{G}
	Adaçayı × 4. gün	54	50.67^{H}
	Biberiye × 3. gün	54	47.07^{I}
	Okaliptus × 5. gün	54	45.37^{J}
	Rezene × 3. gün	54	42.00^{K}
	Adaçayı × 3. gün	54	34.45^{L}
	Okaliptus × 4. gün	54	33.18^{L}
	Okaliptus × 3. gün	54	22.14^{M}
	Kekik × 5. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 6. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 4. gün	54	12.58^{O}
	Kekik × 3. gün	54	10.51^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.25'de "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" interaksiyon etkilerine ait karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ ile muamele edilmeyen interaksiyonda görülürken, en düşük değerin ise kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarıyla muamele edilen interaksiyonlarda tespit edildiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle *B. cinerea'* nın uçucu yağlara karşı oldukça fazla direnç gösterdiği ancak uçucu yağların artan konsantrasyonlarına karşı etmenin direncinin azaldığı tespit edilmiştir. Kekik uçucu yağının *B. cinerea*'ya karşı fungisidal etki gösterdiği minimum dozun 300 µl/L olduğu, 100 ve 200 µl/L konsantrasyonda ise fungistatik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.25.Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Biberiye × Kontrol	36	86.02^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	80.19^{B}
	Kekik × Kontrol	36	79.65^{B}
	Rezene × Kontrol	36	79.33^{B}
	Biberiye × 100 µl/L	36	72.22^{C}
	Rezene × 100 µl/L	36	70.14^{D}
	Biberiye × 200 µl/L	36	70.00^{D}
	Okaliptus × Kontrol	36	67.85^{E}
	Rezene × 200 µl/L	36	67.50^{F}
	Biberiye × 400 µl/L	36	66.12^{F}
	Biberiye × 300 µl/L	36	61.85^{G}
	Rezene ×300 µl/L	36	61.73^{G}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	58.13^{H}
	Rezene × 400 µl/L	36	56.00^{I}
	Biberiye × 500 µl/L	36	53.86^{J}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	53.35^{J}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	51.66^{K}
	Rezene × 500 µl/L	36	51.50^{K}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	48.19^{L}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	46.42^{M}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	42.41^{N}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	41.29^{N}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	38.07^{O}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	21.75^{P}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	17.50^{Q}
	Kekik × 100 µl/L	36	0.00^{R}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{R}
	Kekik × 500 µl/L	36	0.00^{R}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{R}
	Kekik × 300 µl/L $^{\Lambda}$	36	0.00^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Köse (2007) yaptığı çalışmada *Botrytis cinerea*'ya karşı *Origanum onites* (ak kekik) ve *Origanum syriacum* var. *bevanii* Holmes (Suriye kekiği) uçucu yağının 80 µg/ml, *Thymbra spicata* L. (karabaş kekik) uçucu yağının 800 µg/ml ve *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene) 1520 µg/ml konsantrasyonlarında misel gelişimini tamamen engellediklerini tespit etmiştir. Mevcut çalışmada ise kekik uçucu yağı 100 µl/L konsantrasyonunda misel gelişimini tamamen engellerken rezene uçucu yağının misel gelişiminin üzerine etkisi uygulandığı konsantrasyonlara bağlı olarak oldukça düşük düzeydedir.

Daferera ve ark. (2003), *Origanum vulgare* (İzmir kekiği), *Thymus vulgaris*

(kekik), lavanta, biberiye ve adaçayı uçucu yağlarının *Botrytis cinerea* ve *Fusarium solani* var. *coeruleum* etmenlerinin misel gelişimlerini 85-300 µg/ml konsantrasyonlarda arasında engellediğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kekik uçucu yağlarının antifungal etkisinin kuvvetli olduğunu ve bunun içerdikleri thymol ve karvakrol bileşenlerinin yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının etkisi ise ancak uygulanan konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak *B. cinerea* ve *Fusarium solani* var. *coeruleum*'un misel gelişimi üzerine fungitoksik etki yapabileceğini belirtmişlerdir. Lis-Balchin ve Deans (1997), uçucu yağların gösterdikleri bu antimikrobiyal etkilerin, yüksek oranda monoterpenleri, öjenol, sinamik aldehit ve timolden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.26. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	85.91^{B}
	4. gün × Kontrol	45	75.28^{C}
	3. gün × Kontrol	45	64.13^{D}
	6. gün × 100 µl/L	45	63.24^{DE}
	6. gün × 200 µl/L	45	62.10^{E}
	6. gün × 300 µl/L	45	58.88^{F}
	5. gün × 100 µl/L	45	55.58^{G}
	5. gün × 200 µl/L	45	52.14^{H}
	5. gün × 300 µl/L	45	52.14^{H}
	6. gün × 400 µl/L	45	50.99^{H}
	6. gün × 500 µl/L	45	46.34^{I}
	4. gün × 100 µl/L	45	45.67^{J}
	5. gün × 400 µl/L	45	44.48^{J}
	4. gün × 200 µl/L	45	40.99^{K}
	5. gün × 500 µl/L	45	40.92^{K}
	4. gün × 300 µl/L	45	39.65^{K}
	4. gün × 400 µl/L	45	34.32^{L}
	3. gün × 100 µl/L	45	32.14^{M}
	3. gün × 200 µl/L	45	27.92^{N}
	4. gün × 500 µl/L	45	27.21^{N}
	3. gün × 400 µl/L	45	23.83^{O}
	3. gün × 300 µl/L	45	23.45^{O}
	3. gün × 500 µl/L	45	16.85^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Her ne kadar uçucu yağların antimikrobiyal etkileri içerdikleri yüksek miktarlardaki bileşenlerine atfedilsede düşük miktarda bulunan bileşenlerin gösterdiği

sinerjistik yada antogonistik etkilerininde dikkate alınması gerekmektedir. Her bir uçucu yağ bileşeni kendisine özgü biyolojik bir aktiviteye sahiptir. Örneğin Daferera ve ark. (2003) yaptığı çalışmada adaçayı uçucu yağı içerisindeki eucalyptol miktarı biberiye oranla daha yüksek olmasına rağmen, fungal inhibisyonda antifungal aktivite bakımından biberiye uçucu yağı daha önemli bir rol oynamıştır. Nitekim bizim çalışmamızda da camphor miktarı biberiyede % 26.25 iken adaçayında % 8.84 oranındadır. Ama etkinlik açısından biberiye uçucu yağının en az düzeyde antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Kontakt uygulamada *B. cinerea*'ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4. 26'da verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ muamele edilmediğinde; en düşük fungal koloni çapı değerlerinin ise inkübasyonun 3. gününde 500 µl/L'lik konsantrasyonda görülmektedir.

4.2.1.4. *In vitro*'da *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Kontakt uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	152500	38125	6611**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	73183	24394	4230**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	75873	15175	2631**
A×*B*	12	11492	958	166**
A×*C*	20	33066	1653	286.7**
B×*C*	15	3821	254.7	44.17**
A×*B*×*C*	60	2789	46.5	8.06**
Hata	960	5536	5.8	
Genel	1079	358260		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.28'de fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde

fungal koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu ve bunu sırasıyla rezene, okaliptus, biberiye ve adaçayı uçucu yağlarının izlediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Kontakt uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Adaçayı	216	38.88^{A}
	Biberiye	216	38.69^{AB}
	Okaliptus	216	38.26^{B}
	Rezene	216	36.30^{C}
	Kekik	216	8.41^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Bir araştırmada *C. gloeosporioides*, *Alternaria citri*, *B. cinerea* ve *P. digitatum* izolatları üzerine çok sayıda uçucu yağın etkisi tespit edilmiş olup bu uçucu yağlardan en etkili uçucu yağ çeşidininin *Thymus vulgaris* (kekik) olduğunu ve konsantrasyon artışınada bağlı olarak bu patojenleri 1000 µl/L konsantrasyonda tamamen inhibe ettiği tespit edilmiştir (Combrinck ve ark., 2011). Çizelge 4.29 incelendiğinde ise inkübasyon süresinin artmasına bağlı olarak *C. gloeosporioides'e* ait koloni çapı değerlerinin arttığı görülmektedir

Çizelge 4.29. Kontakt uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	43.10^{A}
	5. gün	270	35.82^{B}
	4. gün	270	28.53^{C}
	3. gün	270	20.99^{D}

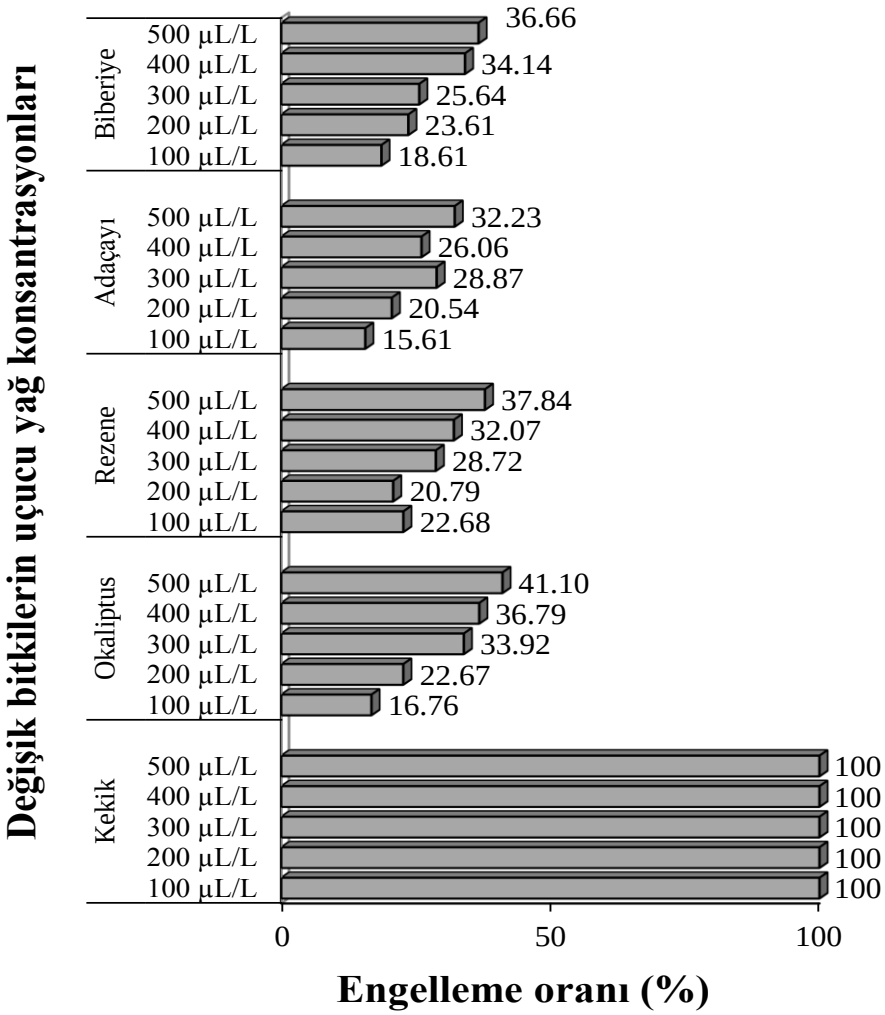
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.30. Kontakt uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	50.19^{A}
	100 µl/L	180	31.70^{B}
	200 µl/L	180	30.84^{C}
	300 µl/L	180	27.47^{D}
	400 µl/L	180	27.22^{D}
	500 µl/L	180	25.23^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

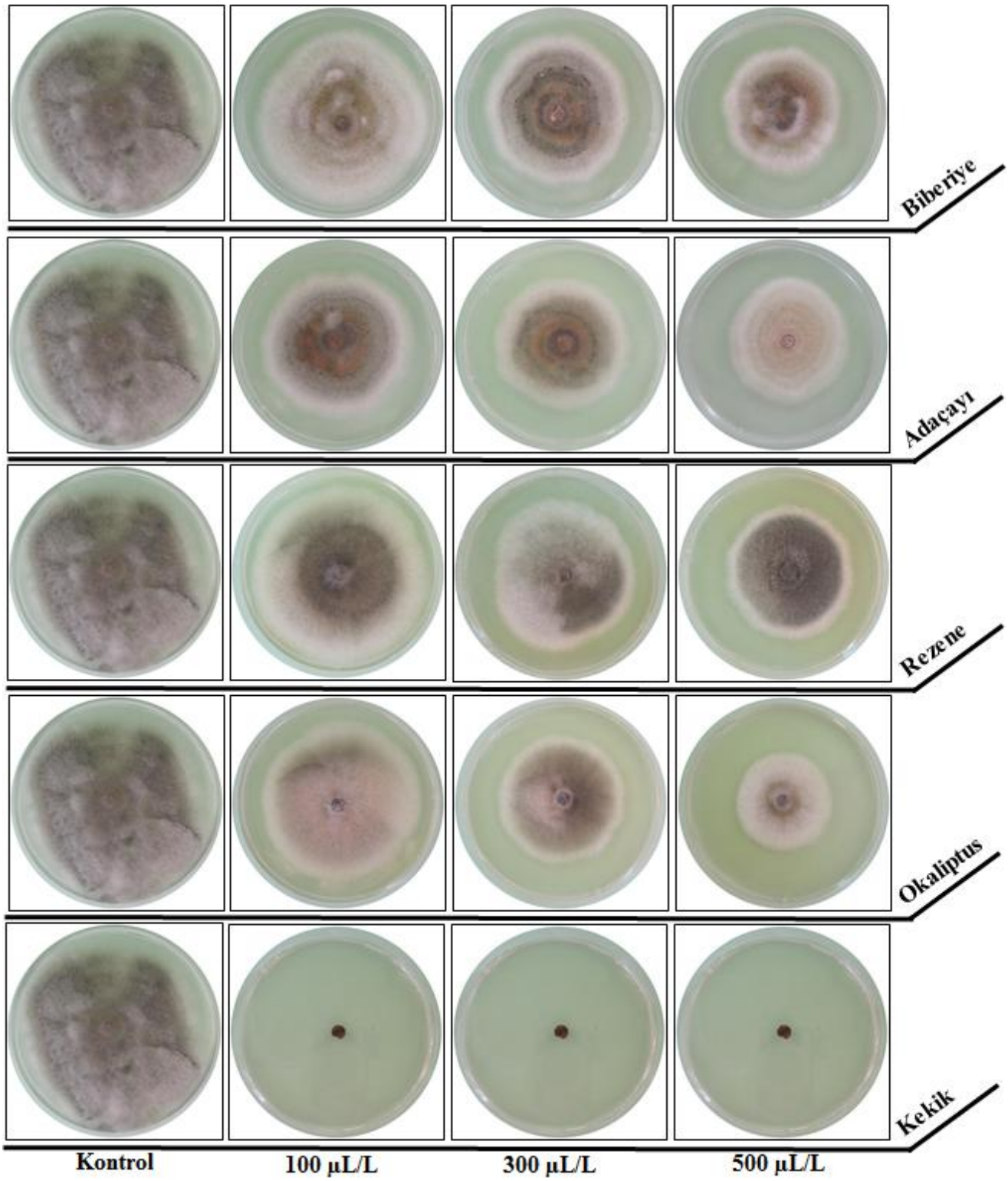
Kontakt uygulamada *C. gloeosporioides*'in gösterdiği direnç uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.30). Konsantrasyon miktarının artması funguslardaki spor üretiminide etkilemektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada *Colletotrichum coccodes, B. cinerea, Cladosporium herbarum, R. stolonifer* ve *A.niger*'e limon otu (*Cympopogon citratus*)'nun 25ppm ve 500 ppm arasında değişen konsantrasyonlarıyla muamele edildiğinde 25 ppm'de %70 oranında spor üretimini engellediği 500 ppm'de ise fungal sporulasyonu tamamen durdurduğu tespit edilmiştir (Tzortzakis ve Costas, 2007).



Şekil 8. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides* misel gelişimini engelleme oranları

Değişik bitki uçucu yağının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *C. gloeosporioides*'in misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *C. gloeosporioides'*e karşı gösterdikleri

antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri Şekil 8 ve 9'da gösterilmektedir. Şekil 8'den bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının fungal gelişimi tüm



Şekil 9. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides* koloni gelişimine etkileri

konsantrasyonlarda % 100 oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus, rezene, adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi önemli düzeyde engellediği görülmektedir. Şekil 9'a bakıldığında da kekik uçucu yağının 100 µl/L ve üzerindeki dozlarda, diğer uçucu yağların ise 500 µl/L konsantrasyonlarının misel gelişimini en yüksek oranda engelledikleri görülmektedir.

Çizelge 4.31'de "Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkileri incelendiğinde, inkübasyon süresi arttıkça adaçayı ve rezene uçucu yağlarının 6. gün interaksiyonlarının en yüksek fungal koloni çapı değerlerini oluşturduğu görülürken, en düşük fungal koloni çapı değerlerinin ise kekik uçucu yağının 3. gün interaksiyonunda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Adaçayı × 6. gün	54	52.74^{A}
	Rezene × 6. gün	54	51.85^{A}
	Biberiye × 6. gün	54	50.55^{B}
	Okaliptus × 6. gün	54	49.25^{C}
	Biberiye × 5. gün	54	43.15^{D}
	Adaçayı × 5. gün	54	43.00^{D}
	Okaliptus × 5. gün	54	42.98^{D}
	Rezene × 5. gün	54	40.58^{E}
	Biberiye × 4. gün	54	35.49^{F}
	Adaçayı × 4. gün	54	34.81^{F}
	Okaliptus × 4. gün	54	34.74^{F}
	Rezene × 4. gün	54	30.20^{G}
	Okaliptus × 3. gün	54	26.07^{H}
	Biberiye × 3. gün	54	25.56^{HI}
	Adaçayı × 3. gün	54	24.98^{I}
	Rezene × 3. gün	54	22.58^{J}
	Kekik × 6. gün	54	11.11^{K}
	Kekik × 5. gün	54	9.37^{L}
	Kekik × 4. gün	54	7.42^{M}
	Kekik × 3. gün	54	5.75^{N}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.32'de uçucu yağların kontakt uygulamasında *C. gloeosporioides'*e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçlarına göre uçucu yağı ile muamele edilmemiş örneklerde en yüksek fungal koloni çapı değerleri gözlemlenirken, en düşük koloni çapı değerleri kekik uçucucu yağının tüm

konsantrasyonlarında belirlenmiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon ise 100 µl/L olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides'*e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Rezene × Kontrol	36	50.68^{A}
	Kekik × Kontrol	36	50.48^{A}
	Biberiye × Kontrol	36	49.94^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	49.93^{A}
	Okaliptus × Kontrol	36	49.93^{A}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	41.37^{B}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	40.33^{BC}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	39.66^{CD}
	Biberiye × 100 µl/L	36	39.42^{CDE}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	38.96^{DE}
	Biberiye × 200 µl/L	36	38.47^{EF}
	Rezene × 100 µl/L	36	37.37^{FG}
	Rezene × 200 µl/L	36	37.13^{GH}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	36.10^{H}
	Biberiye × 300 µl/L	36	36.04^{H}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	34.78^{I}
	Biberiye × 400 µl/L	36	34.73^{I}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	34.15^{J}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	33.55^{K}
	Biberiye × 500 µl/L	36	33.52^{K}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	32.78^{KL}
	Rezene × 300 µl/L	36	32.38^{LM}
	Rezene × 400 µl/L	36	31.72^{M}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	31.32^{M}
	Rezene × 500 µl/L	36	28.51^{N}
	Kekik × 100 µl/L $^{\Lambda}$	36	0.00^{O}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{O}
	Kekik × 500 µl/L	36	0.00^{O}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{O}
	Kekik × 300 µl/L	36	0.00^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Yapılan bir çalışmada *Lippia scaberrima* (yalancı melisa) uçucu yağının 100, 1600 ve 2400 µl/L konsantrasyonlarında *C. gloeosporioides'*e karşı antifungal etkisi test edildiğinde konsantrasyon miktarının artışına bağlı olarak uçucu yağın gösterdiği antifungal etkinin arttığı ve 2400 µl/L dozunda misel gelişiminin tamamen engellendiği tespit edilmiştir (Regnier ve ark., 2008). Nitekim bu çalışmada da kekik uçucu yağının 100 µl/L dozu *C. gloeosporioides'*in misel gelişimini tamamen

engellemiştir. Bununla birlikte Çizelge 4.32'de kekik uçucu yağının 100 µl/L konsantrasyonunda fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. Kekik uçucu yağından sonra en düşük koloni çapı değeri ise rezene × 500 µl/L interaksiyonunda görülmektedir.

Kontakt uygulamada *C. gloeosporioides'e* ait koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek fungal koloni çapı değeri kontrol örneğinin 6. gün inkübasyonunda görülürken, en düşük koloni çapı ise 3. gün × 500 µl/L interaksiyonunda görülmektedir.

Çizelge 4.33. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	66.52^{A}
	5. gün × Kontrol	45	55.48^{B}
	4. gün × Kontrol	45	44.81^{C}
	6. gün × 100 µl/L	45	42.60^{D}
	6. gün × 200 µl/L	45	42.32^{D}
	6. gün × 300 µl/L	45	37.61^{E}
	6. gün × 400 µl/L	45	36.03^{F}
	5. gün × 100 µl/L	45	35.48^{F}
	5. gün × 200 µl/L	45	34.34^{G}
	3. gün × Kontrol	45	33.95^{G}
	6. gün × 500 µl/L	45	33.53^{G}
	5. gün × 400 µl/L	45	30.44^{H}
	5. gün × 300 µl/L	45	30.42^{H}
	5. gün × 500 µl/L	45	28.73^{I}
	4. gün × 100 µl/L	45	28.09^{I}
	4. gün × 200 µl/L	45	26.98^{J}
	4. gün × 400 µl/L	45	24.56^{K}
	4. gün × 300 µl/L	45	24.26^{K}
	4. gün × 500 µl/L	45	22.46^{L}
	3. gün × 100 µl/L	45	20.62^{M}
	3. gün × 200 µl/L	45	19.74^{M}
	3. gün × 400 µl/L	45	17.84^{N}
	3. gün × 300 µl/L	45	17.58^{N}
	3. gün × 500 µl/L	45	16.18^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayıs

4.2.1.5. *In vitro*'da *Alternaria mali*'ye karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Çizelge 4.34' de bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Alternaria mali*'ye ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.34. Kontakt uygulamada *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	202389	50597	4130**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	80716	26905	2196**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	89777	17955	1466**
A×*B*	12	11198	933.1	76.18**
A×*C*	20	44986	2249	183.6**
B×*C*	15	4772	318.1	25.97**
A×*B*×*C*	60	4093	68.2	5.57**
Hata	960	11760	12.2	
Genel	1079	449690		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.35. Kontakt uygulamada *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	48.82^{A}
	Adaçayı	216	41.90^{B}
	Rezene	216	40.22^{C}
	Okaliptus	216	32.63^{D}
	Kekik	216	9.19^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.35'de kontakt uygulamada fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik, en düşük etkiyi gösteren uçucu yağın ise biberiye olduğu tespit edilmiştir.

Feng ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada kekik uçucu yağının *A. alternata*'nın misel gelişimini 500 µl/L. dozunda % 62 oranında engellediğini, fungusun uçucu yağın 2000 µl/L dozuna 6 saat maruz kalmasıyla spor çimlenmesini % 100 engellediğini tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmada da benzer bulgular elde edilmiştir. Başka bir

ifadeyle, uçucu yağlar arasında en fazla antifungal etkinin kekik uçucu yağında olduğu gözlemlenmiş olup, bu etkinin yüksek miktardaki karvakrol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bazı çalışmalarda bir uçucu yağın esas etkisinin içeriğindeki en yüksek orandaki bileşeninden kaynaklandığı rapor edilmektedir (Combrinck ve ark., 2011).

Uçucu yağ bileşenlerinin (fenolik ve terpenler) gösterdikleri antimikrobiyal etkilerinin mekanizması literatürde farklı maddeler kullanılarak açıklanmasına rağmen (Davidson, 2001), yine de etki mekanizmaları kesin olarak ortaya konulamamıştır.

Uçucu yağların fenolik içeriği düşük konsantrasyonlarda enzim aktivitesini; özellikle enerji üretiminde rol oynayan enzimleri inaktive eder. Fenolik içerik yüksek konsantrasyonlarda ise proteinleri denatüre etmektedir. Fenolik antioksidant maddeler mikrobiyal hücre zarı geçirgenliğini etkileyerek, hücre içindeki molekülleri hücre dışına çıkararak kayba yol açarlar. Aynı zamanda fenolik bileşenler, membran proteinleriyle de etkileşime girerek, bu proteinlerin işlevini ve yapısını bozmaktadır (Prindle ve Wright, 1977; Fung ve ark., 1977).

Nychas (1995), fenolik bileşenlerin spor çimlenmesinden sorumlu enzimleri denatüre ederek ya da çimlenmeden sorumlu aminoasitelerle reaksiyona girerek mikroorganizmalara zarar verdiğini belirlemişlerdir. Fenolik bileşenler, hücre zarından içeri girer girmez, hücre zarı enzimleri ve proteinleri ile etkileşime girerek, protonların akış yönünü tersine çevirir ve böylece hücresel aktivite bozulmuş olur.

İnkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, fungal koloni çaplarında inkübasyon süresine bağlı olarak bir artış görülmektedir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Kontakt uygulamada *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	45.81^{A}
	5. gün	270	39.03^{B}
	4. gün	270	30.44^{C}
	3. gün	270	22.93^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.37. Kontakt uygulamada *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	54.54^{A}
	100 µl/L	180	33.19^{B}
	200 µl/L	180	32.14^{C}
	300 µl/L	180	30.71^{D}
	400 µl/L	180	28.54^{E}
	500 µl/L	180	28.19^{F}

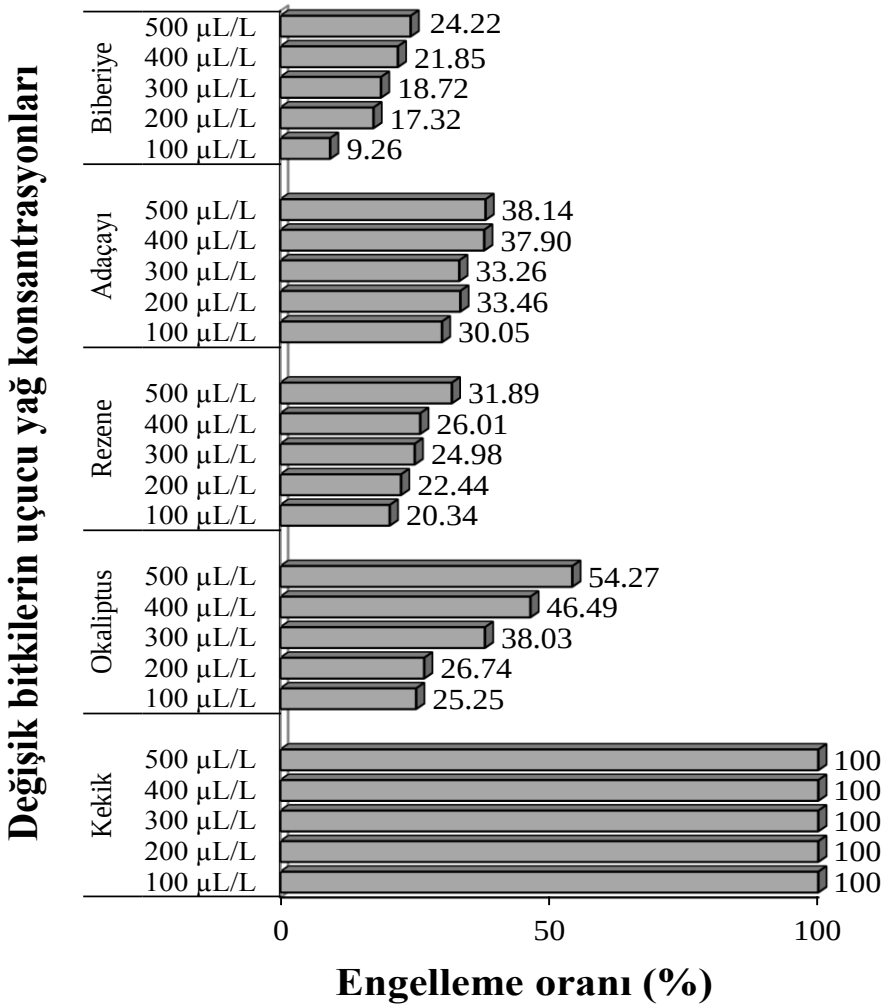
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.37'de koloni çapı değerleri üzeirine uçucu yağ konsantrasyonu faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre konsantrasyon miktarının artması fungal koloni çapı değerlerinin azalmasına yol açmıştır.

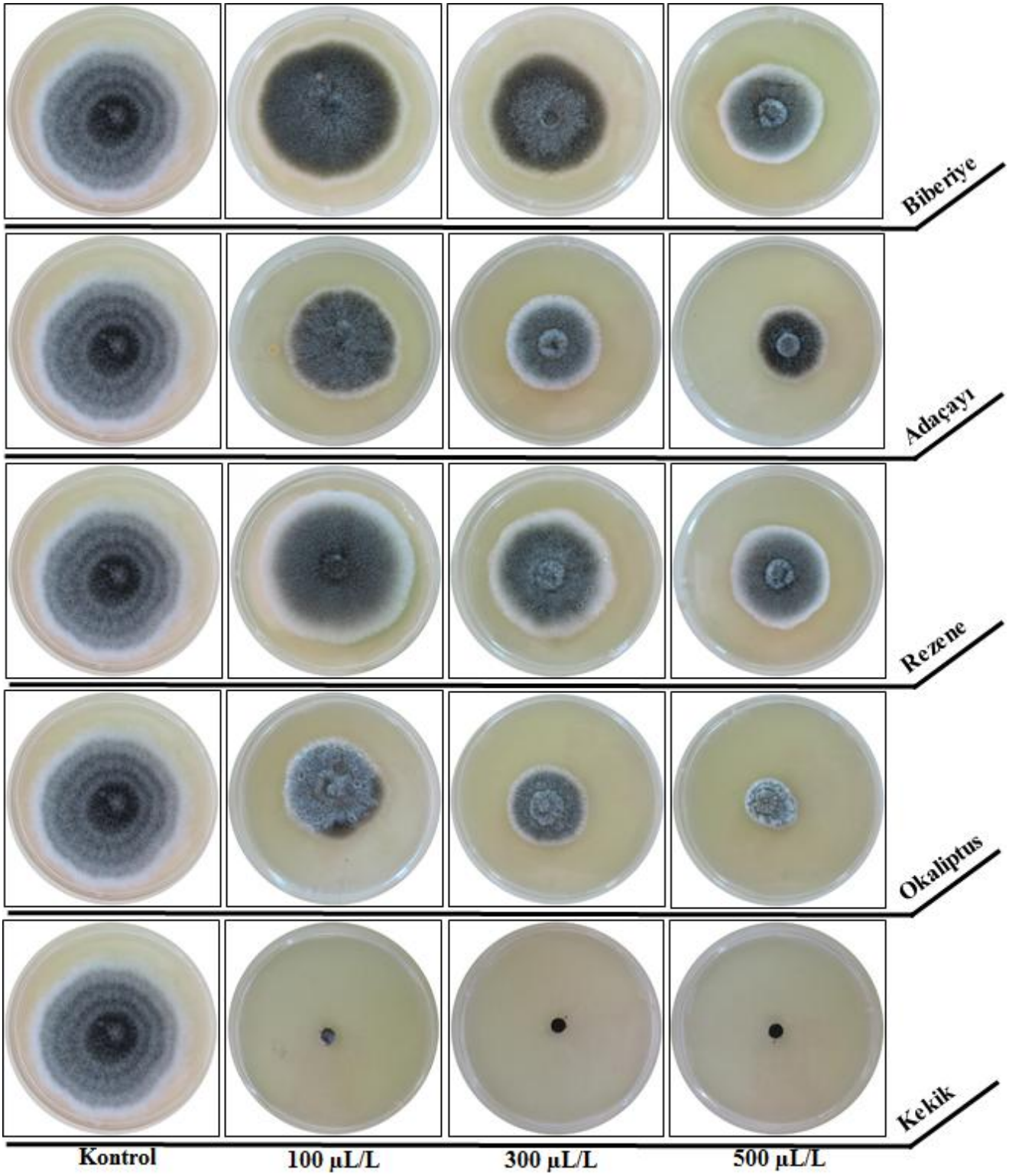
El-Zemity ve Ahmed (2005) kekik, rezene, okaliptus, biberiye uçucu yağlarının *A. alternata*'ya karşı çeşitli konsantrasyonlarını denemişler ve kekik uçucu yağının 30 µg/L, rezene uçucu yağının 316 µg/L, okaliptus ve biberiye uçucu yağlarının ise 500 µg/L üzeri konsantrasyonlarda misel gelişimini engelledikleri tespit etmişlerdir.

Feng ve Zheng (2007) *Alternaria alternata* etmenine karşı beş uçucu yağın (kekik, adaçayı, hindistan cevizi ve sinameki) çeşitli konsantrasyonlarını (100-500 ppm) test ettikleri çalışmada sinameki ve kekik uçucu yağlarının *A. alternata*'ya karşı antifungal etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırıcılar sinameki uçucu yağı 300 ppm ve üzeri dozlarda etmenin gelişimini tamamen engellediğini, kekiğin ise 500 ppm'de % 62 oranında engellediğini bulmuşlardır. Mevcut çalışmada da uçucu yağların konsantrasyonlarının artmasının, *A. alternata*'nın koloni çapı değerlerinin azalmasına neden olduğu görülmektedir. Uçucu yağlarda konsantrasyon miktarının artışına bağlı olarak fungusların misel ve spor yapıları üzerinde morfolojik bozulmaların meydana geldiği ve hiflerdeki deformasyonun arttığı tespit edilmiştir (Köse, 2007). Köse (2007) yaptığı çalışmada, *Origanum onites* (kekik) uçucu yağına 24 saat süre ile maruz bırakılan *A. alternata*'nın misel yapısının bozulup büzüldüğü, *P. digitatum*'un ve *B. cinerea*'nın hiflerinin de aynı şekilde büzüldüğü, uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça da hiflerde erimeler şeklinde yapısal bozuklukların görüldüğü ve çimlenmiş hiflerin uzamalarının engellendiği tespit edilmiştir.

Şekil 10 ve 11'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Alternaria mali* misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *A. mali*'ye karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 10'a bakıldığında bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının fungal gelişimi tüm konsantrasyonlarda % 100 oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus ve adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi önemli düzeyde engellediği görülmektedir. Şekil 11'deki fotoğraflardan da kekik uçucu yağının 100 µl/L ve üzerindeki dozlarda misel gelişimini engellediği görülürken diğer uçucu yağların ise artan konsantrasyonlara bağlı olarak misel gelişimini engelledikleri görülmektedir.



Şekil 10. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Alternaria mali* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 11. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Alternaria mali* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.38'de *A. mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" faktörlerinin interaksiyon etkileri görülmektedir. Bu interaksiyona göre biberiye uçucu yağının 6. gündeki inkübasyonunda en yüksek fungal koloni çapı değeri görülürken, en düşük değer ise kekik uçucu yağının 3. gün inkübasyonunda görülmektedir.

Çizelge 4.38. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	64.73^{A}
	Adaçayı × 6. gün	54	55.39^{B}
	Biberiye ×5. gün	54	53.11^{C}
	Rezene ×6. gün	54	52.07^{C}
	Adaçayı ×5. gün	54	46.58^{D}
	Rezene ×5. gün	54	46.44^{D}
	Okaliptus ×6. gün	54	44.45^{E}
	Biberiye ×4. gün	54	43.76^{E}
	Okaliptus × 5. gün	54	38.43^{F}
	Adaçayı × 4. gün	54	37.00^{G}
	Rezene × 4. gün	54	36.15^{G}
	Biberiye × 3. gün	54	33.70^{H}
	Adaçayı × 3. gün	54	28.64^{I}
	Okaliptus × 4. gün	54	27.51^{IJ}
	Rezene × 3. gün	54	26.22^{J}
	Okaliptus × 3. gün	54	20.13^{K}
	Kekik × 6. gün	54	12.45^{L}
	Kekik × 5. gün	54	10.57^{M}
	Kekik × 4. gün	54	7.77^{N}
	Kekik × 3. gün	54	5.96^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Kontakt uygulamada *A. mali*'ye ait fungal koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre uçucu yağ ile muamele edilmemiş örneklerde koloni çapı değerleri yüksek iken, kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarınyla muamele edilen örneklerde en düşük değerler görülmektedir yani herhangi bir gelişme gözlemlenmemiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon ise 300 µl/L olarak belirlenirken, 100 ve 200 µl/L dozlarında ise fungistatik etki tespit edilmiştir.

Çizelge 4.39. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Alternaria mali*'ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Adaçayı × Kontrol	36	60.11^{A}
	Biberiye × Kontrol	36	57.91^{B}
	Kekik × Kontrol	36	55.11^{C}
	Okaliptus × Kontrol	36	51.28^{D}
	Biberiye ×100 µl/L	36	49.91^{DE}
	Rezene × Kontrol	36	49.67^{DE}
	Biberiye × 500 µl/L	36	49.00^{E}
	Biberiye × 200 µl/L	36	46.52^{F}
	Biberiye × 300 µl/L	36	45.40^{F}
	Biberiye × 400 µl/L	36	42.83^{G}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	40.91^{H}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	39.98^{HI}
	Rezene × 200 µl/L	36	39.65^{HI}
	Rezene × 300 µl/L	36	39.50^{HI}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	39.40^{HI}
	Rezene × 400 µl/L	36	38.85^{IJ}
	Rezene × 100 µl/L	36	37.27^{JK}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	36.47^{K}
	Rezene × 500 µl/L	36	36.37^{KL}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	36.22^{KL}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	34.78^{LM}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	34.55^{M}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	29.26^{N}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	24.77^{O}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	20.82^{P}
	Kekik × 100 µl/L	36	0.00^{Q}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{Q}
	Kekik × 500 µl/L	36	0.00^{Q}
	Kekik × 300 µl/L $^{\Lambda}$	36	0.00^{Q}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

"İnkübasyon Süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ ile muamele edilmeyen fungal etmenin 6. inkübasyon gününde, en düşük değerlerin ise kekik uçucu yağı ile muamele edilen etmenin inkübasyonunun 3. gününde 500 µl/L dozunda tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Alternaria mali*'ye koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	71.77^{A}
	5. gün × Kontrol	45	61.72^{B}
	4. gün × Kontrol	45	47.58^{C}
	6. gün × 100 µl/L	45	44.00^{D}
	6. gün × 200 µl/L	45	42.57^{D}
	6. gün × 300 µl/L	45	40.59^{E}
	6. gün × 400 µl/L	45	38.68^{F}
	5. gün × 100 µl/L	45	37.30^{FG}
	6. gün × 500 µl/L	45	37.28^{FG}
	3. gün × Kontrol	45	37.11^{G}
	5. gün × 200 µl/L	45	36.28^{GH}
	5. gün × 300 µl/L	45	35.16^{H}
	5. gün × 400 µl/L	45	32.10^{I}
	5. gün × 500 µl/L	45	31.60^{I}
	4. gün × 100 µl/L	45	29.23^{J}
	4. gün × 200 µl/L	45	28.35^{JK}
	4. gün × 300 µl/L	45	27.17^{K}
	4. gün × 500 µl/L	45	25.20^{L}
	4. gün × 400 µl/L	45	25.09^{L}
	3. gün × 100 µl/L	45	22.21^{M}
	3. gün × 200 µl/L	45	21.34^{MN}
	3. gün × 300 µl/L	45	19.93^{NO}
	3. gün × 400µl/L	45	18.70^{OP}
	3. gün × 500µl/L	45	18.27^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.1.6. *In vitro*'da *Penicillium expansum*'a karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *P. expansum*'a ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.41).

P. expansum'a ait koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağ çeşidi faktörünün etkisine ait karşılaştırma testi sonuçlarına göre uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği gözlemlenmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı değerleri üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu, adaçayı ve okaliptusun kekikten sonra ikinci sırada yer aldığı ve bunu rezene uçucu yağının izlediği tespit edilmiştir. Biberiyenin ise en düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağ çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.41. Kontakt uygulamada *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	18272	4568	2321**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	5498	1833	931.1**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	13868	2774	1409**
A×*B*	12	1171	97.57	49.57**
A×*C*	20	86.92	434.6	220.81**
B×*C*	15	142	9.43	4.79**
A×*B*×*C*	60	559	9.31	4.73**
Hata	960	1890	1.97	
Genel	1079	50091		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.42. Kontakt uygulamada *Penicillium expansum*'a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	15.29^{A}
	Rezene	216	14.18^{B}
	Okaliptus	216	12.64^{C}
	Adaçayı	216	12.57^{C}
	Kekik	216	3.71^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Plaza ve ark. (2004), turunçgillerde *P. italicum* ve *P. digitatum*'un misel gelişimi üzerine 20 uçucu yağın kontakt etkilerini inceledikleri çalışmada kekik, mercanköşk, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının *P. italicum* ve *P. digitatum'*un misel 1000 µl/L'lik konsantrasyonlarında tamamen engellediğini tespit etmişlerdir.

Nguefack ve ark. (2012), *Cymbopogon citratus* (limon otu), *Ocimum gratissimum* (fesleğen) *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağlarının *P. expansum*'a karşı antifungal etkilerini araştırdıkları çalışmada, 1000 ppm konsantrasyonunda fesleğen uçucu yağının en etkili uçucu yağ olduğunu belirlemişler ve bunu sırasıyla limon otu ve kekik uçucu yağının izlediğini belirlemişlerdir. Araştırıcılar fesleğen uçucu yağında % 40.6, kekik uçucu yağında ise % 28.1 oranında timol bileşiği tespit etmişler ve fesleğen uçucu yağının gösterdiği antifungal etkiyi timol bileşeninin yüksek oranda olmasına atfetmişlerdir. Mevcut çalışmada ise kekik uçucu yağı en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiş ve karvakrol bileşeni % 81.25 olarak belirlenmiştir.

İnkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, fungal koloni çaplarının inkübasyon süresine bağlı olarak önemli derecede arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Kontakt uygulamada *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	14.68^{A}
	5. gün	270	12.55^{B}
	4. gün	270	10.99^{C}
	3. gün	270	8.50^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.44. Kontakt uygulamada *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	19.01^{A}
	100 µl/L	180	12.27^{B}
	200 µl/L	180	11.32^{C}
	300 µl/L	180	10.43^{D}
	400 µl/L	180	9.32^{E}
	500 µl/L	180	7.72^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

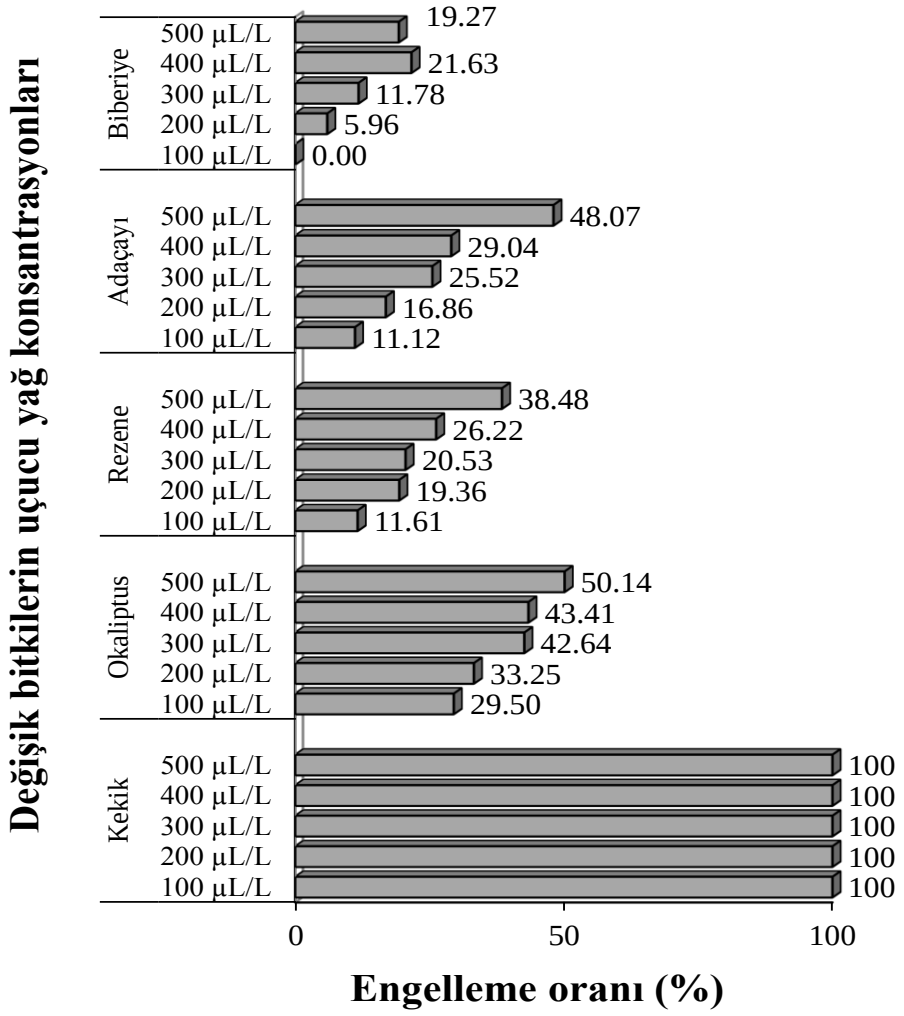
Uçucu yağ konsantrasyonunun fungal koloni çapı değeri üzerine etkisi incelendiğinde, *P. expansum*'a uygulanan uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça gösterdiği direncin azaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.44). Elde edilen sonuçlara göre en etkili konsantrasyonun 500 µl/L olduğu tespit edilmiş ve konsantrasyon azaldıkça da uçucu yağların antifungal etkilerinin azaldığı belirlenmiştir.

Viuda-Martos ve ark. (2008) *Penicillium chrysogenum* ve *P. verrucosum* etmenlerine karşı limon, mandarin, greyfurt ve portakal uçucu yağlarının %0.27, %0.47, %0.71 ve %0.94 konsantrasyonlarının antifungal etkilerini test ettikleri çalışmada, konsantrasyon miktarının artmasına bağlı olarak engelleme oranlarının da arttığını tespit etmişler ve %0.94 dozunda misel gelişimlerini tamamen engelledikleri tespit etmişlerdir. *Penicillium chrysogenum* ve *P. verrucosum* etmenlerine karşı en etkili uçucu yağlar ise sırasıyla greyfurt, limon, portakal ve mandarin olarak belirlenmişdir. Araştırıcılar turunçgil uçucu yağlarının gösterdiği antifungal etkiyi içerdikleri D- limonene, linalool gibi bileşenlerin varlığına bağlamışlardır (Rasooli ve ark, 2002; Alma ve ark, 2004).

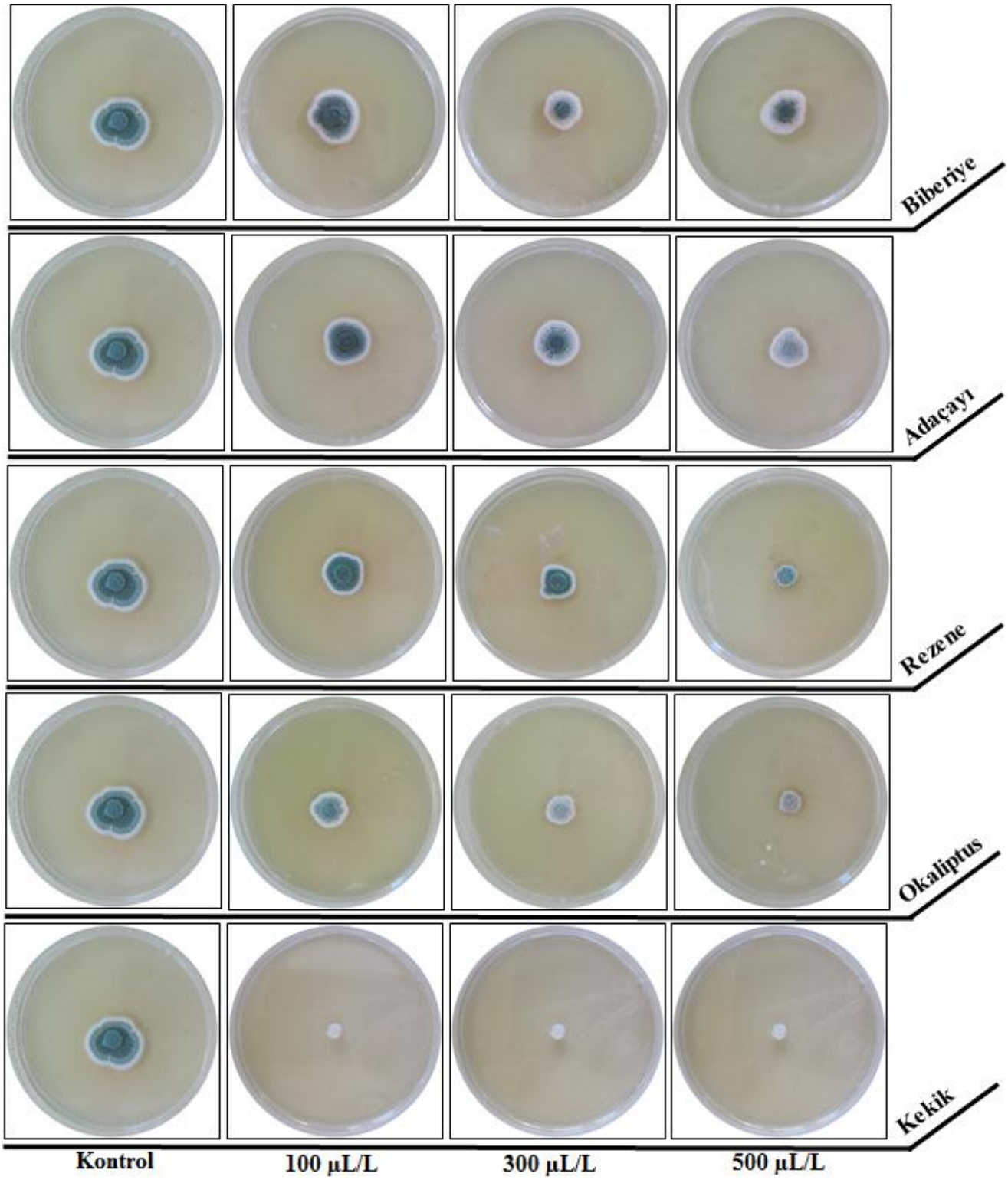
Penicillium expansum etmenine karşı 25 tıbbi bitkinin uçucu yağlarının antifungal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada *Pimenta dioica* (yenibahar) uçucu

yağının 1 µl/L konsantrasyonda misel gelişimini %100, *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağının ise %92.47 oranında engellediği belirlenmiştir (Zabka ve ark., 2009).

Şekil 12 ve 13'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Penicillium expansum'*un misel gelişimini engelleme oranları ve antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri görülmektedir. Şekil 12'ye bakıldığında kekik uçucu yağının *P. expansum*'un misel gelişimini % 100 oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus, adaçayı ve rezene uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak misel gelişimini engellediği görülmektedir. Biberiye uçucu yağının 200 µl/L ve üzerindeki konsantrasyonlarda misel gelişimini engellemeye başladığı görülmektedir. Şekil 13'e bakıldığında kekik uçucu yağının100 µl/L ve üzerinde, diğer uçucu yağların ise 500 µl/L dozunda en yüksek antifungal etkiyi gösterdikleri görülmektedir.



Şekil 12. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Penicillium expansum* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 13. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Penicillium expansum* koloni gelişimine etkileri

"Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkileri incelendiğinde, inkübasyon süresi arttıkça fungal koloni çapı değerlerinin de arttığı görülmüştür (Çizelge 4.45.) İnkübasyon süresi boyunca en yüksek koloni çapı değerlerinin gözlemlendiği interaksiyon biberiye × 6. gün iken, en düşük interaksiyon ise kekik × 3. Gün olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Penicillium expansum*'a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	18.89^{A}
	Rezene × 6. gün	54	17.68^{B}
	Okaliptus × 6. gün	54	16.87^{C}
	Biberiye × 5. gün	54	16.61^{C}
	Adaçayı × 6. gün	54	15.62^{D}
	Rezene × 5. gün	54	14.67^{E}
	Okaliptus × 5. gün	54	14.47^{E}
	Biberiye × 4. gün	54	14.18^{E}
	Rezene × 4. gün	54	13.41^{F}
	Adaçayı × 5. gün	54	13.07^{F}
	Okaliptus × 4. gün	54	12.00^{G}
	Adaçayı × 4. gün	54	11.82^{G}
	Biberiye × 3. gün	54	11.49^{G}
	Rezene × 3. gün	54	10.94^{H}
	Adaçayı × 3. gün	54	9.78^{I}
	Okaliptus × 3. gün	54	7.24^{J}
	Kekik × 6. gün	54	4.36^{K}
	Kekik × 5. gün	54	3.91^{KL}
	Kekik × 4. gün	54	3.51^{LM}
	Kekik × 3. gün	54	3.05^{M}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyonunda genel olarak uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak fungal koloni çapı değerlerinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.46). Uçucu yağ ile muamele edilmeyen *P. expansum*'un fungal koloni çapı en yüksek iken, kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonları ile muamele

Çizelge 4.46. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Kekik × Kontrol	36	22.24^{A}
	Okaliptus × Kontrol	36	20.75^{B}
	Rezene × Kontrol	36	18.11^{C}
	Biberiye × Kontrol	36	17.71^{CD}
	Adaçayı × Kontrol	36	17.11^{DE}
	Biberiye × 100 µl/L	36	16.85^{E}
	Biberiye × 200 µl/L	36	15.57^{F}
	Rezene × 100 µl/L	36	15.37^{F}
	Biberiye × 300 µl/L	36	14.49^{G}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	14.47^{G}
	Rezene × 200 µl/L	36	14.25^{GH}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	13.79^{HI}
	Rezene × 300 µl/L	36	13.78^{HI}
	Biberiye × 500 µl/L	36	13.77^{HIJ}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	13.45^{IJK}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	13.35^{IJK}
	Biberiye × 400 µl/L	36	13.12^{JK}
	Rezene × 400 µl/L	36	12.81^{K}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	12.14^{L}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	11.72^{L}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	11.61^{L}
	Rezene × 500 µl/L	36	10.74^{M}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	9.07^{N}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	7.07^{O}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	7.03^{O}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 100 µl/L $^{\Lambda}$	36	0.00^{P}
	Kekik × 300 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{P}
	Kekik × 500 µl/L	36	0.00^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

edilen etmenin en düşük fungal koloni çapını oluşturduğu görülmüştür. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon ise 100 µl/L olarak belirlenmiştir.

Kontakt uygulamada *P. expansum*'un fungal koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.47'da verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ muamele

edilmeyen fungusun inkübasyonunun 6. gününde; en düşük değerlerin ise 500 µl/L'lik uçucu yağ konsantrasyonu ile muamele edilen fungusların inkübasyonunun 3. gününde tespit edildiği görülmektedir. Tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde ise inkübasyon süresi artışına bağlı olarak düşük konsantrasyonlarda uçucu yağ ile muamele edilen örneklerde koloni çapı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.47. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	22.82^{A}
	5. gün × Kontrol	45	20.09^{B}
	4. gün × Kontrol	45	18.18^{C}
	3. gün × Kontrol	45	15.29^{D}
	6. gün × 100 µl/L	45	14.96^{D}
	6. gün × 200 µl/L	45	14.14^{E}
	5. gün × 100 µl/L	45	13.08^{F}
	6. gün × 300 µl/L	45	13.02^{F}
	6. gün × 400 µl/L	45	12.19^{G}
	5. gün × 200 µl/L	45	12.01^{GH}
	4. gün × 100 µl/L	45	11.45^{HI}
	5. gün × 300 µl/L	45	11.00^{IJ}
	6. gün × 500 µl/L	45	10.65^{K}
	4. gün × 200 µl/L	45	10.48^{K}
	5. gün × 400 µl/L	45	10.25^{KL}
	4. gün × 300 µl/L	45	9.69^{LM}
	3. gün × 100 µl/L	45	9.26^{MN}
	4. gün × 400 µl/L	45	9.06^{NO}
	5. gün × 500 µl/L	45	8.85^{NO}
	3. gün × 200 µl/L	45	8.66^{O}
	3. gün × 300 µl/L	45	8.00^{P}
	4. gün × 500 µl/L	45	7.05^{Q}
	3. gün × 400 µl/L	45	5.80^{R}
	3. gün × 500 µl/L	45	4.34^{S}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.1.7. *In vitro*'da *Monilinia fructigena*'ya karşı kontakt uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *M. fructigena*'ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. Kontakt uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	36046	9011	2019**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	18367	6122	1372**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	273164	54633	12240**
A×*B*	12	3423	285.3	63.92**
A×*C*	20	20812	1041	233.2**
B×*C*	15	19155	1277	286.1**
A×*B*×*C*	60	6120	102.0	22.85**
Hata	960	4285	4.5	
Genel	1079	381372		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.49. Kontakt uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	21.88^{A}
	Adaçayı	216	17.67^{B}
	Rezene	216	15.68^{C}
	Okaliptus	216	8.42^{D}
	Kekik	216	6.43^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.49'da kontakt uygulamada fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde *M. fructigena*'nın koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik, en düşük etkiyi gösteren uçucu yağın ise biberiye olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.50. Kontakt uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	19.67^{A}
	5. gün	270	15.75^{B}
	4. gün	270	12.03^{C}
	3. gün	270	8.62^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

İnkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, fungal koloni çaplarının inkübasyon süresine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.51. Kontakt uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	48.69^{A}
	100 µl/L	180	13.94^{B}
	200 µl/L	180	8.45^{C}
	300 µl/L	180	5.53^{D}
	400 µl/L	180	4.56^{E}
	500 µl/L	180	2.93^{F}

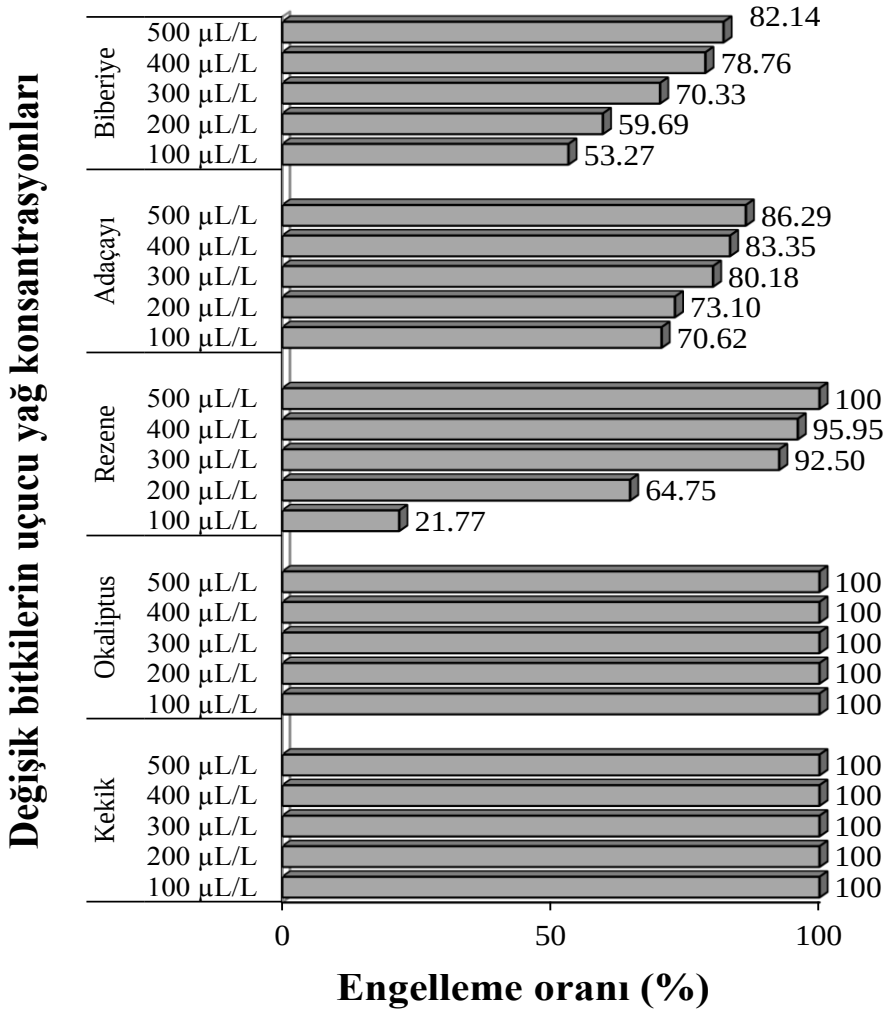
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Uçucu yağ konsantrasyonunun *M. fructigena*'ya ait koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça gösterdikleri direncin azaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.51). Elde edilen sonuçlara göre en etkili konsantrasyonun 500 µl/L olduğu tespit edilmiş ve konsantrasyon azaldıkça da uçucu yağların antifungal etkilerinin azaldığı belirlenmiştir.

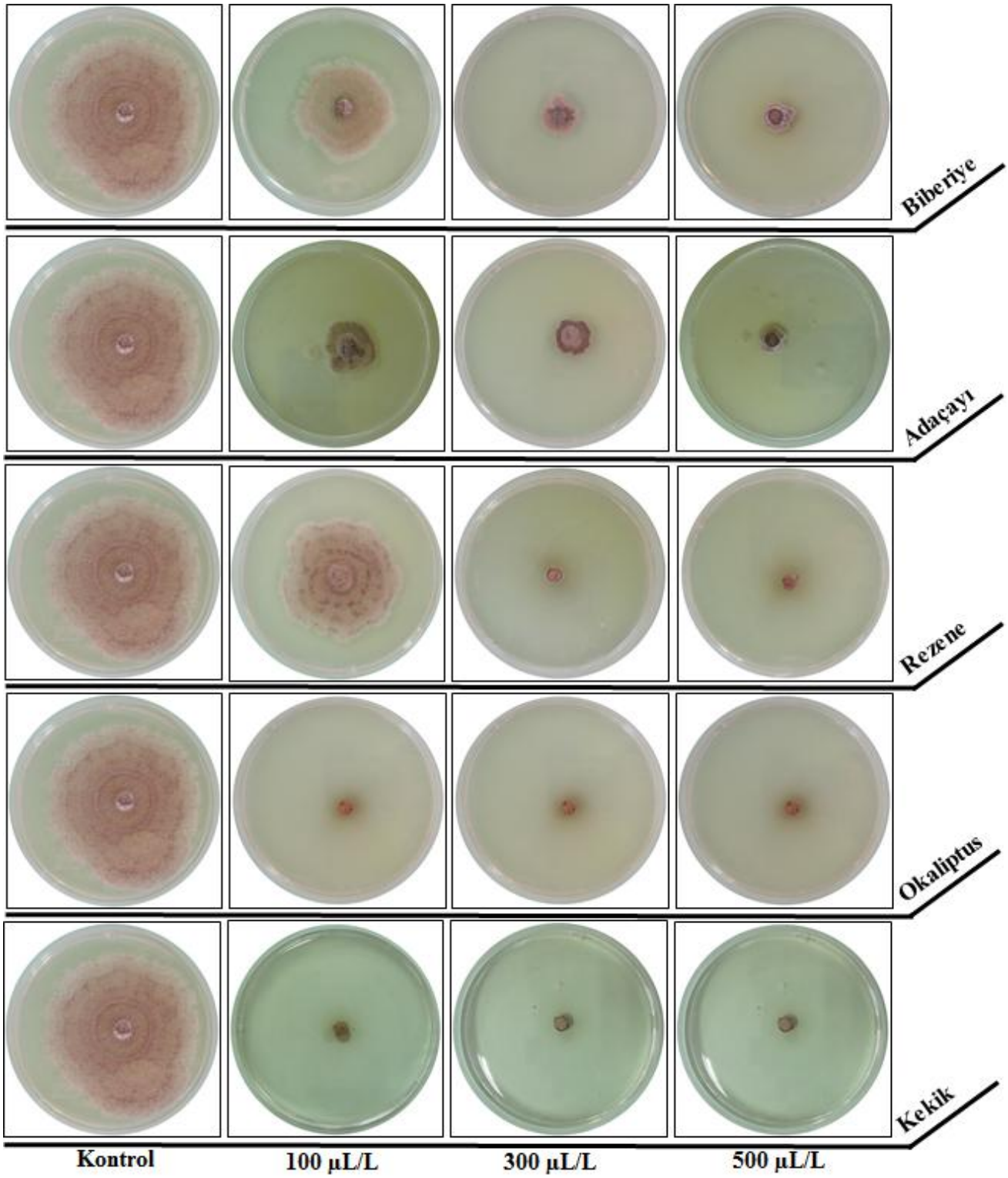
Lazar-Baker ve ark. (2011) *Backhousia citriodora* (mersin ağacı), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın), *Origanum vulgare* (İzmir kekiği), *Thymus vulgaris* (kekik), *Melaleuca alternafolia* (çay ağacı), *Valeriana officinalis* (kedi otu) uçucu yağlarının *M. fructigena*'nın misel gelişimine ve spor çimlenmesi üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, uçucu yağları 250-1000 µl/L dozları arasında test etmişler ve en etkili uçucu yağları mersin ağacı, kekik, tarçın ve İzmir kekiği olarak tespit etmişlerdir. Spor çimlenmesine etkisi incelendiğinde ise uçucu yağ ile muamele edilmeyen örneklerde sporların çimlenme oranı % 80 iken, 1000 µl/L'lik uçucu yağ konsantrasyonunda ise spor çimlenme oranları mersin ağacında % 0, İzmir kekiği, tarçın ve kekik uçucu yağlarında ise % 2 oranında tespit edilmiştir. Araştırıcılar mersin ağacının hem misel gelişimine hemde spor çimlenmesi üzerine antifungal etkisini uygulanan konsantrasyondan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Nitekim mevcut çalışmada uçucu yağ ile muamele edilmeyen fungusun koloni çapı ile uygulanan en yüksek konsantrasyon (500 µl/L) arasında oldukça önemli bir fark olduğu görülmektedir (Çizelge 4.51).

Şekil 14 ve 15'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *M. fructigena*'nın misel gelişimini engelleme oranları ve farklı

konsantrasyonlardaki uçucu yağların *M. fructigena*'ya karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 14'den bu fungus türü üzerine kekik ve okaliptus uçucu yağının tüm konsantrasyonlarının misel gelişimini % 100 oranında engellediği görülmektedir. Rezene uçucu yağının ise 500µl/L dozunda misel gelişimini tamamen engellediği görülmektedir. Adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak misel gelişimini engellediği görülmektedir.



Şekil 14. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Monilinia fructigena* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 15. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki kontakt uygulamasının *Monilinia fructigena* koloni gelişimine etkileri

"Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkileri incelendiğinde, inkübasyon süresi arttıkça *M. fructigena*'ya ait en yüksek koloni çapı değerlerinin gözlemlendiği uçucu yağ çeşidinin biberiye olduğu ve bunu sırasıyla rezene ve adaçayı uçucu yağlarının izlediği tespit edilmiştir. En düşük koloni değeri ise okaliptus uçucu yağının 3. gün inkübasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	28.59^{A}
	Rezene × 6. gün	54	25.29^{B}
	Adaçayı × 6. gün	54	23.78^{C}
	Biberiye × 5. gün	54	23.59^{C}
	Biberiye × 4. gün	54	20.17^{D}
	Adaçayı × 5. gün	54	19.55^{D}
	Rezene × 5. gün	54	18.56^{E}
	Adaçayı × 4. gün	54	15.30^{F}
	Biberiye × 3. gün	54	15.17^{F}
	Adaçayı × 3. gün	54	12.07^{G}
	Rezene × 4. gün	54	11.85^{H}
	Kekik × 6. gün	54	11.12^{H}
	Kekik × 5. gün	54	9.64^{I}
	Okaliptus × 6. gün	54	9.55^{I}
	Kekik × 4. gün	54	7.51^{J}
	Okaliptus × 5. gün	54	7.45^{J}
	Rezene × 3. gün	54	7.04^{J}
	Kekik × 3. gün	54	5.40^{K}
	Okaliptus × 4. gün	54	5.32^{K}
	Okaliptus × 3. gün	54	3.41^{L}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyonunda genel olarak uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak fungal koloni çapı değerlerinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.53). Uçucu yağ ile muamele edilmeyen *M. fructigena*'nın fungal koloni çapı en yüksek iken, kekik ve okaliptus uçucu yağlarını tüm konsantrasyonları ile muamele edilen *M. fructigena*'nın en düşük fungal koloni çapını oluşturduğu görülmüştür. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon ise 500 µl/L olarak belirlenmiştir. Kekik uçucu yağının uygulanan diğer konsantrasyonlarının ise fungistatik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bitki uçucu yağ bileşenlerinin *Monilinia laxa* üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada karvakrol, trans-2-hexenal ve citral bileşenlerinin *M. laxa*'ya karşı fungsidal etki gösterdikleri belirlenmiştir (Neri ve ark., 2007). Mevcut çalışmada da okaliptus ve kekik uçucu yağları *M. fructigena*'nın misel gelişimini tamamen engellediği belirlenmiştir. Kekik ve okaliptus uçucu yağlarında predominant bulunan bileşenler

Çizelge 4.53. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Adaçayı × Kontrol	36	53.05^{A}
	Biberiye × Kontrol	36	50.68^{B}
	Rezene × Kontrol	36	50.63^{B}
	Kekik × Kontrol	36	50.51^{B}
	Okaliptus × Kontrol	36	38.59^{C}
	Rezene × 100 µl/L	36	30.17^{D}
	Biberiye × 100 µl/L	36	24.65^{E}
	Biberiye × 200 µl/L	36	18.70^{F}
	Biberiye × 300 µl/L	36	15.15^{G}
	Adaçayı × 100 µl/L	36	14.90^{G}
	Adaçayı × 200 µl/L	36	13.66^{H}
	Biberiye × 400 µl/L	36	11.95^{I}
	Adaçayı × 300 µl/L	36	10.61^{J}
	Biberiye × 500 µl/L	36	10.15^{K}
	Rezene × 200 µl/L	36	9.86^{K}
	Adaçayı × 400 µl/L	36	9.54^{K}
	Adaçayı × 500 µl/L	36	4.27^{L}
	Rezene × 300 µl/L	36	1.90^{M}
	Rezene × 400 µl/L	36	1.30^{M}
	Rezene × 500 µl/L	36	0.24^{N}
	Okaliptus × 500 µl/L	36	0.00^{N}
	Kekik × 500 µl/L $^{\Lambda}$	36	0.00^{N}
	Kekik × 400 µl/L	36	0.00^{N}
	Kekik × 100 µl/L	36	0.00^{N}
	Okaliptus × 400 µl/L	36	0.00^{N}
	Kekik × 200 µl/L	36	0.00^{N}
	Kekik × 300 µl/L	36	0.00^{N}
	Okaliptus × 100 µl/L	36	0.00^{N}
	Okaliptus × 300 µl/L	36	0.00^{N}
	Okaliptus × 200 µl/L	36	0.00^{N}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

sırasıyla % 81.25 oranında karvakrol ve %24.9 oranında cymene'dir. Karvakrol ve cymene bileşenlerinin sinerjistik etkiye sahip olduğunu ve hücre zarının bütünlüğünü

bozduğunu Ultee ve ark (2002) tespit etmişlerdir.

Kontakt uygulamada *M. fructigena*'ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4. 54'de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Uçucu yağların kontakt uygulamasında *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	65.52^{A}
	5. gün × Kontrol	45	54.97^{B}
	4. gün × Kontrol	45	43.35^{C}
	3. gün × Kontrol	45	30.91^{D}
	6. gün × 100 µl/L	45	20.88^{E}
	5. gün × 100 µl/L	45	15.68^{F}
	6. gün × 200 µl/L	45	13.88^{G}
	4. gün × 100 µl/L	45	11.88^{H}
	5. gün × 200 µl/L	45	9.21^{I}
	6. gün × 300 µl/L	45	7.73^{J}
	3. gün × 100 µl/L	45	7.33^{J}
	4. gün × 200 µl/L	45	6.21^{K}
	5. gün × 300 µl/L	45	5.89^{K}
	6. gün × 400 µl/L	45	5.70^{KL}
	5. gün × 400 µl/L	45	4.90^{LM}
	4. gün × 300 µl/L	45	4.63^{MN}
	3. gün × 200 µl/L	45	4.48^{MN}
	6. gün × 500 µl/L	45	4.29^{MNO}
	4. gün × 400 µl/L	45	4.18^{MNO}
	5. gün × 500 µl/L	45	3.88^{NO}
	3. gün × 300 µl/L	45	3.87^{NO}
	3. gün × 400 µl/L	45	3.47^{O}
	4. gün × 500 µl/L	45	1.92^{P}
	3. gün × 500 µl/L	45	1.65^{P}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Elde edilen sonuçlara göre inkübasyonun 6. gününde uçucu yağ ile muamele edilmeyen etmenin en yüksek koloni çapı değerini oluşturduğu gözlemlenirken, en düşük koloni değerleri ise uçucu yağların 500 µl/L konsantrasyolarıyla muamele edilen etmenin 3. ve 4. inkübasyon sürelerinde görülmektedir.

4.2.2. *In vitro* koşullarda değişik bitki uçucu yağ fumigasyon uygulamalarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı etkileri

4.2.2.1. *In vitro*'da *Rhizopus stolonifer*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Uçucu yağların fumigasyon uygulamasının *R. stolonifer*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Fumigasyon uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	559045	139761	706.7**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	260.8	86.9	0.44**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	37587	75.17	38.02**
A×*B*	12	439.0	36.6	0.19**
A×*C*	20	144820	7241	36.62**
B×*C*	15	216.3	14.4	0.07**
A×*B*×*C*	60	1475	24.6	0.12**
Hata	960	189934	197.7	
Genel	1079	933677		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.56. Fumigasyon uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Rezene	216	90.00^{A}
	Biberiye	216	90.00^{A}
	Okaliptus	216	90.00^{A}
	Adaçayı	216	89.45^{A}
	Kekik	216	32.99^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.56'da fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleriyle mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı üzerine en etkiki uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu, adaçayı

okaliptus, biberiye ve rezene uçucu yağlarının daha düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağ çeşitleri olduğu tespit edilmiştir.

Abdollahi ve ark. (2011) *Ocimum basilicum* L. (fesleğen), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Satureja hortensis* L. (zahter), *Thymus vulgaris* L. (kekik) uçucu yağlarını *R. stolonifer*'e karşı 5, 10, 15, 20, 25 ve 40 µl/petri konsantrasyonlarında uyguladıklarında zahter uçucu yağının 5 µl, kekik uçucu yağının 10 µl fesleğenin 15 µl ve rezenenin 40 µl dozlarında yüksek derecede antifungal etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Tyagi ve Malik (2011a), *Penicillium digitatum*, *A. flavus, A. niger*, *Mucor* spp. *R. nigricans* ve *Fusarium oxysporum* etmenlerine karşı okaliptus (*Eucalyptus globulus*) uçucu yağının fumigasyon uygulamasının etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, *R. nigricans* hariç diğer funguslara karşı uçucu yağ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak antifungal etkinin arttığını ve *A. flavus, A. niger*, *Mucor* spp.'nin miselyal gelişimini ise 60 µl/petri konsantrasyonunda tamamen engellediğini tespit etmişlerdir. Nitekim bizim çalışmamızda da *R. stolonifer'*in diğer funguslara göre de en dirençli fungus olduğu tespit edilmiştir. Kontakt ve fumigasyon denemelerinden elde edilen sonuçlar birbirleriyle kıyaslandığında da her iki uygulamada elde edilen sonuçların birbiriyle paralellik gösterdiği görülmektedir.

Antimikrobiyal testleri gerçekleştirmek oldukça zordur. Çünkü uçucu yağlar, yüksek buharlaşma özelliklerine sahip olduklarından dolayı bu yağların bir kısmı deneme sırasında buharlaşır ve elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Bu yüzden buharlaşma probleminin daha az görüldüğü kontakt uygulama testleri (agar dilüsyon testleri) fumigasyon (agar difüzyon) testlerine kıyasla daha çok tercih edilmektedir (Lang ve Buchbauer, 2011). Ayrıca, difüzyon yöntemlerinde agar içerisine giren ve mikroorganizma ile etkileşen uçucu yağ miktarı tam olarak bilinememektedir. Çünkü farklı uçucu yağların besiyerine difüze olma katsayılarının birbirinden farklı olabilmektedir ve dolayısıyla difüze olan maddenin miktarının değişebileceği bildirilmiştir (Hadacek ve Greger, 2000).

R. stolonifer'in koloni çapına inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde, fungal koloni çaplarında inkübasyon süresine bağlı olarak herhangi bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.57. Fumigasyon uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	78.83^{A}
	5. gün	270	78.83^{A}
	4. gün	270	78.65^{A}
	3. gün	270	77.65^{A}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.58. Fumigasyon uygulamada *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

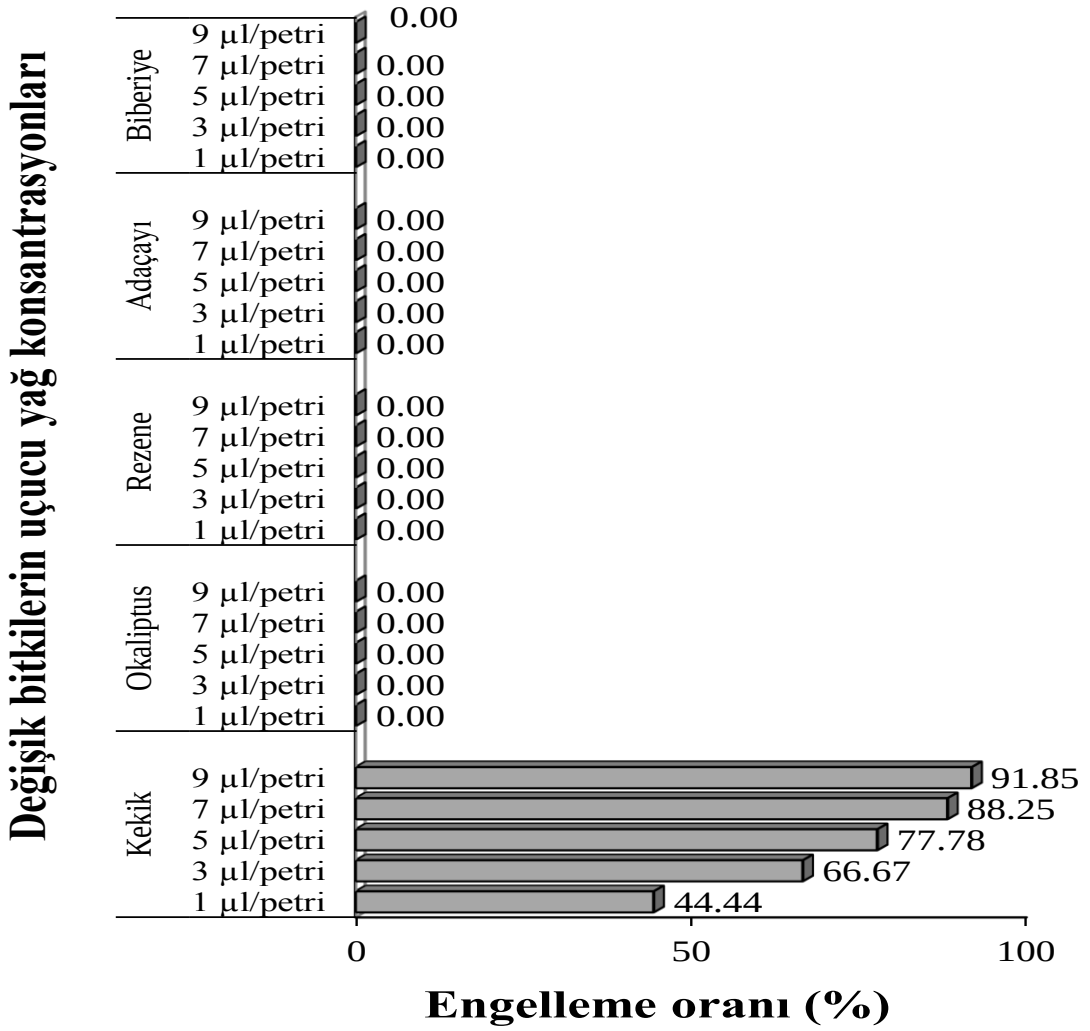
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	90.00^{A}
	1 µl/petri	180	81.59^{B}
	3 µl/petri	180	77.56^{C}
	5 µl/petri	180	75.45^{CD}
	7 µl/petri	180	73.22^{D}
	9 µl/petri	180	73.11^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

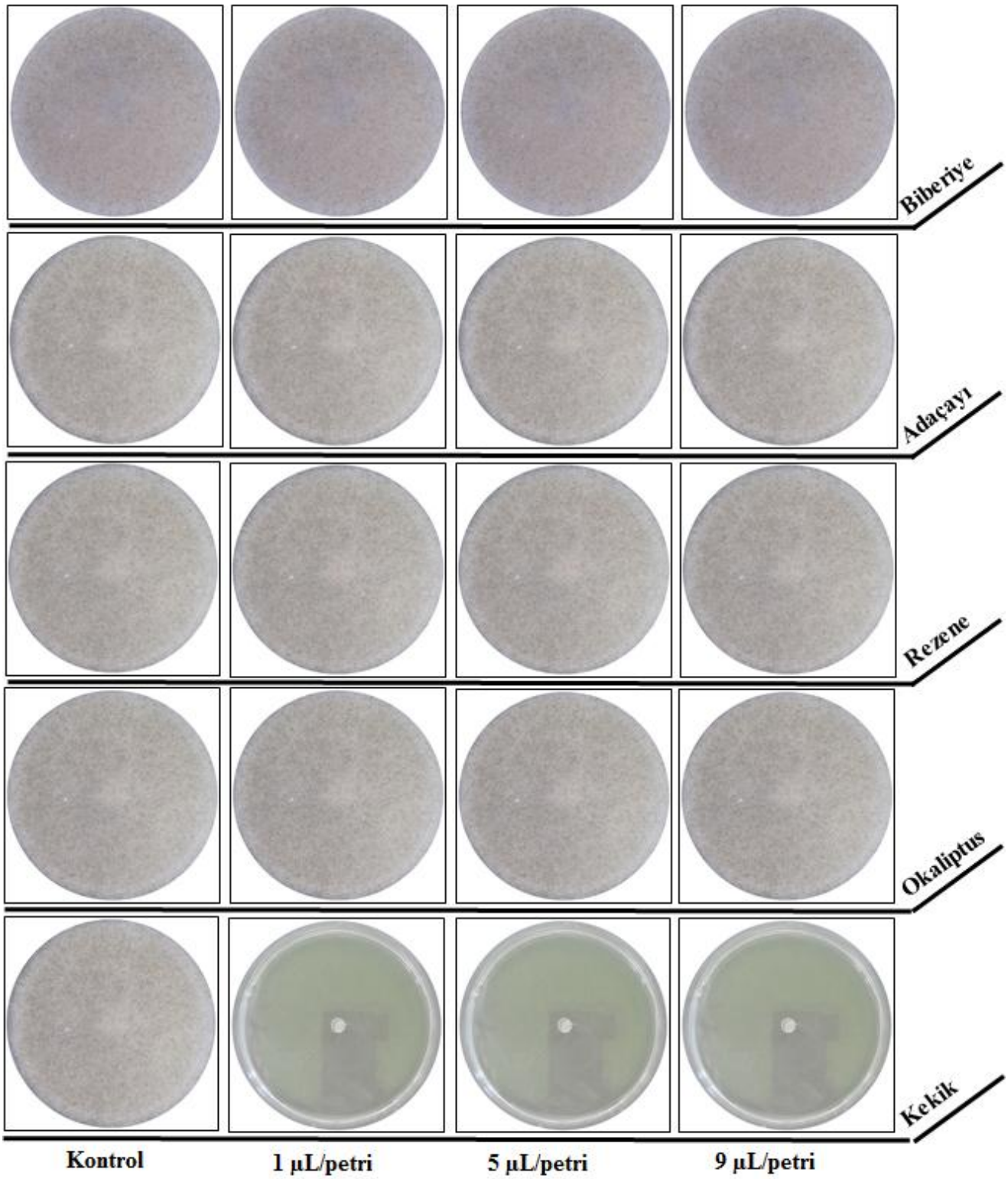
Uçucu yağ konsantrasyonunun fungal koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, *R. stolonifer*'in uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça gösterdiği direncin azaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.58).

Edris ve Frag (2003), fesleğen ve nane uçucu yağlarının *R. stolonifer* üzerine antifungal etkilerini belirledikleri çalışmada 10, 15, 20, 30 ve 40 µl/400 ml uyguladıklarında bu uçucu yağların 30 ve 40 µl/400 ml konsantrasyonunda *R. stolonifer*'in fungal koloni çapını tamamen inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bunun muhtemel nedenini fesleğen uçucucu yağının içerdiği linalool (% 55.78) ve öjenol (% 12.5) bileşenlerin konsantrasyon miktarının artmasıyla bu bileşenlerin etkinliğinin artmasına bağlamaktadır. Nitekim mevcut çalışmada da konsantrasyon miktarının artmasıyla uçucu yağların gösterdikleri antifungal etkilerin de arttığı tespit edilmiştir. Bunun muhtemel nedenini uçucu yağların fungusların hücre morfolojisinde yaptıkları dejenerasyondan kaynaklandığı belirtilmektedir (Soylu ve ark., 2007).

Şekil 16 ve 17'de değişik bitki uçucu yağlarının fumigasyon uygulamasında farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların 6. inkübasyon gününde *R.stolonifer*'in misel gelişimini engelleme oranları ve *R. stolonifer*'e karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 16'ya bakıldığında kekik uçucu yağının fungusun misel gelişimini yüksek oranda engellediği görülmektedir. Yine aynı şekil incelendiğinde diğer uçucu yağların *R. stolonifer*'in misel gelişimini hiçbir şekilde engelleyemedikleri görülmektedir. Kekik uçucu yağı *R. stolonifer*'e karşı 1 ve 3 µL/ petri dozlarında fungistatik etki gösterirken, 5 µL/ petri ve üzeri konsantrasyonlarda fungisidal etki göstermiştir.



Şekil 16. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Rhizopus stolonifer* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 17. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Rhizopus stolonifer* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.59'da uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *R. stolonifer*'e ait koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" faktörlerinin interaksiyonları incelendiğinde inkübasyon süresi boyunca sadece kekik uçucu yağının fungal koloni çapının azalmasında rol oynadığı, diğer uçucu yağların ise inkübasyon süresi boyunca herhangi bir etki göstermediği görülmektedir.

Çizelge 4.59. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Rezene × 3. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 4. Gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 4. gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 5. gün	54	90.00^{A}
	Rezene × 6. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 4. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 3. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 4. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 5. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 6. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 3. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 6. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 5. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 6. gün	54	90.00^{A}
	Okaliptus × 5. gün	54	90.00^{A}
	Adaçayı × 3. gün	54	87.83^{A}
	Kekik × 5. gün	54	34.15^{B}
	Kekik × 6. gün	54	34.15^{B}
	Kekik × 4. gün	54	33.24^{B}
	Kekik × 3. gün	54	30.40^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

"Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi incelendiğinde en düşük fungal koloni çapı değerlerinin kekik uçucu yağının 7 ve 9 µl'lik konsantrasyonlarında tespit edilirken, diğer uçucu yağların konsantrasyonlarının artmasının *R. stolonifer*'in koloni çapı gelişimini etkilemediği görülmektedir (Çizelge 4.60).

Abdollahi ve ark. (2011) *Ocimum basilicum* L. (fesleğen), *Foeniculum vulgare*

Mill. (rezene), *Satureja hortensis* L. (zahter), *Thymus vulgaris* L. (kekik) uçucu yağlarını R. stolonifer'e karşı 5, 10, 15, 20, 25 ve 40 µl/petri konsantrasyonlarında uyguladıklarında zahter uçucu yağının 5 µl, kekik uçucu yağının 10 µl fesleğenin 15 µl ve rezenenin 40 µl dozlarında yüksek derecede antifungal etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada ise kekik uçucu yağı dışındaki diğer uçucu yağların antifungal etki gösterememelerinin nedeni uygulanan konsantrasyon miktarlarına bağlanabilir. Nitekim Alizadeh-Salteh ve ark. (2010) adaçayı uçucu yağının düşük konsantrasyonlarda *R. stolonifer*' in misel gelişimini engellemediğini, 24 ve 48 µl'lik konsantrasyonlarda ise misel gelişimini engellediğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.60. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Okaliptus × 9 µl/petri	36	90.00^{A}
	Kekik × Kontrol	36	90.00^{A}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	90.00^{A}
	Rezene × Kontrol	36	90.00^{A}
	Rezene × 1 µl/petri	36	90.00^{A}
	Rezene × 3 µl/petri	36	90.00^{A}
	Rezene × 5 µl/petri	36	90.00^{A}
	Rezene × 7 µl/petri	36	90.00^{A}
	Rezene × 9 µl/petri	36	90.00^{A}
	Biberiye × Kontrol	36	90.00^{A}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	90.00^{A}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	90.00^{A}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	90.00^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	90.00^{A}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	90.00^{A}
	Okaliptus × Kontrol	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	90.00^{A}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	90.00^{A}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	86.75^{A}
	Kekik × 1 µl/petri	36	47.93^{B}
	Kekik × 3 µl/petri	36	27.80^{C}
	Kekik × 5 µl/petri^{A}	36	17.26^{D}
	Kekik × 7 µl/petri	36	9.36^{E}
	Kekik × 9 µl/petri	36	5.56^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Fumigasyon uygulamada *R. stolonifer*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.61'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hangi inkübasyon süresinde olursa olsun uçucu yağ konsantrasyonunun artışına bağlı olarak koloni çapı değerlerinin azaldığı ve inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak koloni çaplarınında arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.61. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Rhizopus stolonifer*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	4. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	3. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	4. gün × 1 µl/petri	45	82.00^{B}
	5. gün × 1 µl/petri	45	82.00^{B}
	6. gün × 1 µl/petri	45	82.00^{B}
	3. gün × 1 µl/petri	45	80.35^{BC}
	4. gün × 3 µl/petri	45	78.00^{BCD}
	6. gün × 3 µl/petri	45	78.00^{BCD}
	5. gün × 3 µl/petri	45	78.00^{BCD}
	3. gün × 3 µl/petri	45	76.24^{BCDE}
	5. gün × 5 µl/petri	45	76.00^{CDE}
	6. gün × 5 µl/petri	45	76.00^{CDE}
	3. gün × 5 µl/petri	45	74.91^{CDE}
	4. gün × 5 µl/petri	45	74.91^{CDE}
	4. gün × 9 µl/petri	45	73.88^{DE}
	5. gün × 9 µl/petri	45	73.87^{DE}
	6. gün × 9 µl/petri	45	73.87^{DE}
	3. gün × 7 µl/petri	45	73.11^{DE}
	4. gün × 7 µl/petri	45	73.11^{DE}
	5. gün × 7 µl/petri	45	73.11^{DE}
	6. gün × 7 µl/petri	45	73.11^{DE}
	3. gün × 9 µl/petri	45	71.28^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.2.2. *In vitro*'da *Aspergillus niger*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Aspergillus niger*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. Fumigasyon uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	552275	138069	12823**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	157041	52347	4862**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	152706	30541	2836**
A×*B*	12	27794	2316	215.1**
A×*C*	20	111179	5559	516.3**
B×*C*	15	2629	175	16.30**
A×*B*×*C*	60	9242	154	14.31**
Hata	960	10337	11	
Genel	1079	1023203		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.63. Fumigasyon uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	76.91^{A}
	Okaliptus	216	67.47^{B}
	Adaçayı	216	62.75^{C}
	Rezene	216	54.33^{D}
	Kekik	216	11.86^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Değişik bitki uçucu yağlarının fungusların koloni çapı değerlerine farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.63). Uçucu yağ çeşitlerini birbirleri ile kıyasladığımızda en etkili uçucu yağın kekik olduğu, en düşük düzeyde etki eden uçucu yağın ise biberiye olduğu tespit edilmiştir. En düşük koloni çapı değerini oluşturan ikici uçucu yağ rezene iken bunu sırasıyla adaçayı ve okaliptus uçucu yağları takip etmektedir.

Pawar ve Thaker (2006) defne, fesleğen, karanfil, gül, sardunya çiçeği, çin

tarçını, yaprak tarçın, kabuk tarçın, bergamot gibi 75 farklı uçucu yağın *Aspergillus niger*' in hif gelişiminine ve spor oluşumuna etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada en etkili uçucu yağların 5µl/petri dozunda *Cinnamomum casia* (çin tarçını), *Cinnamomum zeylanicum* (kabuk tarçın), *Cinnamomum zeylanicum* (yaprak), *Syzygium aromaticum* (karanfil) ve *Cymbopogon citratus* (limon otu) olarak tespit etmişlerdir. Bu uçucu yağlarda en yüksek oranda bulunan bileşenler ise çin tarçını, kabuk tarçın ve yaprak tarçında cinnamaldehit (% 66.36, % 64.13, % 58.49), karanfilde öjenol (%47.64) ve limon otunda ise geranial (29.40) olarak tespit edilmiştir.

Abdollahi ve ark. (2011) *Zataria multiflora* uçucu yağının 0.8 ile 10 µl/petri arasındaki konsantrasyonlarını *A. niger'* in misel gelişimi ve sporulasyonu üzerine test ettikleri çalışmada, uçucu yağın 0.8 µl/petri konsantrasyonunda misel gelişimini 4 µl/petri dozunda ise spor çinlenmesini tamamen durdurduğunu tespit etmişlerdir. Nitekim yapılan çalışmada da kekik uçucu yağı 1 µl/petri dozunda *A. niger*'in misel gelişimini tamamen durdurmuştur. Bu antifungal etkinin muhtemel nedeni ise daha önceki bölümde de bahsedildiği gibi uçucu yağ bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lopez-Malo, 1998).

Nitekim uçucu yağların etkinlik dereceleri üzerine yalnızca kimyasal komposizyonlarındaki farklılık etki etmemekte, aynı zamanda uçucu yağların uygulama şeklide gösterdikleri antimikrobiyal etki üzerine önemli rol oynamaktadır. Bu testler arasında en yaygın olarak kullanılan yöntemler kontakt (agar dilüsyon) ve fumigasyon (agar difüzyon) metodlarıdır. Kontakt uygulamada uçucu yağlar içerisinde bulunan etkin maddeler sıvı besiyerine absorbe edilirken, fumigasyon denemelerinde ise bu antimikrobiyal özellikteki uçucu bileşikler mikroorganizmaların doğrudan absorbe edeceği şekilde tatbik edilmektedir (Trivedi ve Hotchandani, 2004). *Escherichia coli* üzerine yapılan bir araştırmada her iki yöntemde birbiriyle kıyaslanmış; kontakt denemede absorbe edilen uçucu bileşenlerin çok daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Ghalem ve Mohammed, 2008).

Ancak bazı çalışmalarda farklı sonuçlarda rapor edilmiştir. Örneğin Tyagi ve Malik (2011a) *Eucalyptus globulus* uçucu yağının *Penicillium digitatum, A. flavus, A. niger, Mucor* spp. *R. nigricans* ve *Fusarium oxysporum*'a etkisinin tespit edildiği bir çalışmada uçucu yağın fumigasyon uygulanmasının kontakt uygulamaya oranla daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği ve bunun muhtemel nedeninin ise monoterpenlerin gaz formunda daha etkin penetrasyon kabiliyetine sahip olduğu ve

böylece hücre membranlarında daha iyi çözünebildiğinden ileri gelebileceğini belirtmiştir. Ayrıca Tyagi ve Malik (2010), *Candida* hücrelerinin morfolojik incelemeleri sonucunda limon otu (*Cymbopogon citratus*) uçucu yağının gaz halinde uygulanmasının kontakt uygulanmasına kıyasla *Candida* hücrelerine geri dönüşümsüz bir hasar bıraktığını, bunun da buhar fazındaki uçucu yağ bileşenlerinin hücreye çok daha iyi penetre olduğunu rapor etmişlerdir.

Fungal koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, inkübasyon süresine bağlı olarak koloni çapı değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. Fumigasyon uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	69.54^{A}
	5. gün	270	61.56^{B}
	4. gün	270	49.95^{C}
	3. gün	270	37.62^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.65. Fumigasyon uygulamada *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

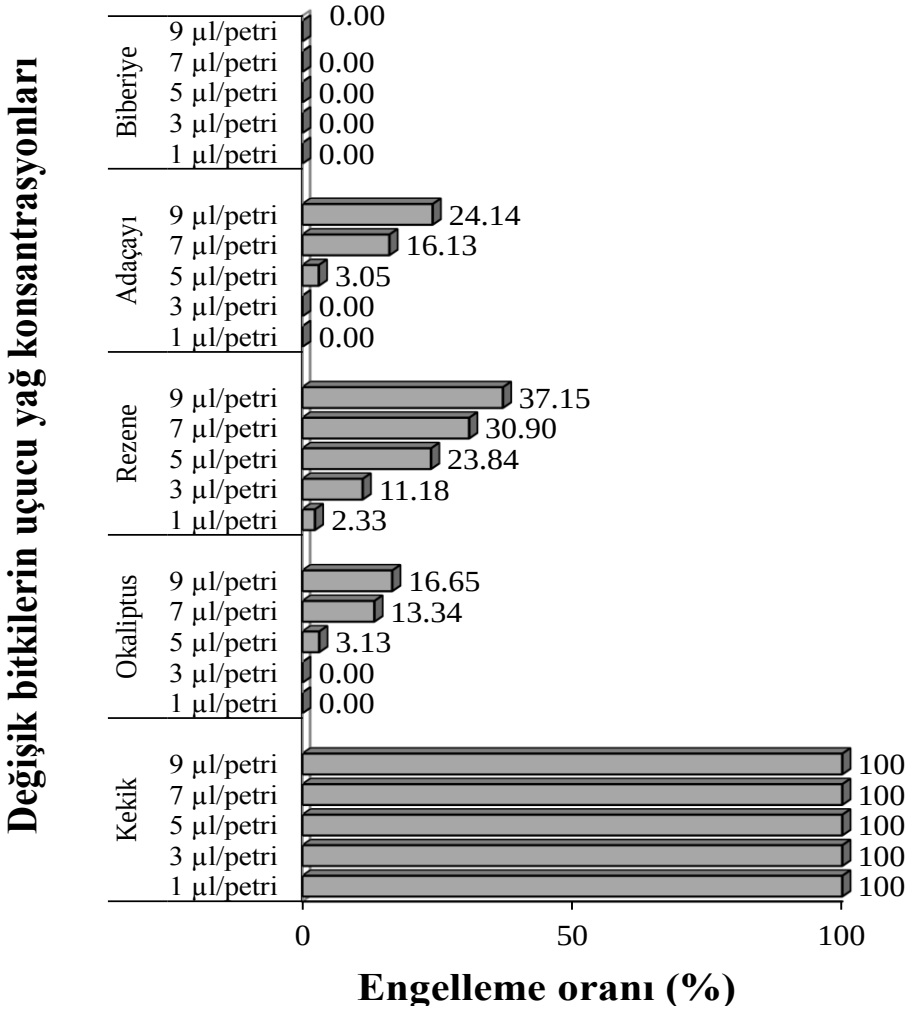
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	76.30^{A}
	1 µl/petri	180	60.50^{B}
	3 µl/petri	180	56.71^{C}
	5 µl/petri	180	50.34^{D}
	7 µl/petri	180	43.87^{E}
	9 µl/petri	180	40.28^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

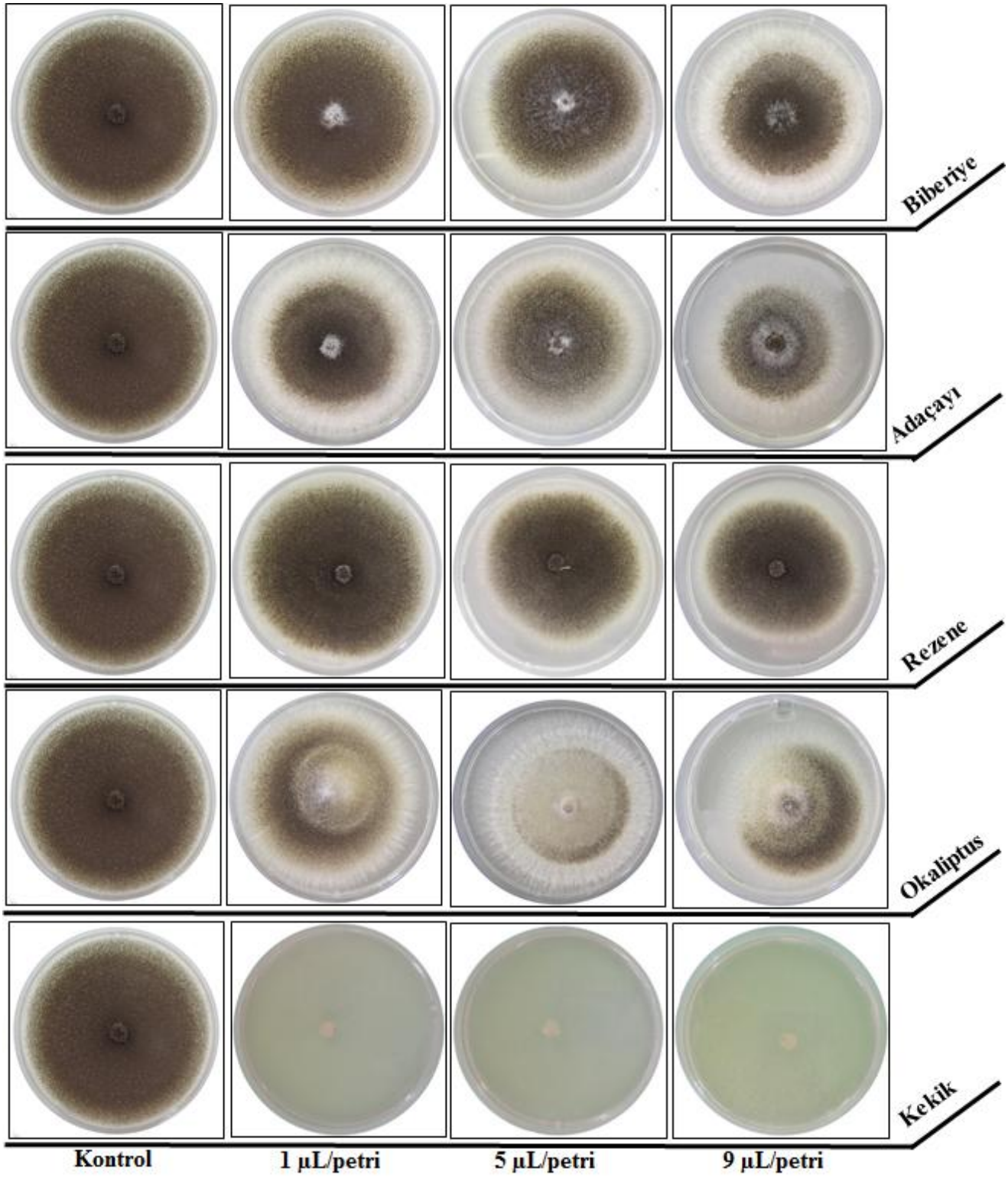
Uçucu yağların konsantrasyonlarının *A. niger*'in koloni çapı değerlerine etkisi incelendiğinde ise konsantrasyon artışına bağlı olarak koloni çaplarının azaldığı Çizelge 4.65'de görülmektedir.

Şekil 18 ve 19'da değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *A. niger*'in misel gelişimini engelleme oranları ve farklı

konsantrasyonlardaki uçucu yağların *A. niger*'e karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 18 incelendiğinde *A. niger*'in misel gelişimi kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarında % 100 oranında engellendiği anlaşılmaktadır. Okaliptus ve adaçayı uçucu yağlarının 1 ve 3 µl/petri konsantrasyonlarında, biberiye uçucu yağının ise tüm konsantrasyonlarında misel gelişimini engellemedikleri görülmektedir. Bu dozların üzerinde ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimini değişik oranlarda engellendiği görülmektedir. Ayrıca rezene uçucu yağıda tüm konsantrasyonlarda doza bağlı olarak misel gelişimini engellemiştir. Şekil 19'a bakıldığında kekik uçucu yağının 1 µl/petri üzerindeki, okaliptus ve adaçayı uçucu yağının ise 5 µl/petri ve üzerindeki konsantrasyonlarda misel gelişimini engellemeye başladıkları görülmektedir.



Şekil 18. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Aspergillus niger* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 19. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Aspergillus niger* koloni gelişimine etkileri

Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında fungusların koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.66'da verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek koloni çapı değerlerinin biberiye uçucu yağı ile muamele edilen fungusun inkübasyonunun 6. gününde; en düşük değerlerin ise kekik uçucu yağı ile muamele edilen fungusların inkübasyonunun 3. gününde tespit edildiği görülmektedir. Tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde ise inkübasyon süresi boyunca koloni çapı değerlerinin azaltılmasında kekiğin diğer uçucu yağlara kıyasla daha etkili uçucu yağ olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.66. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye× 6. gün	54	90.00^{A}
	Biberiye × 5. gün	54	86.08^{B}
	Okaliptus × 6. gün	54	85.03^{B}
	Adaçayı × 6. gün	54	83.50^{C}
	Okaliptus × 5. gün	54	76.64^{D}
	Rezene× 6. gün	54	74.19^{E}
	Biberiye × 4. gün	54	72.94^{F}
	Adaçayı × 5. gün	54	69.37^{G}
	Rezene× 5. gün	54	62.54^{H}
	Okaliptus × 4. gün	54	61.46^{H}
	Biberiye × 3. gün	54	58.64^{I}
	Adaçayı × 4. gün	54	56.98^{J}
	Rezene × 4. gün	54	47.66^{K}
	Okaliptus × 3. gün	54	46.77^{K}
	Adaçayı × 3. gün	54	41.17^{L}
	Rezene × 3. gün	54	32.95^{M}
	Kekik × 6. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 5. gün	54	13.15^{O}
	Kekik × 4. gün	54	10.71^{P}
	Kekik × 3. gün	54	8.58^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

"Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde en yüksek fungal koloni çapı değeri, biberiye × kontrol, interaksiyonunda; en düşük değer ise kekik uçucu yağının uygulanan tüm konsantrasyonlarında bulunmuştur (Çizelge 4.67). Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon 7 µl/petri olarak belirlenirken, fungistatik etki gözlemlenen dozlar ise 1, 3, ve 5 µl/petri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.67. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Biberiye × Kontrol	36	81.12^{A}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	79.73^{AB}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	79.37^{BC}
	Okaliptus × Kontrol	36	78.08^{CD}
	Rezene × Kontrol	36	77.83^{D}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	77.33^{D}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	76.61^{D}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	75.06^{E}
	Adaçayı × Kontrol	36	75.04^{E}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	74.34^{EF}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	73.00^{F}
	Kekik × Kontrol	36	71.17^{G}
	Rezene × 1 µl/petri	36	69.72^{GH}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	69.59^{H}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	69.09^{H}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	66.26^{I}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	62.55^{J}
	Rezene × 3 µl/petri	36	61.74^{J}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	55.86^{K}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	54.80^{L}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	52.60^{M}
	Rezene × 5 µl/petri	36	46.29^{N}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	42.91^{O}
	Rezene × 7 µl/petri	36	37.39^{P}
	Rezene × 9 µl/petri	36	33.05^{Q}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.00^{R}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{R}
	Kekik × 5 µl/petri	36	0.00^{R}
	Kekik × 7 µl/petri$^{\Lambda}$	36	0.00^{R}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

"İnkübasyon Süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ ile muamele edilmeyen fungal etmenin 6. inkübasyon gününde, en düşük değerlerin ise 9 µl/petri konsantrasyonunda kekik uçucu yağı ile muamele edilen etmenin inkübasyonunun 3. gününde tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Aspergillus niger*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	85.56^{A}
	4. gün × Kontrol	45	71.60^{C}
	6. gün × 1 µl/petri	45	71.58^{C}
	6. gün × 3 µl/petri	45	69.99^{D}
	5. gün × 1 µl/petri	45	67.66^{E}
	6. gün × 5 µl/petri	45	66.60^{E}
	5. gün × 3 µl/petri	45	63.16^{F}
	6. gün × 7 µl/petri	45	60.54^{G}
	6. gün × 9 µl/petri	45	58.57^{H}
	3. gün × Kontrol	45	58.03^{HI}
	4. gün × 1 µl/petri	45	57.20^{IJ}
	5. gün × 5 µl/petri	45	56.27^{J}
	4. gün × 3 µl/petri	45	53.46^{K}
	5. gün × 7 µl/petri	45	50.58^{L}
	5. gün × 9 µl/petri	45	46.10^{M}
	3. gün × 1 µl/petri	45	45.57^{M}
	4. gün × 5 µl/petri	45	45.40^{M}
	3. gün × 3 µl/petri	45	40.24^{N}
	4. gün × 7 µl/petri	45	38.27^{O}
	4. gün × 9 µl/petri	45	33.78^{P}
	3. gün × 5 µl/petri	45	33.11^{P}
	3. gün × 7 µl/petri	45	26.08^{Q}
	3. gün × 9 µl/petri	45	22.69^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.2.3. *In vitro*'da *Botrytis cinerea*'ya karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Botrytis cinerea*'ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. Fumigasyon uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	361264	90316	10494**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	136216	45405	5275**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	520432	104086	12094**
A×*B*	12	46379	3865	449.1**
A×*C*	20	109077	5454	633.7**
B×*C*	15	10422	695	80.73**
A×*B*×*C*	60	27806	463	53.85**
Hata	960	8262	9	
Genel	1079	1219858		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.70. Fumigasyon uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Rezene	216	58.53^{A}
	Biberiye	216	57.24^{B}
	Adaçayı	216	50.07^{C}
	Okaliptus	216	23.09^{D}
	Kekik	216	14.57^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.70'de *B.cinerea*'ya ait koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağ çeşidi faktörünün etkisine ait karşılaştırma testi sonuçlarına göre uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği gözlemlenmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleri ile mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu, bunu sırasıyla okaliptus, adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının izlediği tespit edilmiştir. Rezenin ise en düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağ çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Botrytis cinerea'ya karşı kekik (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii*), lavanta (*Lavandula stoechas* L. var. *stoechas*) ve biberiye (*Rosemarinus officinalis* L.) bitkilerinin uçucu yağlarının test edildiği çalışmada, kekik uçucu yağının 0.2 µg/ml konsantrasyonda, lavanta ve biberiye uçucu yağlarının ise 1.6 µg/ml dozunda *B. cinerea*'nın misel gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Uçucu yağların spor çimlenmesi ve çim tüpü uzunluğunada etki ettiği belirlenmiştir. Işık ve taramalı elektron mikroskobuyla yapılan incelemelerde ise *B. cinerea*'nın hiflerinde stoplazmik pıhtılaşma, protoplazma sızıntısı, hiflerin büzüşmesi gibi morfolojik bozulmaların meydana geldiği rapor edilmiştir (Soylu ve ark., 2010). Bu tür değişimlerin hücre duvarı sentezinde rol oynayan enzimatik reaksiyonlar üzerine uçucu yağların

gösterdikleri etkiden kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Rasooli ve ark., 2006).

Fungal koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, inkübasyon süresine bağlı olarak koloni çapı değerlerinin önemli derecede arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. Fumigasyon uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	54.95^{A}
	5. gün	270	46.31^{B}
	4. gün	270	36.82^{C}
	3. gün	270	24.73^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.72. Fumigasyon uygulamada *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

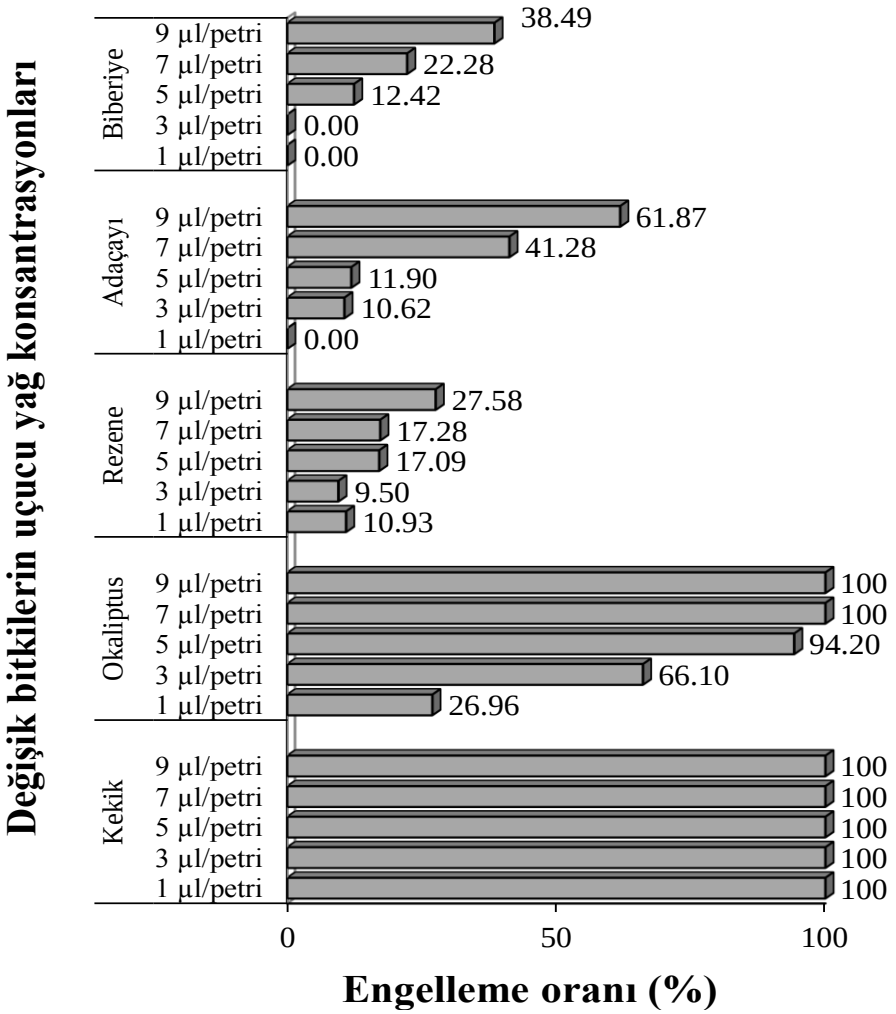
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	84.19^{A}
	1 µl/petri	180	48.71^{B}
	3 µl/petri	180	39.17^{C}
	5 µl/petri	180	31.43^{D}
	7 µl/petri	180	23.47^{E}
	9 µl/petri	180	17.24^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

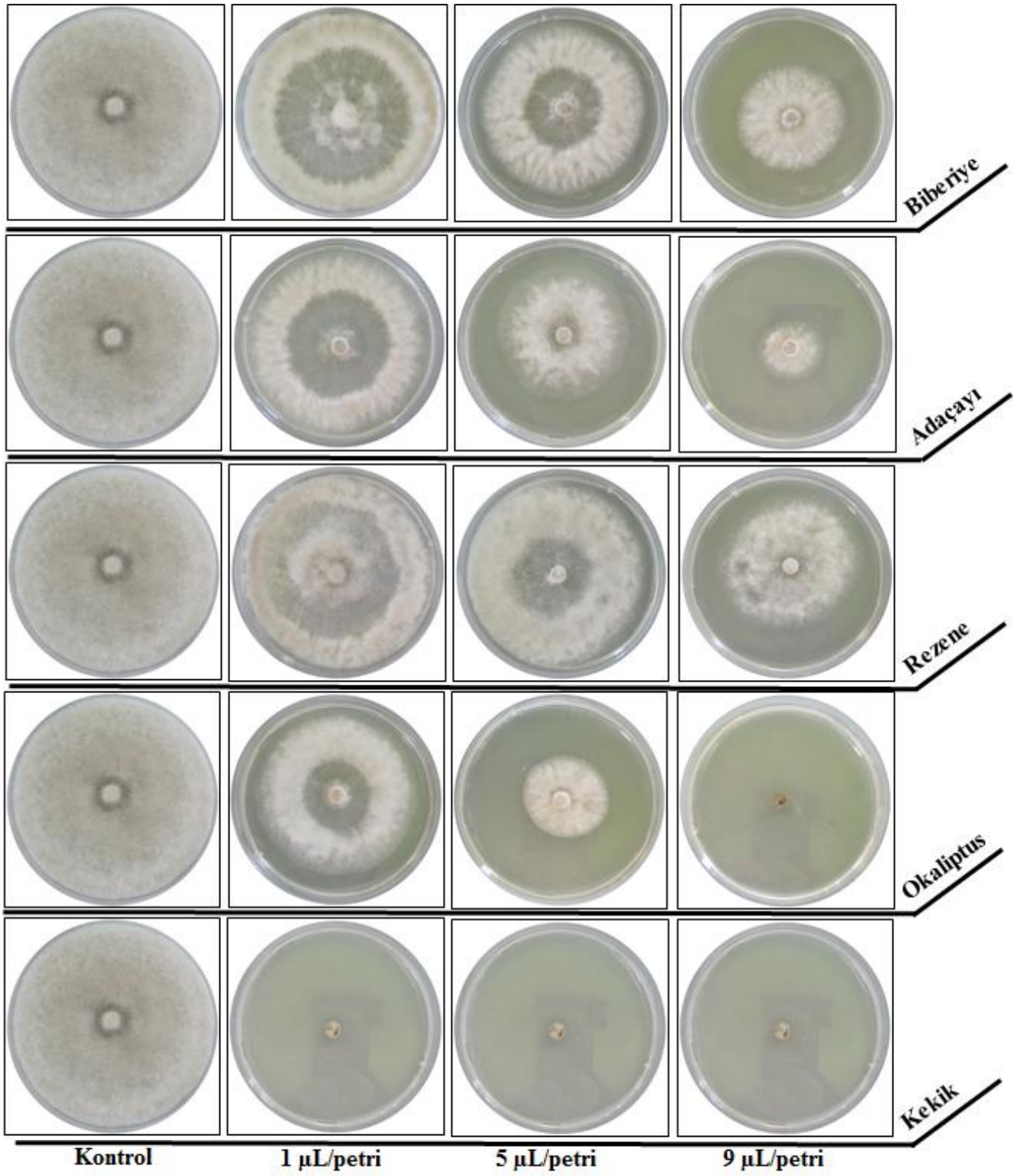
Uçucu yağ konsantrasyonunun etkisi incelendiğinde ise; fungusun uçucu yağ konsantrasyonuna karşı farklı direnç gösterdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.72). Elde edilen sonuçlara göre konsantrasyon miktarı arttıkça fungal koloni çapı değerlerinin azaldığı, konsantrasyon miktarı azaldıkça etki derecesinin de azaldığı belirlenmiştir. Tüm uçucu yağ türleri en yüksek antifungal etkinliği 9 µl/petri konsantrasyonunda göstermişlerdir. Boyraz ve Özcan (2006) yaptıkları çalışmada, zater (*Satureja hortensis* L.) uçucu yağının *B. cinerea* ve *A. mali* etmenlerine 1, 3 ve 5 µL/petri dozunda uygulandığında uçucu yağ konsantrasyonun artmasına bağlı olarak gösterdikleri antifungal etkinin arttığını rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada Şekil 21 incelendiğinde *B. cinerea*'ya karşı uygulanan tüm uçucu yağların konsantrasyon artışına bağlı olarak antifungal etkinin artış gösterdiği görülmektedir.

Şekil 20 ve 21'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimini engelleme oranları ve

farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *B. cinerea*'ya karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 20'den bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarınn misel gelişimini % 100 oranında engellediği görülmektedir. Adaçayının 1 µl/petri, biberiyenin ise 1 ve 3 µl/petri dozlarında hiçbir engelleme göstermedikleri, bu dozların üzerinde ise konsantrasyon artışına bağlı olarak engelleme oranlarının arttığı görülmektedir. Okaliptus ve rezene uçucu yağlarında da konsantrasyona bağlı olarak misel gelişiminin engellendiği ve kekikten sonra en etkili uçucu yağın okaliptus olduğu ve bu uçucu yağın 7 ve 9 µl/petri dozlarında misel gelişimini % 100 engellediği tespit edilmiştir. Şekil 21'de kekik uçucu yağının 1 µl/petri ve üzerindeki, okaliptus uçucu yağının 5 µl/petri üzerindeki konsantrasyonlarda misel gelişimini tamamen engellediği görülmektedir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon ise 5 µl/petri olarak belirlenmiştir.



Şekil 20. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulmasının *Botrytis cinerea* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 21. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Botrytis cinerea* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.73'de fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en düşük fungal koloni çapı değerinin kekik × 3. gün en yüksek koloni çapının ise biberiye × 6. gün interaksiyonunda olduğu görülmektedir. Kekik × 3. gün interaksiyonundan sonra en düşük koloni çapı değerleri ise kekik uçucucu yağının diğer günlerdeki inkübasyonları ile okaliptus uçucu yağının 3. gün interaksiyonlarında gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.73. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Botrytis cinerea*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye× 6. gün	54	79.02^{A}
	Rezene× 6. gün	54	77.64^{B}
	Adaçayı × 6. gün	54	71.15^{C}
	Rezene× × 5. gün	54	68.53^{D}
	Biberiye × 5. gün	54	64.34^{E}
	Adaçayı × 5. gün	54	57.05^{F}
	Rezene × 4. gün	54	52.21^{G}
	Biberiye × 4. gün	54	52.14^{G}
	Adaçayı × 4. gün	54	45.36^{H}
	Rezene × 3. gün	54	35.76^{I}
	Biberiye × 3. gün	54	33.48^{J}
	Okaliptus × 6. gün	54	31.91^{K}
	Adaçayı × 3. gün	54	26.72^{L}
	Okaliptus × 5. gün	54	26.64^{L}
	Okaliptus × 4. gün	54	19.38^{M}
	Kekik × 6. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 4. gün	54	15.00^{N}
	Kekik × 5. gün	54	15.00^{N}
	Okaliptus × 3. gün	54	14.43^{N}
	Kekik × 3. gün	54	13.27^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

"Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi incelendiğinde en düşük fungal koloni çapı değerlerinin kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonları ile okaliptus uçucu yağının 7 ve 9 µl/petri dozunda görülürken, uçucu yağ ile muamele edilmeyen örneklerde ise en yüksek koloni çapı değerleri tespit edilmiştir. (Çizelge 4.74). Fungal koloni çapları üzerine, etkisi test edilen uçucu yağ çeşitleri arasında fungisidal etkinin gözlemlendiği tek uçucu yağ çeşidinin kekik uçucu yağı olduğu tespit edilmiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konantrasyon 5 µl/petri olarak belirlenirken, 1 ve 3 µl/petri dozlarında fungistatik etki gözlemlenmiştir. Nitekim Köse (2007) yaptığı

çalışmada *Origanum onites* (ak kekik) ve *Origanum syriacum* var. *bevanii* Holmes (Suriye kekiği) uçucu yağının 10 µg/ml, *Thymbra spicata* L. (karabaş kekik) uçucu yağının ise *B. cinerea*'ya karşı 40 µg/ml dozlarının fungisidal etki gösterdiğini tespit etmiştir.

Çizelge 4.74. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Botrytis cinerea*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Kekik × Kontrol	36	87.41^{A}
	Rezene × Kontrol	36	86.12^{AB}
	Biberiye × Kontrol	36	85.39^{B}
	Adaçayı × Kontrol	36	84.82^{B}
	Okaliptus × Kontrol	36	77.21^{C}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	69.38^{D}
	Rezene × 1 µl/petri	36	67.66^{E}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	64.67^{F}
	Rezene × 3 µl/petri(3	36	63.57^{F}
	Biberiye × 3 µl/petri(3	36	61.51^{G}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	54.14^{H}
	Adaçayı × 3 µl/petri(3	36	53.58^{H}
	Rezene × 5 µl/petri	36	51.30^{I}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	49.41^{J}
	Rezene × 7 µl/petri	36	46.27^{K}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	42.57^{L}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	41.86^{L}
	Rezene × 9 µl/petri	36	36.30^{M}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	30.47^{N}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	28.50^{O}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	19.43^{P}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	17.20^{Q}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	2.28^{R}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{S}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	0.00^{S}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	0.00^{S}
	Kekik × 5 µl/petri $^{\Lambda}$	36	0.00^{S}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.00^{S}
	Kekik × 7 µl/petri	36	0.00^{S}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{S}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *B. cinerea'ya* ait koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 75'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ

muamele edilmeyen fungusun inkübasyonunun 6. gününde; en düşük değerlerin ise 9 µl/petri'lik uçucu yağ konsantrasyonu ile muamele edilen fungusun inkübasyonunun 3. gününde tespit edildiği görülmektedir. Tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde ise inkübasyon süresi artışına bağlı olarak düşük konsantrasyonlu uçucu yağ ile muamele edilen örneklerde koloni çapı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir

Çizelge 4.75. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Botrytis cinerea*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	90.00^{A}
	5. gün × Kontrol	45	88.90^{A}
	4. gün × Kontrol	45	86.79^{B}
	3. gün × Kontrol	45	71.08^{C}
	6. gün × 1 µl/petri	45	65.18^{D}
	6. gün × 3 µl/petri	45	56.48^{E}
	5. gün × 1 µl/petri	45	56.18^{E}
	6. gün × 5 µl/petri	45	47.59^{F}
	5. gün × 3 µl/petri	45	46.69^{F}
	4. gün × 1 µl/petri	45	44.23^{G}
	6. gün × 7 µl/petri	45	39.45^{H}
	5. gün × 5 µl/petri	45	39.35^{H}
	4. gün × 3 µl/petri	45	33.42^{I}
	6. gün × 9 µl/petri	45	30.97^{J}
	3. gün × 1 µl/petri	45	29.26^{K}
	5. gün × 7 µl/petri	45	26.75^{L}
	4. gün × 5 µl/petri	45	25.75^{L}
	3. gün × 3 µl/petri	45	20.09^{M}
	5. gün × 9 µl/petri	45	20.01^{M}
	4. gün × 7 µl/petri	45	18.80^{N}
	3. gün × 5 µl/petri	45	13.01^{O}
	4. gün × 9 µl/petri	45	11.92^{O}
	3. gün × 7 µl/petri	45	8.88^{P}
	3. gün × 9 µl/petri	45	6.05^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.2.4. *In vitro*'da *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. Fumigasyon uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	157709	39427	5344**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	83588	27863	3776**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	112997	22600	30.63**
A×*B*	12	13376	1115	151.0**
A×*C*	20	48939	2447	331.6**
B×*C*	15	3234	215.6	29.22**
A×*B*×*C*	60	4149	69.2	9.37**
Hata	960	7083	7.4	
Genel	1079	431075		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.77. Fumigasyon uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	42.29^{A}
	Rezene	216	41.95^{A}
	Okaliptus	216	35.13^{B}
	Adaçayı	216	29.96^{C}
	Kekik	216	9.38^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Değişik bitki uçucu yağlarının fungusların koloni çapı değerlerine farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.77). Uçucu yağ çeşitlerini birbirleri ile kıyasladığımızda en etkili uçucu yağın kekik olduğu, en düşük düzeyde etki eden uçucu yağın ise biberiye olduğu tespit edilmiştir. Orta düzeyde etki gösteren uçucu yağlar ise sırasıyla adaçayı, okaliptus, ve rezene uçucu yağları olarak belirlenmiştir.

Fungal koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde ise, inkübasyon süresine bağlı olarak koloni çapı değerlerinin önemli derecede arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.78. Fumigasyon uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	43.33^{A}
	5. gün	270	35.86^{B}
	4. gün	270	28.04^{C}
	3. gün	270	19.72^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.79. Fumigasyon uygulamada *Colletotrichum gloeosporioides* 'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	52.08^{A}
	1 µl/petri	180	34.37^{B}
	3 µl/petri	180	31.49^{C}
	5 µl/petri	180	28.49^{D}
	7 µl/petri	180	23.90^{D}
	9 µl/petri	180	20.12^{E}

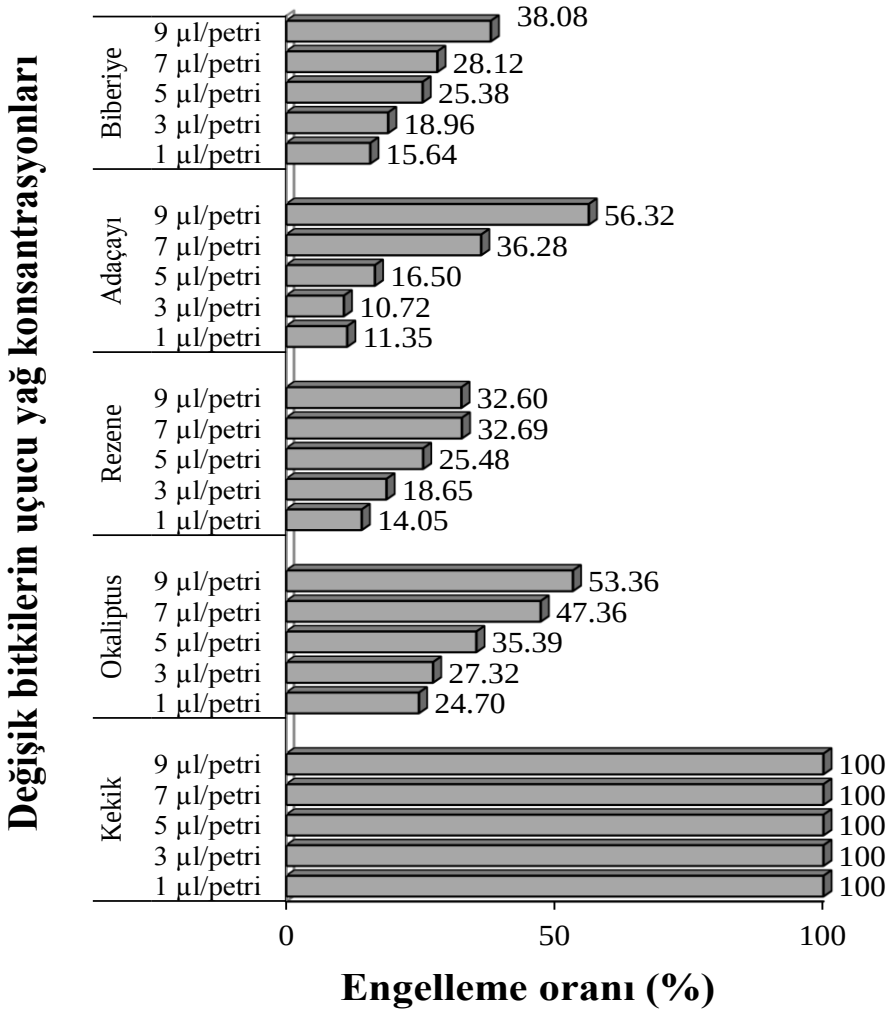
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4. 79'da *C. gloeosporioides*'in koloni çapı değerlerinin uçucu yağ konsantrasyon miktarının artmasına bağlı olarak azaldığı görülmektedir.

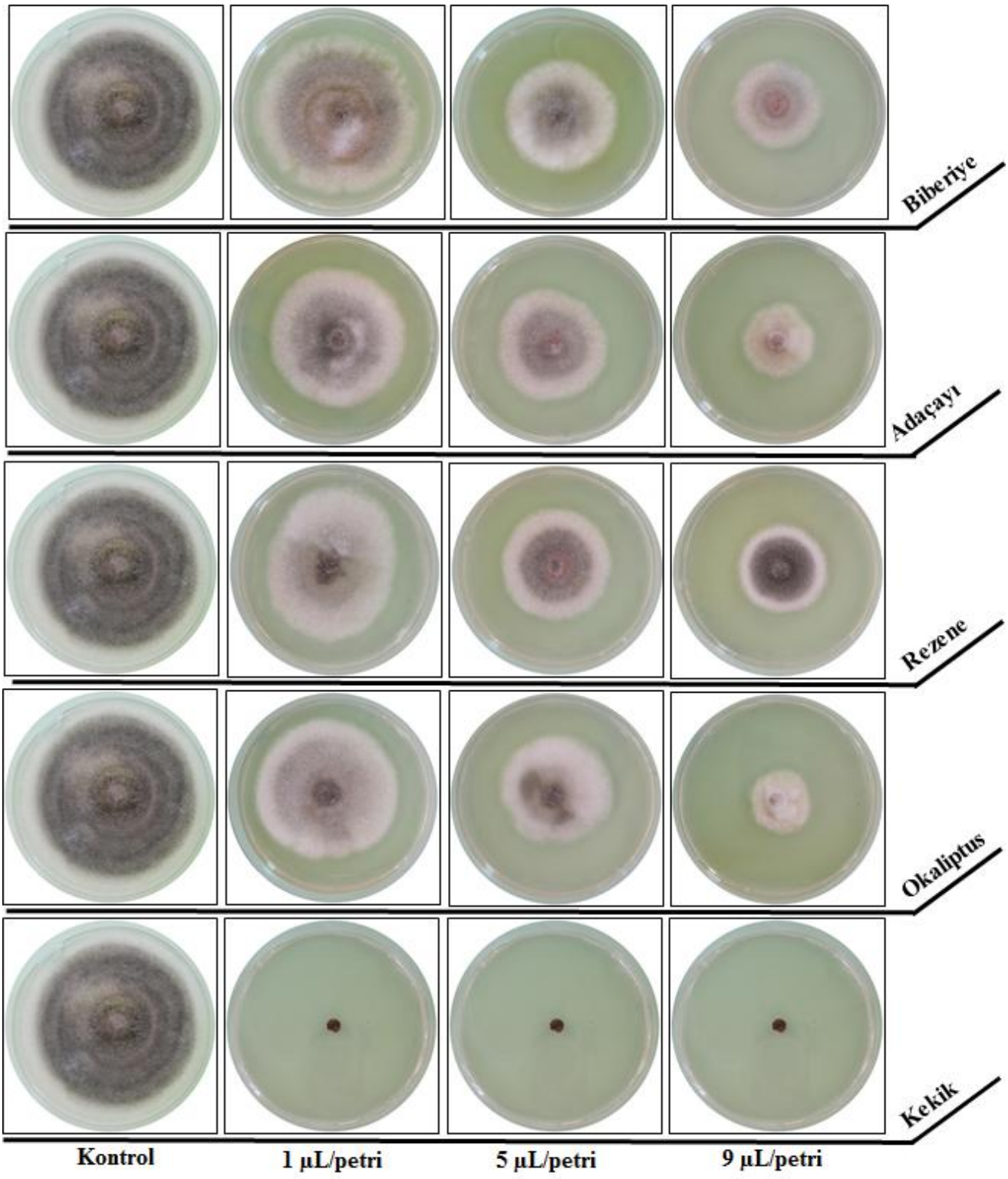
Yapılan bir çalışmada, *Colletotrichum circinans, Alternaria mali, Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum, Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı kekik (*Tymus vulgaris*), kimyon (*Cuminum cyminum*), ardıç (*Juniperus communis*), nane (*Mentha piperita*), çörtük (*Echinophora tenuifolia*), okaliptus (*Eucaliptus* sp.), yavşan(*Artemisia* spp.) bitkilerinin uçucu yağlarının 1, 10 ve 50 µL/petri dozları test edilmiş ve 50 µL/petri oranında çalışılan tüm fungusların misel gelişimini % 100 engellediği tespit edilmiştir (Koçak ve Boyraz, 2006). Mevcut çalışmada ise kekik uçucu yağının 9 µl/petri dozunda tüm fungusların misel gelişimini % 100 engellediği belirlenmiştir. Kekik uçucu yağında bulunan bileşenlerinin hücrenin hayatsal faaliyetlerinin işleyiş mekanizmalarını bozmasına bağlanmaktadır. Nitekim Romagnoli ve ark. (2005), *Tagetas patula* (kadife çiçeği) uçucu yağının *B. cinerea* fungusunun membran içinde mitokondri çevresinde dejenerasyon, plasma membranını hücre duvarından ayırma, çekirdek çevresinde ve endoplazmik retikulum yapılarında kısmi bozulmalar meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Knobloch ve ark. (1989), izole ettikleri bakteriyel stoplazmik zarları incelemişler ve netice itibariyle uçucu yağların ilk olarak hücre membranını hedef aldığını ve bunun nedenini uçucu yağlarda bulunan terponoidlerin hücre membranlarındaki çift katmanlı fosfolipit tabakaları ile reaksiyona girerek membran fonksiyonunu bozmasına bağlamışlardır.

Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *C. gloeosporioides* 'in misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *C. gloeosporioides*'e karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri Şekil 22 ve 23'de verilmiştir.

Şekil 22'ye bakıldığında bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının fungal gelişimi tüm konsantrasyonlarda % 100 oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus, rezene, adaçayı ve biberiye uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi önemli düzeyde engellediği görülmektedir. Şekil 23'e bakıldığında da kekik uçucu yağının 1 µl/petri ve üzerindeki, diğer uçucu yağların ise 9 µl/petri konsantrasyonlarının misel gelişimini en yüksek oranda engelledikleri görülmektedir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konsantrasyon ise 5 µl/petri olarak belirlenirken, 1 ve 3 µl/petri dozlarında ise fungistatik etki gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 22. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 23. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Colletotrichum gloeosporioides* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.80'de "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkileri incelendiğinde, adaçayı ve rezene uçucu yağlarının 6. gün interaksiyonlarının en yüksek fungal koloni çapı değerlerini oluşturduğu görülürken, en düşük fungal koloni çapı değerlerinin ise kekik uçucu yağının 3. gün interaksiyonunda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.80. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	57.34^{A}
	Rezene × 6. gün	54	56.70^{A}
	Okaliptus × 6. gün	54	49.92^{B}
	Rezene × 5. gün	54	48.43^{C}
	Biberiye × 5. gün	54	47.11^{D}
	Adaçayı × 6. gün	54	40.36^{E}
	Okaliptus × 5. gün	54	38.53^{F}
	Biberiye × 4. gün	54	38.02^{G}
	Rezene × 4. gün	54	37.25^{G}
	Adaçayı × 5. gün	54	34.74^{H}
	Okaliptus × 4. gün	54	30.26^{I}
	Biberiye × 3. gün	54	26.67^{J}
	Adaçayı × 4. gün	54	26.23^{K}
	Rezene × 3. gün	54	25.43^{K}
	Okaliptus × 3. gün	54	21.80^{L}
	Adaçayı × 3. gün	54	18.51^{M}
	Kekik × 6. gün	54	12.36^{N}
	Kekik × 5. gün	54	10.50^{O}
	Kekik × 4. gün	54	8.45^{P}
	Kekik × 3. gün	54	6.20^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

"Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde en yüksek fungal koloni çapı değeri kontrol örneklerinde gözlemlenirken, en düşük koloni çapları ise kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.81). Bununla birlikte kekik uçucu yağının 5 µl/petri konsantrasyonunun fungisidal etki gösterdiği de belirlenmiştir.

Çizelge 4.81. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides'e* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Kekik × Kontrol	36	56.28^{A}
	Okaliptus × Kontrol	36	54.69^{B}
	Biberiye × Kontrol	36	54.41^{B}
	Rezene × Kontrol	36	53.67^{B}
	Adaçayı × Kontrol	36	46.42^{C}
	Rezene × 1 µl/petri	36	46.00^{C}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	44.34^{D}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	42.15^{E}
	Rezene × 3 µl/petri	36	41.35^{EF}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	40.90^{EF}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	40.17^{FG}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	39.26^{G}
	Rezene × 5 µl/petri	36	39.06^{G}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	37.72^{H}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	37.72^{H}
	Rezene × 7 µl/petri	36	35.70^{I}
	Rezene × 9 µl/petri	36	34.71^{I}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	33.22^{J}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	32.77^{J}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	30.35^{K}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	29.72^{KL}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	24.06^{L}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	22.02^{M}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	21.34^{M}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	14.20^{N}
	Kekik × 7 µl/petri	36	0.00^{O}
	Kekik × 5 µl/petri $^{\Lambda}$	36	0.00^{O}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{O}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{O}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.00^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *C. gloeosporioides*'e ait koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.82'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ muamele edilmeyen fungusun inkübasyonunun 6. gününde; en düşük değerlerin ise 9 µl/petri'lik uçucu yağ konsantrasyonu ile muamele edilen fungusun inkübasyonunun 3.

gününde tespit edildiği görülmektedir. Tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde ise inkübasyon süresi artışına bağlı olarak düşük konsantrasyonlu uçucu yağ ile muamele edilen örneklerde koloni çapı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.82. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	68.50^{A}
	5. gün × Kontrol	45	57.78^{B}
	4. gün × Kontrol	45	47.01^{C}
	6. gün × 1 µl/petri	45	44.63^{D}
	6. gün × 3 µl/petri	45	43.18^{E}
	6. gün × 5 µl/petri	45	39.50^{F}
	5. gün × 1 µl/petri	45	39.07^{F}
	5. gün × 3 µl/petri	45	35.54^{G}
	3. gün × Kontrol	45	35.02^{GH}
	6. gün × 7 µl/petri	45	34.29^{H}
	5. gün × 5 µl/petri	45	32.53^{I}
	4. gün × 1 µl/petri	45	31.34^{J}
	6. gün × 9 µl/petri	45	29.91^{K}
	4. gün × 3 µl/petri	45	27.70^{L}
	5. gün × 7 µl/petri	45	27.17^{L}
	4. gün × 5 µl/petri	45	24.81^{M}
	5. gün × 9 µl/petri	45	23.21^{N}
	3. gün × 1 µl/petri	45	22.44^{N}
	4. gün × 7 µl/petri	45	20.48^{O}
	3. gün × 3 µl/petri	45	19.64^{O}
	3. gün × 5 µl/petri	45	17.12^{P}
	4. gün × 9 µl/petri	45	16.94^{P}
	3. gün × 7 µl/petri	45	13.67^{Q}
	3. gün × 9 µl/petri	45	10.42^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.2.5. *In vitro*'da *Alternaria mali*'ye karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Alternaria mali'*ye ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.83. Fumigasyon uygulamada *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	153276	38319	17800**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	67970	22657	10524**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	97340	19468	9043**
A×*B*	12	10686	890.5	413.6**
A×*C*	20	36338	1817	844.0**
B×*C*	15	2059	137.3	63.77**
A×*B*×*C*	60	6522	108.7	50.49**
Hata	960	2067	2.2	
Genel	1079	376257		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.84. Fumigasyon uygulamada *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Rezene	216	40.14^{A}
	Biberiye	216	38.60^{B}
	Adaçayı	216	30.13^{C}
	Okaliptus	216	20.87^{D}
	Kekik	216	8.12^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.84'de *A. mali*'nin koloni çapı değerlerine değişik uçucu yağların etkisi verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre *A. mali* tüm uçucu yağ çeşitlerini farklı derecede direnç gösterdiği belirlenmiştir. Etmen en fazla direnci rezene uçucu yağına karşı gösterirken, kekik uçucu yağına en düşük oranda direnç gösterdiği gözlemlenmiştir

Çizelge 4.85. Fumigasyon uygulamada *Alternaria mali'* ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	38.16^{A}
	5. gün	270	31.06^{B}
	4. gün	270	24.30^{C}
	3. gün	270	16.77^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.85'de fumigasyon uygulamada *A. mali'* ye ait koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde, inkübasyon süresinin artmasına bağlı olarak koloni çaplarının arttığı görülmektedir.

Bazı araştırıcılar konidi, konidi çimlenmesi ve hiflerin hassasiyetinde zamanın önemli bir parametre olduğunu belirtmektedirler (Alvarez-Castellanos ve ark., 2001). Nitekim Feng ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada kekik (*Tymus vulgaris*) uçucu yağının *Alternaria alternata*'ya karşı fungistatik etki göstermesinin nedenini düşük konsantrasyona veya bu uçucu yağa kısa süre maruz kalmasına, fungisidal etki göstermesinin nedenini ise uçucu yağın yüksek konsantrasyonuna veya uzun süre uçucu yağa maruz kalmasına bağlamışlardır.

Çizelge 4.86. Fumigasyon uygulamada *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	46.96^{A}
	1 µl/petri	180	29.80^{B}
	3 µl/petri	180	26.94^{C}
	5 µl/petri	180	23.31^{D}
	7 µl/petri	180	20.16^{E}
	9 µl/petri	180	18.27^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

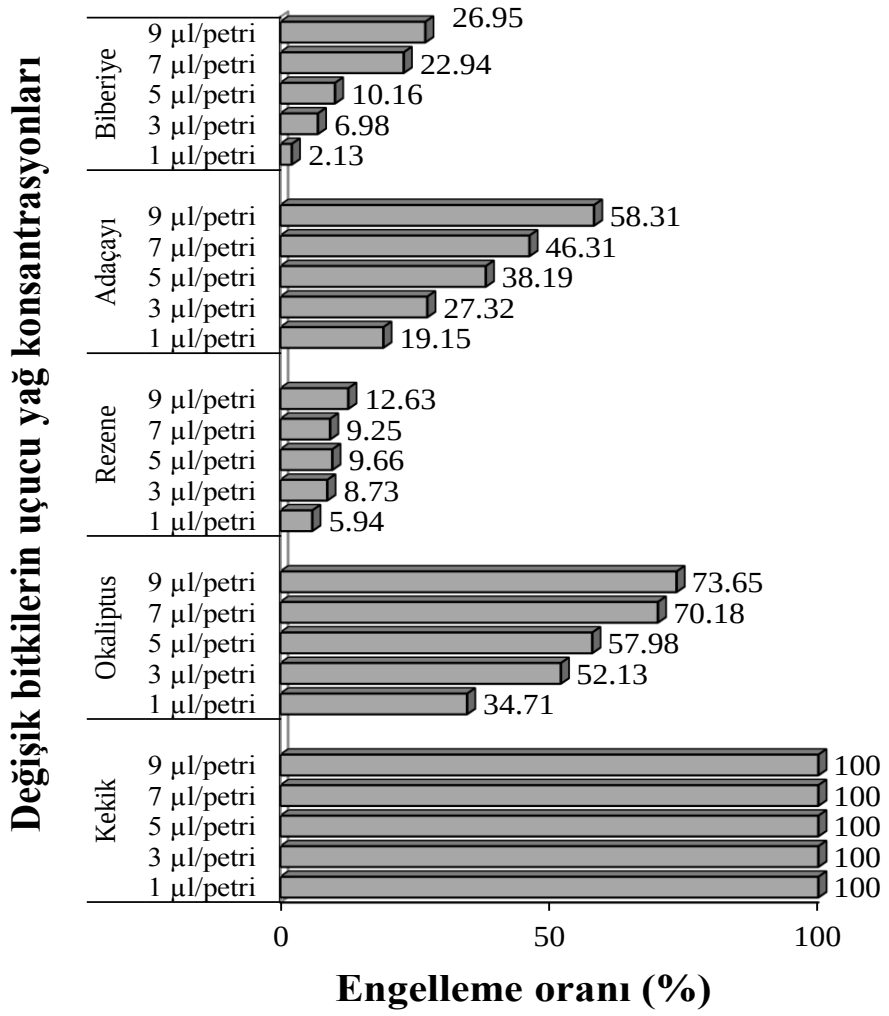
*A. mali'*nin koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağ konsantrasyonunun etkileri incelendiğinde konsantrasyon miktarının atışına bağlı olarak fungusun gösterdiği direncin azaldığı gözlemlenmektedir.

Feng ve ark. (2011) *Alternaria alternata*'ya karşı *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağının 1-5 µl/petri konsantrasyonlarını test ettikleri çalışmada, misel gelişimini engelleme oranının uçucu yağ konsantrasyonunun artışıyla orantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Kekik uçucu yağının *A. alternata'*nın misel gelişimi 1 µl/petri konsantrasyonunda % 48 oranında engellenirken, 5 µl/petri dozunda % 100 engellendiği belirlenmiştir. Mevcut çalışmada da kekik dışındaki tüm uçucu yağların konsantrasyonlarının artmasıyla misel gelişiminin engellendiği tespit edilmiştir.

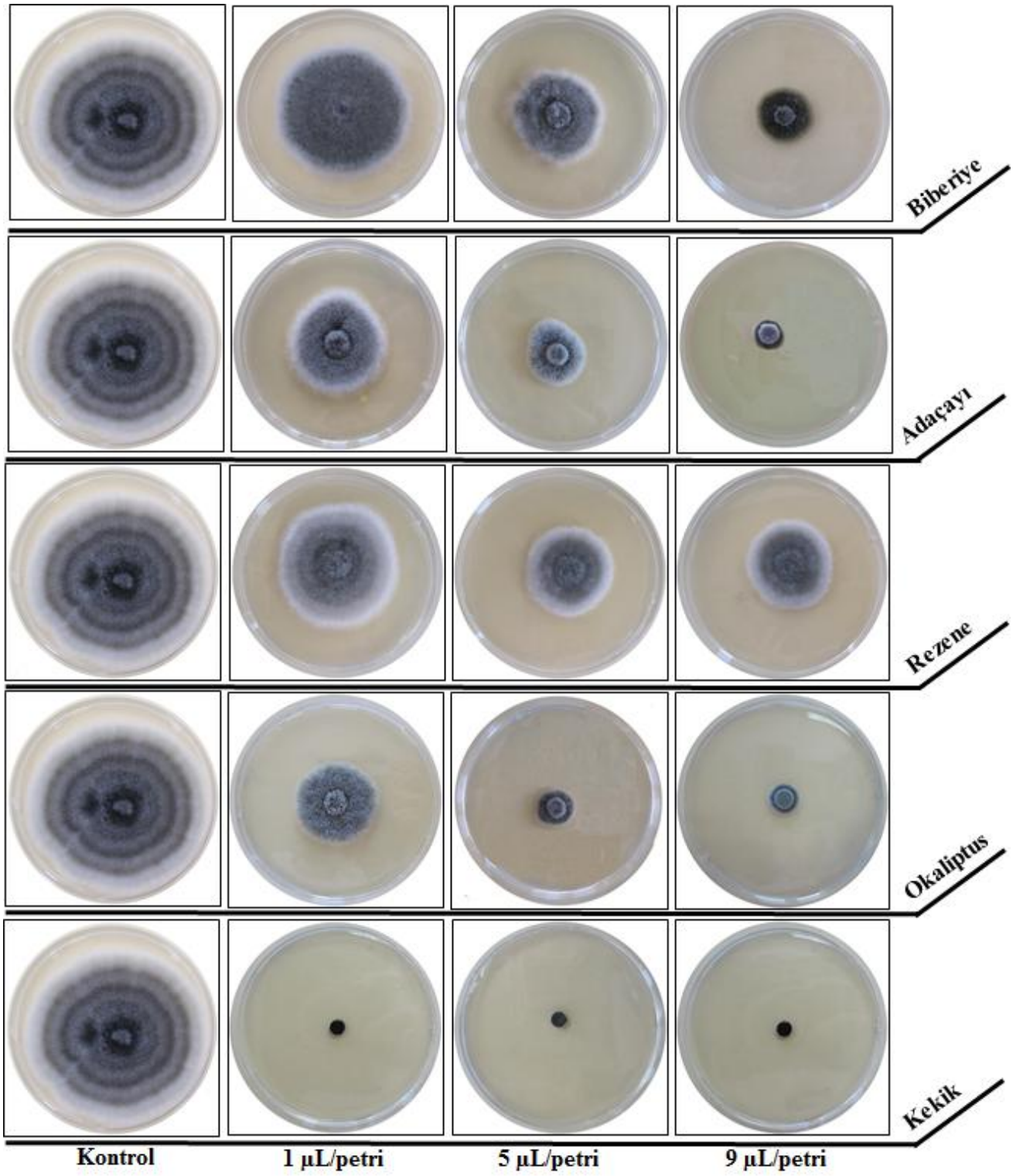
Şekil 24 ve 25'de fumigasyon uygulama ile farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *A. mali*'nin misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *A. mali*'ye karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki

görünümleri verilmiştir. Şekil 24'de bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarının fungal gelişimi % 100 oranında engellediği görülmektedir.

Okaliptus, adaçayı, biberiye ve rezene uçucu yağlarının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi engellediği görülmektedir. Buna göre en yüksek engelleme oranları 9 µl/petri dozunda okaliptus ve adaçayında görülmektedir. Bunu sırasıyla biberiye ve rezene izlemektedir. Şekil 25'e bakıldığında da kekik uçucu yağının 1 µl/petri ve üzerindeki, diğer uçucu yağların ise artan dozlarda misel gelişimini önemli oranda engelledikleri görülmektedir.



Şekil 24. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Alternaria mali* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 25. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Alternaria mali* koloni gelişimine etkileri

Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında fungusların koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları Çizelge 4.87'de verilmiştir. Elde edilen karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek koloni çapı değerlerinin rezene uçucu yağı ile muamele edilen fungusun inkübasyonunun 6. gününde; en düşük değerlerin ise kekik uçucu yağı ile muamele edilen fungusun inkübasyonunun 3. gününde tespit edildiği görülmektedir. Tüm interaksiyonlar genel olarak incelendiğinde ise inkübasyon süresi boyunca koloni çapı değerlerinin azaltılmasında kekik ve okaliptusun diğer uçucu yağlara kıyasla daha etkili uçucu yağlar olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.87. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Rezene × 6. gün	54	53.50^{A}
	Biberiye × 6. gün	54	51.62^{B}
	Rezene × 5. gün	54	46.00^{C}
	Adaçayı × 6. gün	54	42.50^{D}
	Biberiye × 5. gün	54	41.91^{E}
	Rezene × 4. gün	54	37.10^{F}
	Biberiye × 4. gün	54	34.58^{G}
	Adaçayı × 5. gün	54	34.31^{G}
	Okaliptus × 6. gün	54	32.43^{H}
	Biberiye × 3. gün	54	26.30^{I}
	Adaçayı × 4. gün	54	24.92^{J}
	Rezene × 3. gün	54	23.98^{K}
	Okaliptus × 5. gün	54	23.80^{K}
	Adaçayı × 3. gün	54	18.80^{L}
	Okaliptus × 4. gün	54	17.82^{M}
	Kekik × 6. gün	54	10.77^{N}
	Okaliptus × 3. gün	54	9.44^{O}
	Kekik × 5. gün	54	9.28^{O}
	Kekik × 4. gün	54	7.08^{P}
	Kekik × 3. gün	54	5.33^{Q}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.88' de fumigasyon etki ile muamele edilen *A. mali*' nin fungal koloni çapı değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde, en yüksek fungal koloni değerleri uçucu yağ ile muamele edilmeyen kontrol örneklerinde tespit edilirken, en düşük değerler ise kekik uçucu yağının uygulanan tüm konsantrasyonlarında görülmektedir.

Çizelge 4.88. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Kekik × Kontrol	36	48.71^{A}
	Adaçayı × Kontrol	36	48.46^{AB}
	Rezene × Kontrol	36	48.00^{B}
	Biberiye × Kontrol	36	47.82^{B}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	43.61^{C}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	43.08^{CD}
	Rezene × 1 µl/petri	36	42.48^{D}
	Okaliptus × Kontrol	36	41.80^{E}
	Rezene × 3 µl/petri	36	40.89^{F}
	Rezene × 7 µl/petri	36	37.40^{G}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	37.05^{G}
	Rezene × 5 µl/petri	36	36.98^{G}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	36.11^{G}
	Rezene × 9 µl/petri	36	35.10^{I}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	31.26^{J}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	30.47^{K}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	29.57^{L}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	26.77^{M}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	25.55^{N}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	22.03^{O}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	19.48^{P}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	17.38^{Q}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	16.97^{Q}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	10.90^{R}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	9.29^{S}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{T}
	Kekik × 5 µl/petri $^{\Lambda}$	36	0.00^{T}
	Kekik × 7 µl/petri	36	0.00^{T}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{T}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.00^{T}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

Başka bir ifadeyle kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonlarında hiç bir fungal koloni gelişimi gözlenmemiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konsantrasyon değeri 5 µl/petri dozu iken, 1 ve 3 µl/petri konsantrasyonlarında fungistatik etki belirlenmiştir. Diğer uçucu yağların ise konsantrasyon miktarlarının artışına bağlı olarak gösterdikleri koloni çapı değerleri azalmaktadır. Uçucu yağların konsantrasyon artışıyla gösterdikleri antifungal etkinin artması; fungusun spor çimlenmesi, çim borusu gelişimi ve misel yapılarında meydana getirdiği değişikliklere bağlanmaktadır (Köse, 2007).

Feng ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, kekik uçucu yağının 5 µl/petri dozunda fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim mevcut çalışmada da *A. mali*'ye karşı kekik uçucu yağı aynı konsantrasyonda fungisidal etki göstermiştir.

Çizelge 4.89'da uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *A. mali'*ye ait koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyonları incelendiğinde inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak düşük konsantrasyonlu uçucu yağ ile muamele edilen örneklerde koloni çapı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.89. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Alternaria mali'*ye ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	61.13^{A}
	5. gün × Kontrol	45	52.19^{B}
	4. gün × Kontrol	45	42.55^{C}
	6. gün × 1 µl/petri	45	39.98^{D}
	6. gün × 3 µl/petri	45	36.80^{E}
	6. gün × 5 µl/petri	45	34.00^{F}
	5. gün × 1 µl/petri	45	33.21^{G}
	3. gün × Kontrol	45	31.96^{H}
	5. gün × 3 µl/petri	45	30.40^{I}
	6. gün × 7 µl/petri	45	29.93^{I}
	6. gün × 9 µl/petri	45	27.15^{J}
	4. gün × 1 µl/petri	45	26.80^{J}
	5. gün × 5 µl/petri	45	26.06^{K}
	4. gün × 3 µl/petri	45	24.11^{L}
	5. gün × 7 µl/petri	45	23.18^{M}
	5. gün × 9 µl/petri	45	21.31^{N}
	4. gün × 5 µl/petri	45	19.93^{O}
	3. gün × 1 µl/petri	45	19.19^{P}
	4. gün × 7 µl/petri	45	17.16^{Q}
	3. gün × 3 µl/petri	45	16.46^{R}
	4. gün × 9 µl/petri	45	15.24^{S}
	3. gün × 5 µl/petri	45	13.25^{T}
	3. gün × 7 µl/petri	45	10.37^{U}
	3. gün × 9 µl/petri	45	9.38^{V}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.2.2.6. *In vitro*'da *Penicillium expansum*'a karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Çizelge 4.90'da bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *P. expansum'*a ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.90. Fumigasyon uygulamada *Penicillium expansum'*a ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	18465	4616	2903**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	3278	1093	687.2**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	15705	3141	1975**
A×*B*	12	501.9	41.83	26.30**
A×*C*	20	5527	276.33	173.77**
B×*C*	15	131.7	8.79	5.53**
A×*B*×*C*	60	515.8	8.60	5.41**
Hata	960	1527	1.59	
Genel	1079	45651		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.91. Fumigasyon uygulamada *Penicillium expansum'*a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Rezene	216	14.84^{A}
	Biberiye	216	14.32^{B}
	Adaçayı	216	12.61^{C}
	Okaliptus	216	11.11^{D}
	Kekik	216	3.42^{E}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4. 91'de değişik uçucu yağların *P. expansum*'un koloni çapı değerleri üzerine etkileri görülmektedir. en düşük koloni çapı değeri kekik uçucu yağı ile muamele edildiğinde, en yüksek değerler ise rezene uçucu yağı ile muamele edildiğinde gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.92'de inkübasyon süresinin *P. expansum*'un koloni çapı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, sürenin artmasının koloni çapını artırdığı görülmektedir.

Çizelge 4.92. Fumigasyon uygulamada *Penicillium expansum'*a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	13.49^{A}
	5. gün	270	12.00^{B}
	4. gün	270	10.81^{C}
	3. gün	270	8.73^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.93. Fumigasyon uygulamada *Penicillium expansum'*a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	18.65^{A}
	1 µl/petri	180	12.87^{B}
	3 µl/petri	180	11.11^{C}
	5 µl/petri	180	9.63^{D}
	7 µl/petri	180	8.35^{E}
	9 µl/petri	180	6.93^{F}

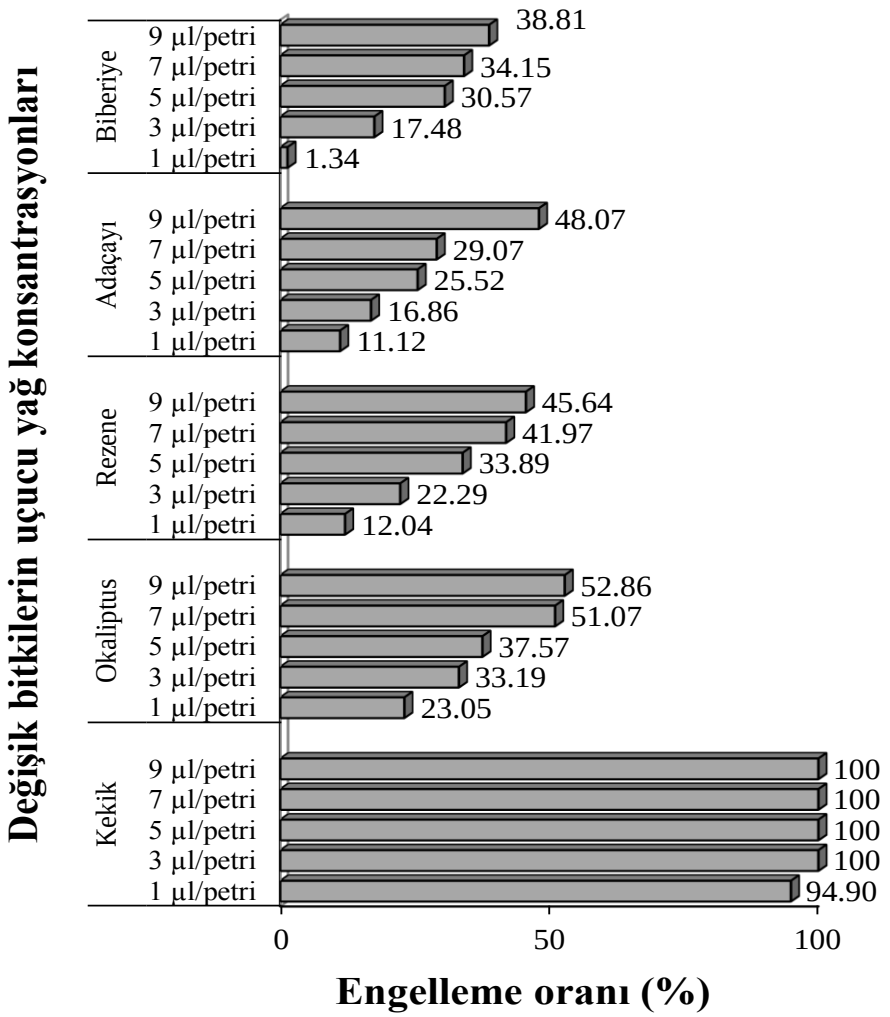
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Uçucu yağ konsantrasyonunun artmasının *P. expansum*'un oluşturduğu koloni çapı değerlerini azalttığı Çizelge 4.93'de görülmektedir.

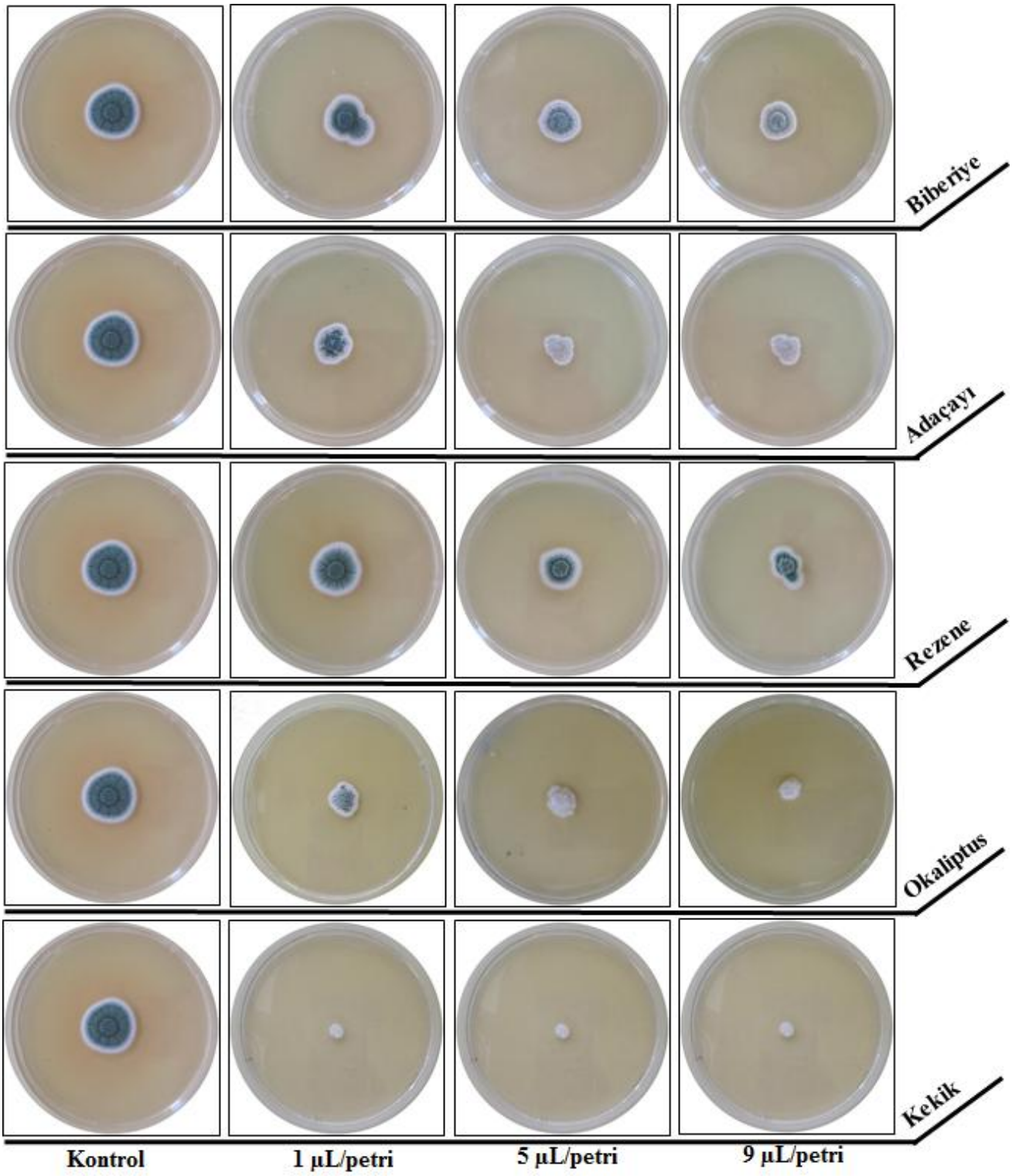
Droby ve ark. (2008), mandarin portakal ve greyfurt uçucu yağlarının düşük konsantrasyonda (5µl/petri) *P. digitatum* ve *P. italicum*' un spor oluşumunu ve çim tüpü gelişimini artırdığını, yüksek konsantrasyonda ise (20-40µl/petri) azalttığını tespit etmişlerdir. Araştırıcılar bu uçucu yağların *P. expansum*' a etkisi incelendiğinde ise mandarin ve portakal uçucu yağlarının spor çimlenmesini 20 µl/petri dozunda % 70 oranında, 40 µl/petri dozunda ise % 100 engellediğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada da konsantrasyon miktarının artışı önemli derecede misel gelişimini engellemiştir.

Şekil 26 ve 27'de değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *P. expansum*'un misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *P. expansum*'a karşı gösterdikleri antifungal etkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 26'de bu fungus türü üzerine kekik uçucu yağının 1 µl/petri hariç diğer konsantrasyonlarının fungal

gelişimi % 100 oranında engellediği görülmektedir. Diğer bitki uçucu yağının ise konsantrasyon artışına bağlı olarak fungal gelişimi engellediği görülmektedir. Buna gören yüksek engelleme oranları 9 µL/petri dozunda sırasıyla okaliptus, adaçayı, rezene ve biberiye uçucu yağlarında tespit edilmiştir. Şekil 27'ye bakıldığında kekik uçucu yağının 1 µl/petri üzerindeki dozlarda tamamen, diğer uçucu yağların ise artan konsantrasyonlarda misel gelişimini engelledikleri görülmektedir.



Şekil 26. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Penicillium expansum* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 27. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Penicillium expansum* koloni gelişimine etkileri

Çizelge 4.94 incelendiğinde ise en yüksek koloni çapı değerini oluşturan interaksiyon rezene × 6. gün, en düşük değeri oluşturan interaksiyon ise kekik × 3. gün olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.94. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Penicillium expansum'*a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Rezene × 6. gün	54	17.24^{A}
	Biberiye × 6. gün	54	16.37^{B}
	Rezene × 5. gün	54	16.02^{C}
	Adaçayı × 6. gün	54	15.62^{D}
	Biberiye × 5. gün	54	14.94^{E}
	Rezene × 4. gün	54	14.27^{F}
	Okaliptus × 6. gün	54	14.00^{F}
	Biberiye × 4. gün	54	13.63^{FG}
	Adaçayı × 5. gün	54	13.24^{G}
	Biberiye × 3. gün	54	12.33^{H}
	Okaliptus × 5. gün	54	12.19^{HI}
	Rezene × 3. gün	54	11.83^{I}
	Adaçayı × 4. gün	54	11.82^{I}
	Okaliptus × 4. gün	54	11.06^{J}
	Adaçayı × 3. gün	54	9.75^{K}
	Okaliptus × 3. gün	54	7.22^{L}
	Kekik × 6. gün	54	4.25^{M}
	Kekik × 5. gün	54	3.61^{N}
	Kekik × 4. gün	54	3.29^{N}
	Kekik × 3. gün	54	2.52^{O}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

P. expansum'a ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4. 95 'de verlmiştir. Kekik uçucu yağının en düşük koloni çapı değerlerini oluşturduğu belirlenmiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konsantrasyon 5 µl/petri olarak belirlenirken, 1 ve 3 µl/petri dozlarında fungistatik etki gösterdiği tespit edilmiştir.

P. digitatum'a bazı uçucu yağların fumigasyon uygulaması test edildiğinde, kekik (thyme) uçucu yağının 5 µL, zaterin 10 µL, fesleğenin 25 ve rezenenin 40 µL/petri ve üzeri konsantrasyonlarda fungusun misel gelişimini tamamen durdurduğunu, sadece kekik ve zater uçucu yağlarının sırasıyla 5 ve 20 µL/petri dozunda fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Abdollahi ve ark., 2011). Mevcut araştırmada ise kekik uçucu yağı tüm konsantrasyonlarda *P.expansum'*un misel gelişimini tamamen engellemiştir ve 5 µL/petri dozunda fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Literatürde araştırmacılar uçucu yağların buhar halinde tatbik edilmesiyle

ortaya çıkan sonucu farklı biçimlerde yorumlamışlardır. Bazı araştırmacılar uçucu yağların buhar fazının miseller üzerine etkisinin nedenini uçucu yağın besiyeri ortamına adsorbe olması sonucu miseller üzerine difüze olarak etki göstermesiyle açıklamışlardır (Gocho, 1992). Diğer araştırmacılar ise antifungal aktivitenin doğrudan doğruya uçucu yağların fungal miseller üzerine etki gösterdiğini açıklamışlardır (Inouye ve ark., 2000). Ayrıca bu araştırmacılar fungus miselleri

Çizelge 4.95. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Rezene × Kontrol	36	20.52^{A}
	Kekik × Kontrol	36	19.60^{B}
	Biberiye × Kontrol	36	18.31^{C}
	Okaliptus × Kontrol	36	17.96^{CD}
	Rezene × 1 µl/petri	36	17.89^{CD}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	17.51^{D}
	Adaçayı × Kontrol	36	16.91^{E}
	Rezene × 3 µl/petri	36	15.84^{F}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	14.82^{G}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	14.42^{G}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	13.64^{H}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	13.35^{H}
	Rezene × 5 µl/petri	36	13.11^{H}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	12.50^{I}
	Adaçayı × 5 µl/petri	36	12.17^{J}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	11.90^{K}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	11.78^{KL}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	11.56^{KL}
	Rezene × 7 µl/petri	36	11.30^{LM}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	10.85^{MN}
	Rezene × 9 µl/petri	36	10.38^{N}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	10.34^{N}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	7.03^{O}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	6.80^{OP}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	6.38^{P}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.91^{Q}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{R}
	Kekik × 7 µl/petri	36	0.00^{R}
	Kekik × 5 µl/petri $^{\Lambda}$	36	0.00^{R}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{R}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

üzerine uçucu yağların mı yoksa kültür ortamının mı daha etkin bir rol oynadığını araştırmışlar ve netice olarak uçucu yağların lipofilik karaktere sahip olduklarından

dolayı, besiyeri ortamına kıyasla daha etkin rol oynadıklarını tespit etmişler; ayrıca bu durumun uçucu yağların yüksek lipofilik (yağı seven) karaktere; buna mukabil besiyeri ortamının ise yüksek hidrofilik (suyu seven) karaktere sahip olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Örneğin öjenol, linalol, menthol ve menthone gibi bazı uçucu yağ bileşenleri hidrofilik özelliğe sahip olduklarından dolayı su fazına belirli oranlarda karışabilirler.

Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki uçucu yağların antifungal etki mekanizmaları, doğrudan miselyum üzerindeki uçucu yağların buharla temasından kaynaklandığı gibi kültür ortamına bu çözünür aroma bileşiklerinin difüze olması ve difüze olduktan sonra dolaylı olarak fungal misel oluşumu üzerinede etki göstermektedir (Edris ve Frag, 2003).

Çizelge 4.96'da *P. expansum*'a ait koloni çapı değerleri üzerine "inkübasyon süresi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde

Çizelge 4.96. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Penicillium expansum'a* ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	21.79^{A}
	5. gün × Kontrol	45	19.51^{B}
	4. gün × Kontrol	45	17.88^{C}
	3. gün × Kontrol	45	15.46^{D}
	6. gün × 1 µl/petri	45	15.16^{D}
	5. gün × 1 µl/petri	45	13.61^{E}
	6. gün × 3 µl/petri	45	13.12^{E}
	4. gün × 1 µl/petri	45	12.33^{F}
	5. gün × 3 µl/petri	45	11.73^{G}
	6. gün × 5 µl/petri	45	11.52^{G}
	4. gün × 3 µl/petri	45	10.58^{H}
	3. gün × 1 µl/petri	45	10.39^{HI}
	6. gün × 7 µl/petri	45	10.29^{HI}
	5. gün × 5 µl/petri	45	10.00^{I}
	5. gün × 7 µl/petri	45	9.21^{J}
	4. gün × 5 µl/petri	45	9.17^{J}
	6. gün × 9 µl/petri	45	9.09^{J}
	3. gün × 3 µl/petri	45	9.03^{J}
	4. gün × 7 µl/petri	45	8.29^{K}
	5. gün × 9 µl/petri	45	7.94^{K}
	3. gün × 5 µl/petri	45	7.81^{K}
	4. gün × 9 µl/petri	45	6.63^{L}
	3. gün × 7 µl/petri	45	5.63^{M}
	3. gün × 9 µl/petri	45	4.06^{N}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

en yüksek koloni çaplarının inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak, uçucu yağ ile muamele edilmeyen örneklerde, en düşük koloni çapının ise artan konsantrasyona bağlı olarak inkübasyon süresinin 3. gününde belirlenmiştir.

4.2.2.7. *In vitro*'da *Monilinia fructigena*' ya karşı fumigasyon uçucu yağ uygulamasının etkisi

Çizelge 4.97'de bitki uçucu yağlarının kontakt uygulamasının *Monilinia fructigena*' ya ait fungal koloni çapı değerleri üzerine, uçucu yağ çeşidi, inkübasyon süresi, ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörlerinin etkisinin ve bu faktörlere ait interaksiyonların etkilerinin, istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.97. Fumigasyon uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	4	1947	486.7	141.9**
İnkübasyon süresi (*B*)	3	11896	3965	1156**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	5	349026	69805	20354**
A×*B*	12	866.1	72.2	21.05**
A×*C*	20	8493	424.7	123.8**
B×*C*	15	24728	1649	480.6**
A×*B*×*C*	60	1743	29.0	8.47**
Hata	960	3292	3.4	
Genel	1079	401991		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

Çizelge 4.98. Fumigasyon uygulamada *Monilinia fructigena*'ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Biberiye	216	12.29^{A}
	Rezene	216	10.78^{B}
	Okaliptus	216	9.69^{C}
	Adaçayı	216	9.68^{C}
	Kekik	216	8.25^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.98'de fungal koloni çapı değerleri üzerine uçucu yağların farklı etkiler gösterdiği görülmektedir. Uçucu yağ çeşitleri birbirleriyle mukayese edildiklerinde fungal koloni çapı üzerine en etkili uçucu yağ çeşidinin kekik olduğu, adaçayı okaliptus, rezene biberiye ve uçucu yağlarının daha düşük düzeyde etki gösteren uçucu yağ çeşitleri olduğu tespit edilmiştir. Kekik uçucu yağının gösterdiği antifungal etkinin ise içerdiğikarvakrol bileşeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Tsau ve Zhou, (2000), *Monilinia fructicola*'nın 48 saat karvakrol bileşenine maruz spor çimlenmesini % 38, misel gelişimini ise % 57 oranında engellediğini belirlemişlerdir

Çizelge 4. 99'da *M. fructigena*'ya ait koloni çapı değerleri üzerine inkübasyon süresinin etkisi incelendiğinde, inkübasyon süresi arttıkça koloni çapınında arttığı gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.99. Fumigasyon uygulamada *Monilinia fructigena*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
İnkübasyon süresi (*B*)	6. gün	270	14.55^{A}
	5. gün	270	11.63^{B}
	4. gün	270	8.75^{C}
	3. gün	270	5.62^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.100. Fumigasyon ygulamada *Monilinia fructigena*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

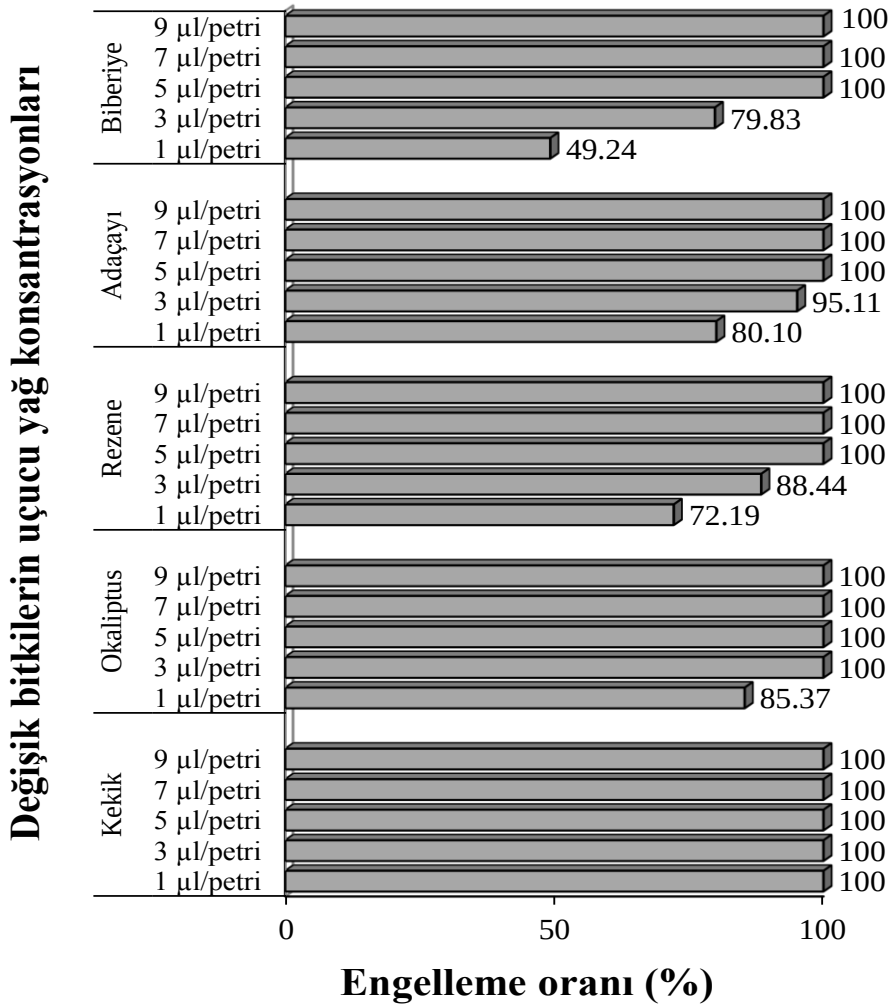
	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)	Kontrol	180	49.68^{A}
	1 µl/petri	180	9.14^{B}
	3 µl/petri	180	2.00^{C}
	5 µl/petri	180	0.00^{D}
	7 µl/petri	180	0.00^{D}
	9 µl/petri	180	0.00^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

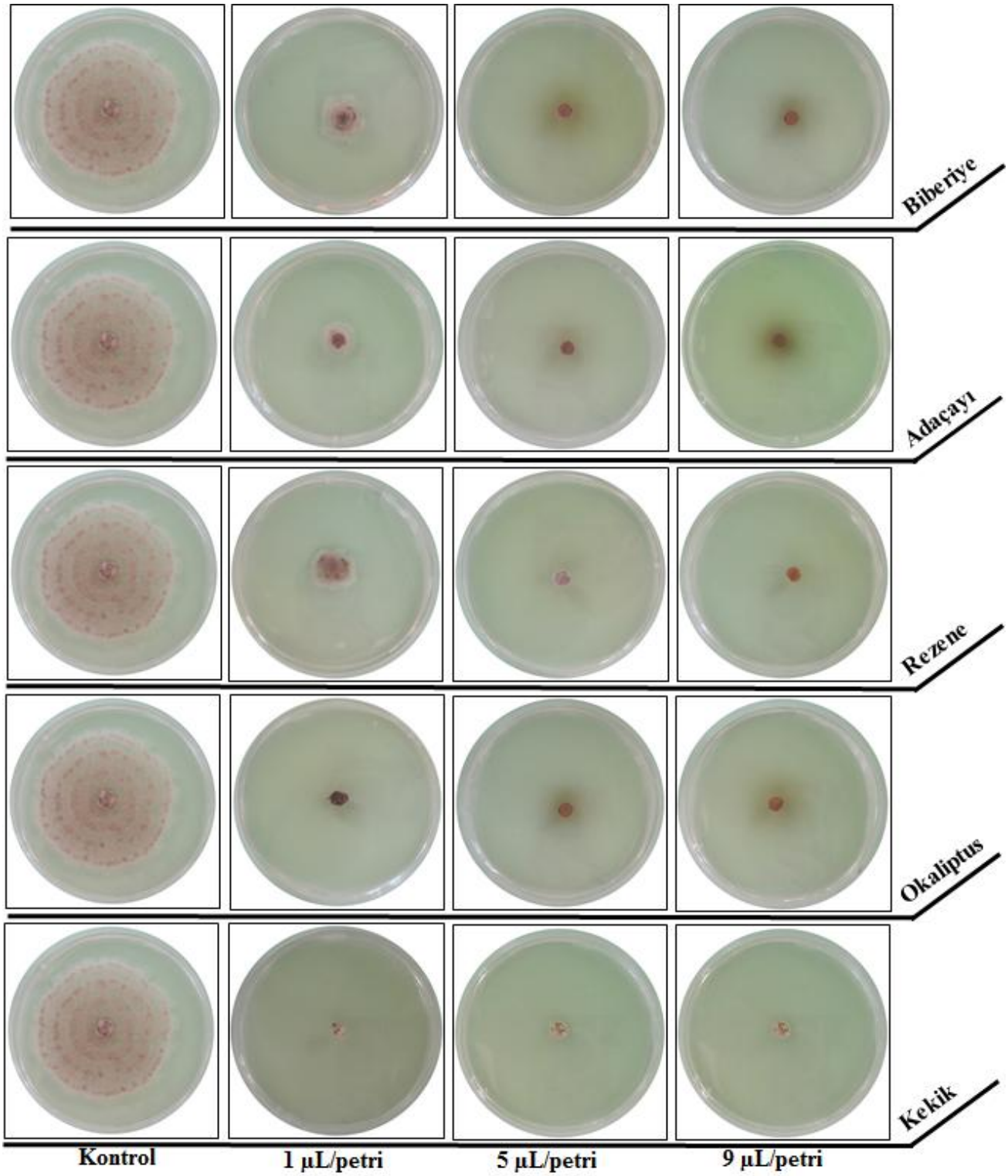
Uçucu yağ konsantrasyonunun *M. fructigena*'ya ait koloni çapı değerleri uüzerine etkisi incelendiğinde, uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça gösterdikleri direncin azaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.100). Elde edilen sonuçlara göre en etkili

konsantrasyonun 5µl/petri ve üzeri dozlarda olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 28 ve 29'da fumigasyon uygulama ile farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *Monilinia fructigena*'nin misel gelişimini engelleme oranları ve farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların *Monilinia fructigena*'ya karşı gösterdikleri antifungal e tkilerin besiyeri ortamındaki görünümleri verilmiştir. Şekil 28'de bu fungus türüüzerine kekik uçucu yağının fungal gelişimi tüm konsantrasyonlarda % 100 oranında engellediği görülmektedir. Okaliptus uçucu yağı 3 µl/petri ve üzeri, rezene, adaçayı ve biberiye uçucu yağları ise 5µl/petri ve üzeri konsantrasyonlarda fungal gelişimi tamemen engellemişlerdir. Şekil 29'a bakıldığında da uçucu yağların misel gelişimini engelleyen konsantrasyonları görülmektedir.



Şekil 28. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Monilinia fructigena* misel gelişimini engelleme oranları



Şekil 29. Değişik bitki uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlardaki fumigasyon uygulamasının *Monilinia fructigena* koloni gelişimine etkileri

"Uçucu yağ çeşidi × inkübasyon süresi" interaksiyon etkileri incelendiğinde, *M. fructigena*' ya ait en yüksek koloni çapı değerinin biberiye × 6. gün, en düşük koloni değerinin ise okaliptus × 3. gün inkübasyonunda ortaya çıktığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.101).

Çizelge 4.101. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Monilinia fructigena*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × inkübasyon süresi (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Biberiye × 6. gün	54	18.58^{A}
	Rezene × 6. gün	54	15.89^{B}
	Biberiye × 5. gün	54	14.60^{C}
	Adaçayı × 6. gün	54	13.62^{D}
	Okaliptus × 6. gün	54	13.41^{D}
	Rezene × 5. gün	54	12.56^{E}
	Kekik × 6. gün	54	11.23^{F}
	Adaçayı × 5. gün	54	11.12^{F}
	Okaliptus × 5. gün	54	10.73^{F}
	Biberiye × 4. gün	54	9.64^{G}
	Rezene × 4. gün	54	9.29^{G}
	Kekik × 5. gün	54	9.16^{GH}
	Okaliptus × 4. gün	54	8.95^{GH}
	Adaçayı × 4. gün	54	8.58^{H}
	Kekik × 4. gün	54	7.30^{I}
	Biberiye × 3. gün	54	6.33^{J}
	Okaliptus × 3. gün	54	5.67^{K}
	Adaçayı × 3. gün	54	5.39^{K}
	Rezene × 3. gün	54	5.38^{K}
	Kekik × 3. gün	54	5.30^{K}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

"Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi incelendiğinde diğer funguslardan farklı olarak biberiye, rezene, okaliptus ve adaçayı uçucu yağlarınında konsantrasyonlarının artmasıyla *M. fructigena*'nın misel gelişimini tamamen engellediği görülmektedir. *M. fructigena* diğer funguslarla kıyaslandığında uçucu yağlara karşı en hassas fungal etmen olduğu ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.102). Test edilen uçucu yağlardan sadece kekik uçucu yağı fungisidal etki göstermiştir. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği en düşük konsantrasyon ise 5 µl/petri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.102. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Monilinia fructigena*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*C*)	Okaliptus × Kontrol	36	52.19^{A}
	Rezene × Kontrol	36	50.81^{B}
	Kekik × Kontrol	36	59.49^{C}
	Adaçayı × Kontrol	36	49.29^{C}
	Biberiye × Kontrol	36	46.60^{D}
	Biberiye × 1 µl/petri	36	21.38^{E}
	Rezene × 1 µl/petri	36	10.90^{F}
	Adaçayı × 1 µl/petri	36	7.52^{G}
	Okaliptus × 1 µl/petri	36	5.95^{H}
	Biberiye × 3 µl/petri	36	5.75^{H}
	Rezene × 3 µl/petri	36	2.98^{I}
	Adaçayı × 3 µl/petri	36	1.26^{J}
	Kekik × 9 µl/petri	36	0.00^{K}
	Rezene × 9 µl/petri	36	0.00^{K}
	Okaliptus × 9 µl/petri	36	0.00^{K}
	Okaliptus × 7 µl/petri	36	0.00^{K}
	Rezene × 7 µl/petri	36	0.00^{K}
	Kekik × 7 µl/petri	36	0.00^{K}
	Kekik × 1 µl/petri	36	0.00^{K}
	Rezene × 5 µl/petri	36	0.00^{K}
	Okaliptus × 5 µl/petri	36	0.00^{K}
	Kekik × 5 µl/petri$^{\Lambda}$	36	0.00^{K}
	Okaliptus × 3 µl/petri	36	0.00^{K}
	Adaçayı × 7 µl/petri	36	0.00^{K}
	Adaçayı × 9 µl/petri	36	0.00^{K}
	Kekik × 3 µl/petri	36	0.00^{K}
	Adaçayı × 5 µl/petri$^{\Lambda}$	36	0.00^{K}
	Biberiye × 7 µl/petri	36	0.00^{K}
	Biberiye × 9 µl/petri	36	0.00^{K}
	Biberiye × 5 µl/petri	36	0.00^{K}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı
$^{\Lambda}$ Fungisidal etkinin görüldüğü minimum konsantrasyon değeri

"İnkübasyon Süresi × uçucu yağ konsantrasyonu " faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek fungal koloni çapı değerlerinin uçucu yağ ile muamele edilmeyen fungal etmenin 6. inkübasyon gününde, en düşük değerlerin ise inkübasyon süresi ne olursa olsun 3, 5, 7, 9 µl/petri konsantrasyonlarında uçucu yağ ile muamele edilen örneklerde görülmektedir.(Çizelge 4.103).

Çizelge 4.103. Uçucu yağların fumigasyon uygulamasında *Monilinia fructigena*' ya ait koloni çapı (mm) değerleri üzerine "inkübasyon süresi (*B*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*C*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*B*×*C*)	6. gün × Kontrol	45	67.35^{A}
	5. gün × Kontrol	45	55.57^{B}
	4. gün × Kontrol	45	44.42^{C}
	3. gün × Kontrol	45	31.37^{D}
	6. gün × 1 µl/petri	45	15.09^{E}
	5. gün × 1 µl/petri	45	11.09^{F}
	4. gün × 1 µl/petri	45	8.08^{G}
	6. gün × 3 µl/petri	45	4.85^{H}
	5. gün × 3 µl/petri	45	3.14^{I}
	3. gün × 1 µl/petri	45	2.33^{J}
	3. gün × 9 µl/petri	45	0.00^{K}
	3. gün × 7 µl/petri	45	0.00^{K}
	3. gün × 5 µl/petri	45	0.00^{K}
	4. gün × 9 µl/petri	45	0.00^{K}
	3. gün × 3 µl/petri	45	0.00^{K}
	4. gün × 7 µl/petri	45	0.00^{K}
	4. gün × 5 µl/petri	45	0.00^{K}
	5. gün × 9 µl/petri	45	0.00^{K}
	6. gün × 7 µl/petri	45	0.00^{K}
	6. gün × 5 µl/petri	45	0.00^{K}
	5. gün × 7 µl/petri	45	0.00^{K}
	6. gün × 9 µl/petri	45	0.00^{K}
	4. gün × 3 µl/petri	45	0.00^{K}
	5. gün × 5 µl/petri	45	0.00^{K}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.3. *In vivo* Deneme Sonuçları

In vitro denemelerde tüm fungusların misel gelişimini diğerlerine göre daha yüksek oranda engelleyen kekik ve okaliptus bitkilerinin uçucu yağları *in vivo* denemelerinde de kullanılmıştır. Ayrıca *in vitro* denemelerinde hastalık etmenlerinden sadece *P. expansum*, *C. gleosporoides* ve *B. cinerea* gibi hasat sonrası en yaygın görülen fungal mikroorganizmalar *in vivo* denemelerine de dahil edilmiştir. Test edilen uçucu yağ konsantrasyonları ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. Test edilen uçucu yağların ve konsantrasyonlarının belirlenmesinde ön denemelerdeki sonuçlar esas alınmış olup buna göre en yüksek etkinlik derecesine sahip olan kekik ve okaliptus uçucu yağlarının etkisi test edilmiştir. Ayrıca % 10'luk konsantrasyonunun etkisi de ön denemeler ile test edilmiş olup netice itibariyle bu dozda fitotoksik etki gözlemlendiğinden dolayı *in vivo* denemelerine dahil edilmemiştir. Diğer taraftan

pratikte kontakt uygulamanın fumigasyon uygulamasına göre bazı avantajları olduğu için *in vivo* denemelerde, sadece kontakt uygulama ile elmalar muamele edilerek uçucu yağların antifungal etkileri belielenmeye çalışılmıştır. Farklı elma kültivarlarında gerçekleştirilen *in vivo* denemeler sonucunda, fumigasyon ile muamele edilen elma örneklerinde uçucu yağların etkisinin kısa bir süre içerisinde kaybolduğu; ayrıca bu etkinin devamlılığı için elma örneklerinin kitosan gibi materyallerle kaplanması gerektiği bildirilmiştir (Xing ve ark., 2010).

Aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 104-115) uçucu yağların kontakt olarak uygulandığı *in vivo* denemelerinde elmalarda meydana gelen lezyon çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçları görülmektedir. Buna göre varyasyon kaynaklarından biri olan bloğun etkisi önemsiz olarak tespit edilmiş olup, bu durum birinci ve ikinci tekerrür için toplanan elma numuneleri arasındaki homojenliği göstermektedir.

4.3.1. *Penicillium expansum*'a ait *in vivo* deneme sonuçları

Elmalarda ölçülen lezyon çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, uçucu yağ çeşidi ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörleriyle birlikte bu faktörlere ait interaksiyon etkilerinin istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.104).

Elmalara inokule edilen *P. expansum*'a ait lezyon çap değerleri incelendiği zaman, kekik uçucu yağı ile muamele edilen elmalardaki gözlemlenen lezyon çapları değerlerinin, okaliptus uçucu yağı ile muamele edilenlerinkine kıyasla önemli derecede

Çizelge 4.104. *In vivo* denemelerinde elmalarda ölçülen lezyon çapı (mm) değerleri üzerine *Penicillium expansum*'a ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Blok	1	0.9	0.9	0.08
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	1	12048	12048	1071**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	3	18278	6093	541.5**
Blok ×*A*	1	21.9	21.9	1.95
Blok ×*B*	3	37.8	12.6	1.12
A×*B*	3	5968	1989	176.8**
Blok×*A*×*B*	3	30.7	10.2	176.9
Hata	304	3419	11.2	0.91
Genel	319	39805		

***p<0.01* seviyesinde önemli

daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.105).

Çizelge 4.105. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Penicillium expansum*'un oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Okaliptus	160	34.66^{A}
	Kekik	160	22.39^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Elma çeşitleri ile yapılan bir çalışmada *Botrytis cinerea* ve *P. expansum*'a karşı reyhan (*Ocimum basilicum*), rezene (*Foeniculum sativum*), lavanta (*Lavandula officinalis*), güvey otu (*Origanum majorana*), kekik (*Oreganum vulgare*), zater (*Satureja montana*), nane (*Mentha arvensis*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve kekik (*Tymus vulgaris*) uçucu yağlarının önemli antifungal etkiler gösterdikleri tespit edilmiş ve bu elmalar 4 ± 1°C'de depolandığında ise kekik (*Oreganum vulgare*), zater (*Satureja montana*) ve kekik (*Tymus vulgaris*) uçucu yağlarının % 1'lik emülsiyonlarının bile elmalarda yüksek antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Lopez-Ryes ve ark., 2010). Nitekim mevcut çalışmada uçucu yağ çeşitleri birbirleriyle kıyaslandığında kekik uçucu yağının okaliptusa göre daha yüksek antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.105). Bu sonuçlar denemeye esas olan uçucu yağ çeşitlerinin söz konuss fungal hastalık etmeni ile mücadelede etkin bir ajan olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Elmalarda uçucu yağ konsantrasyonun lezyon çapın değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise, uçucu yağ muamele edilmemiş fungus türlerinde lezyon çapı değeri yüksek iken, konsantrasyon miktarı arttıkça lezyon çapı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.106).

Çizelge 4.106. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Penicillium expansum*'un oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	Kontrol	80	39.13^{A}
	1%	80	31.17^{B}
	3%	80	25.08^{C}
	5%	80	18.68^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Xing ve ark. (2010) hünnap (*Ziziphus jujuba Mill cv)* ve portakal (Shatang

mandarin) meyvelerini *R. nigricans* *A. flavus* ve *Penicillium expansum* etmenleri ile inokule ederek, tarçın uçucu yağının % 0, 0.10, 0.25, 0.50, 1.0, 2.0 ve 3.0 (v/v) konsantrasyonlarını uygulamışlar ve uçucu yağların %2 ve 3'lük konsantrasyonları ile fungus gelişiminin tamamen kontrol altına alındığını tespit etmişlerdir. Araştırıcılar bu antifungal etkiyi tarçın uçucu yağının artan konsantrasyonuna bağlamışlardır. Nitekim mevcut çalışmada da hem kekik hemde okaliptus uçucu yağlarının konsantrasyon miktarlarının artmasıyla antifungal etkinliğin arttığı görülmektedir.

Feng ve ark. (2011), 2 mm derinliğinde ve 5 mm çapında yaralanmış kiraz domateslere *Alternaria alternata* (5×10^4/ml)'nın spor suspansiyonunu uygulamışlar ve kekik (*Tymus vulgaris*) uçucu yağının uygulanan en yüksek doz olan 500 µl/L etmenin oluşturduğu çürüklüğü % 40 azalttığını tespit etmişlerdir. Bir çalışmada yeşil limon (mexican lime) ve kekik (thyme) uçucu yağlarının depolanmış papaya meyvesinde *C. gloeosporoides* ve *R. stolonifer*' e karşı etkisini belirlemek için yapılan çalışmada sırasıyla % 50 ve % 40 üzerinde çürüklüğü engellediği tespit edilmiştir (Bosquez-Molina ve ark., 2010).

Uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde, en yüksek lezyon çapı değerlerinin okaliptus × kontrol ve kekik × kontrol interaksiyonlarında; en düşük lezyon çapı değerlerinin ise okaliptus × kontrol, okaliptus × % 3 ve okaliptus × % 5 interaksiyonlarında oluştuğu görülmektedir (Çizelge 4.107). Başka bir ifadeyle, uçucu yağların *in vivo* koşullar altındaki antifungal etkinlikleri, beklenildiği üzere konsantrasyon artışına bağlı olarak artmıştır. Ancak burada dikkat çeken diğer bir husus ise tıpkı *in vitro* koşullarda gözlemlendiği gibi; *in vivo* koşullar altında da kekik uçucu yağının okaliptus uçucu yağına kıyasla daha

Çizelge 4.107. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Penicillium expansum*'un oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Okaliptus × Kontrol	40	39.15^{A}
	Kekik × Kontrol	40	39.15^{A}
	Okaliptus × % 1	40	35.45^{B}
	Okaliptus × % 3	40	34.34^{B}
	Okaliptus × % 5	40	29.70^{C}
	Kekik × % 1	40	26.89^{D}
	Kekik × % 3	40	15.84^{E}
	Kekik × % 5	40	7.67^{F}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

yüksek antifungal etki göstermesidir. Bu bulgudan, *in vivo* koşullar altında gerek fungal hastalıkların gerekse uçucu yağ etkinlik derecelerinin *in vitro* koşullardaki ile benzer olabileceği kanaatine varılmaktadır.

4.3.2. *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait *in vivo* deneme sonuçları

Elmalarda ölçülen lezyon çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, uçucu yağ çeşidi ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörleriyle birlikte bu faktörlere ait interaksiyon etkilerinin istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.108).

Elmalara inokule edilen *C. gloeosporioides*'e ait lezyon çapı değerleri incelendiği zaman, *P. expansum*'da olduğu gibi kekik uçucu yağı ile muamele edilen elmalardaki lezyon çapı değerlerinin, okaliptus uçucu yağı ile muamele edilenlerinkine kıyasla

Çizelge 4.108. *In vivo* denemelerinde elmalarda ölçülen lezyon çapı (mm) değerleri üzerine *Colletotrichum gloeosporioides*'e ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Blok	1	6.6	6.6	0.43
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	1	5772	5772	374.9**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	3	29979	9993	648.0**
Blok ×A	1	13.2	13.2	0.85
Blok ×B	3	69.3	23.1	1.50
A×B	3	3809	1270	82.32**
Blok×A×B	3	25.7	8.6	0.56
Hata	304	4688	15.4	
Genel	319	44362		

***p<0.01* seviyesinde önemli.

daha düşük olduğu ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.109).

Regnier ve ark. (2010b) avokado meyvesinde hasat sonrası fungal çürüklük etmeni olan *Colletotrichum gloeosporioides'*e karşı *Lippia scaberrima* uçucu yağının antifungal etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, uçucu yağ uygulamasının inokule edilen meyvelerde hastalık gelişimini önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise akasya sakızı ile (%10) tarçın uçucu yağının (%0.4) birleştirilerek muz ve papaya meyvelerinde hasat sonrası önemli kayıplara yol açan *Colletotrichum musae* ve *C. gloeosporioides* etmenlerine karşı uygulanmasıyla çürüklüklerin azalması sırasıyla %80 ve % 73.4 oranlarında

engellendiği tespit edilmiştir (Maqbool ve ark., 2011). Tarçın uçucu yağının antifungal aktivitesi içerdiği cinnamaldehit bileşenine bağlanmaktadır. Nitekim bu bileşen biyolojik süreçte elektron transferine dahil olur ve nitrojen içeren bileşiklerle reaksiyona girerek mikroorganizmanın gelişimini engeller (Gupta ve ark., 2008).

Çizelge 4.109. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Colletotrichum gloeosporioides*'in oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Okaliptus	160	26.44^{A}
	Kekik	160	17.95^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.110'da elmalarda uçucu yağ konsantrasyonun lezyon çapın değerleri üzerine etkisi incelendiğinde uçucu yağ muamele edilmemiş fungus türlerinde lezyon çapı değeri yüksek iken, konsantrasyon miktarı arttıkça lezyon çapı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Al-Reza ve ark. (2010) sera *Cestrum nocturnum* L. uçucu yağını biber bitkisinde fungal patojen olan *Colletotrichum capsici'ye* karşı antifungal etkisini belirlemek için sera şartlarında uygulamışlar ve uygulanan konsantrasyonun artmasıyla hastalığın baskı altına aldığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.110. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Colletotrichum gloeosporioides*'in oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	Kontrol	80	34.75^{A}
	1%	80	27.06^{B}
	3%	80	18.06^{C}
	5%	80	8.91^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.111'de uçucu yağ çeşidi × uçucu yağ konsantrasyonu" faktörlerinin interaksiyon etkileri incelendiğinde, en yüksek lezyon çapı değerlerinin uçucu yağ ile muamele edilmeyen elmalarda; en düşük lezyon çapı değerlerinin ise kekik × % 5 interaksiyonunda oluştuğu görülmektedir Başka bir ifadeyle, uçucu yağların *in vivo* koşullar altındaki antifungal etkinlikleri, beklenildiği üzere konsantrasyon artışına

bağlı olarak artmıştır.

Çizelge 4.111. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Colletotrichum gloeosporioides*'in oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Ortalama Koloni Çapı Değerleri (mm)		
	Faktör	N	
(*A*×*B*)	Okaliptus × Kontrol	40	34.75^{A}
	Kekik × Kontrol	40	34.75^{A}
	Okaliptus × % 1	40	30.82^{B}
	Okaliptus × % 3	40	27.69^{C}
	Kekik × % 1	40	23.30^{D}
	Okaliptus × % 5	40	12.52^{E}
	Kekik × % 3	40	8.44^{F}
	Kekik × % 5	40	5.31^{G}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

4.3.3. *Botrytis cinerea*'ya ait deneme sonuçları

Elmalarda ölçülen lezyon çapı değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, uçucu yağ çeşidi ve uçucu yağ konsantrasyonu faktörleriyle birlikte bu faktörlere ait interaksiyon etkilerinin istatistiki olarak önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.112).

Çizelge 4.112. *In vivo* denemelerinde elmalarda ölçülen lezyon çapı (mm) değerleri üzerine *Botrytis cinerea'*ya ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	*F*
Blok	1	7.6	7.6	0.39
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	1	5995	5995	304.9**
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	3	95328	31776	1616**
Blok ×*A*	1	3.3	3.3	0.17
Blok ×*B*	3	110.2	36.7	1.87
A×*B*	3	11240	3747	190.6**
Blok×*A*×*B*	3	85.0	28.3	1.44
Hata	304	6184	20	
Genel	319	118747		

***p<0.01* seviyesinde önemli

Çizelge 4.113'de kekik uçucu yağının oklaliptus uçucu yağına kıyasla *B. cinerea*'nın oluşturduğu lezyon çapı değerlerine daha etkili olduğu görülmektedir.

Marandi ve ark. (2011) armutlarda hasat sonrası büyük kayıplara yol açan

Botrytis cinerea ve *Penicillium expansum* etmenlerine karşı *Thymus kotschyanus* (kekik), *Ocimum basilicum* (fesleğen) ve *Rosmarinus officinalis* (biberiye) uçucu yağlarını test ettikleri çalışmada, diğer uçucu yağlara kıyasla kekik uçucu yağının hastalık şiddetini azalttığını, bununla birlikte *B. cinerea* ve *P.expansum* ile enfekteli meyve sayısınında azaldığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.113. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Botrytis cinerea'*nın oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ çeşidi" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ çeşidi (*A*)	Okaliptus	160	24.77^{A}
	Kekik	160	16.12^{B}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.114'de elmalarda *B. cinerea*'nın oluşturduğu lezyon çapı değerleri üzerine kekik uçucu yağının okaliptus uçucu yağından daha etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.114. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Botrytis cinerea'*nın oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine "uçucu yağ konsantrasyonu" faktörünün etkisine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları*

	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)		
Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	
Uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)	Kontrol	80	48.25^{A}
	1%	80	21.48^{B}
	3%	80	6.84^{C}
	5%	80	5.20^{D}

*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Çizelge 4.115'de *B. cinerea*'nın en yüksek lezyon çapı değerleri uçucu yağ ile muamele edilmeyen elmalarda gözlemlenirken, en düşük lezyon değeri kekik uçucu yağının % 5'lik interaksiyonunda tespit edilmiştir.

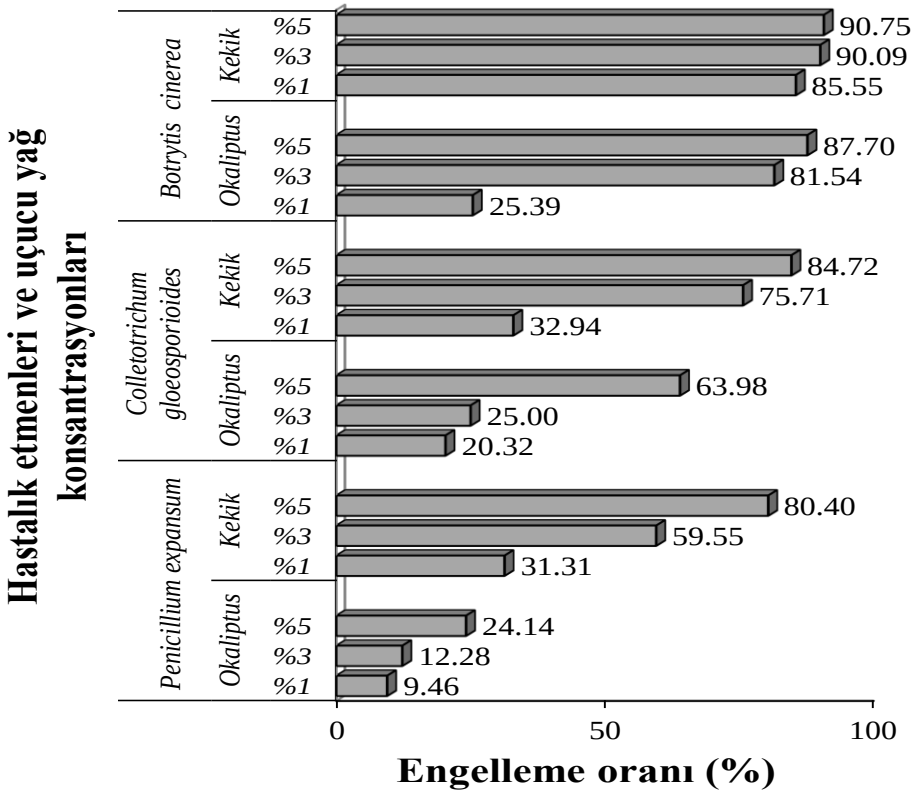
Hassani ve ark.(2012) kayısı meyvelerini *Botrytis cinerea* ile inokule ederek *Thymus vulgaris* (kekik), *Eugenia caryophyllatum* L. (karanfil), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (tarçın) ve *Carum capticum* (kimyon) uçucu yağlarının 200, 400, 600 µl/L konsantrasyonlarını test ettikleri çalışmada 600 µl/L dozunda bütün uçucu yağların yüksek oranda antifungal etki gösterdiğini ve kekik uçucu yağının diğer uçucu yağlara kıyasla her iki etmende hastalık şiddetini daha fazla azalttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.115. *In vivo* denemelerinde elmalarda *Botrytis cinerea'*nın oluşturduğu lezyon çapı (mm) değerleri üzerine"uçucu yağ çeşidi (*A*) × uçucu yağ konsantrasyonu (*B*)" faktörlerinin interaksiyon etkilerine ait AÖF karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Faktör	N	Ortalama Lezyon Çapı Değerleri (mm)
(*A*×*B*)	Okaliptus × Kontrol	40	48.25^{A}
	Kekik × Kontrol	40	48.25^{A}
	Okaliptus × % 1	40	35.99^{B}
	Okaliptus × % 3	40	8.91^{C}
	Kekik × % 1	40	6.97^{CD}
	Okaliptus × % 5	40	5.94^{DE}
	Kekik × % 3	40	4.78^{E}
	Kekik × % 5	40	4.46^{E}

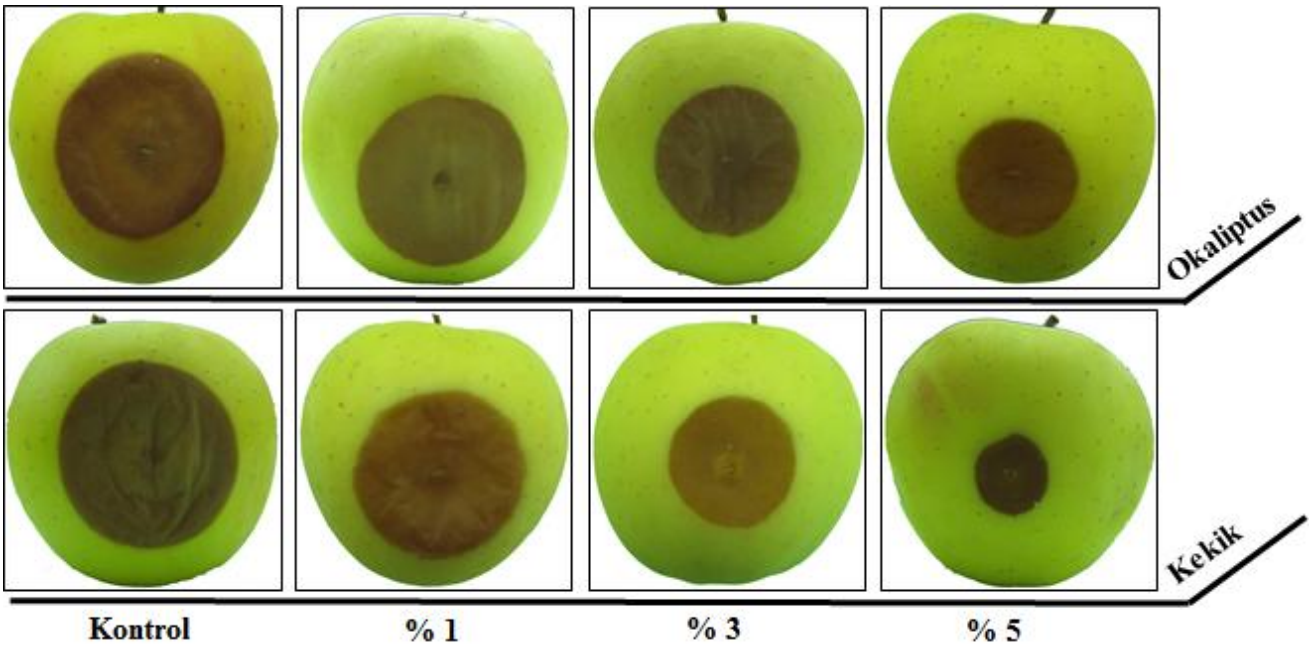
*Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (*p<0.01)* birbirinden farklıdır.
N: Ortalama sayısı

Şekil 30'da kontakt uygulama ile elmalara tatbik edilen farklı konsantrasyonlardaki kekik ve okaliptus uçucu yağlarının *P. expansum, C. gloeosporioides* ve *B. cinerea*'nın lezyon gelişimini engelleme oranları görülmektedir.

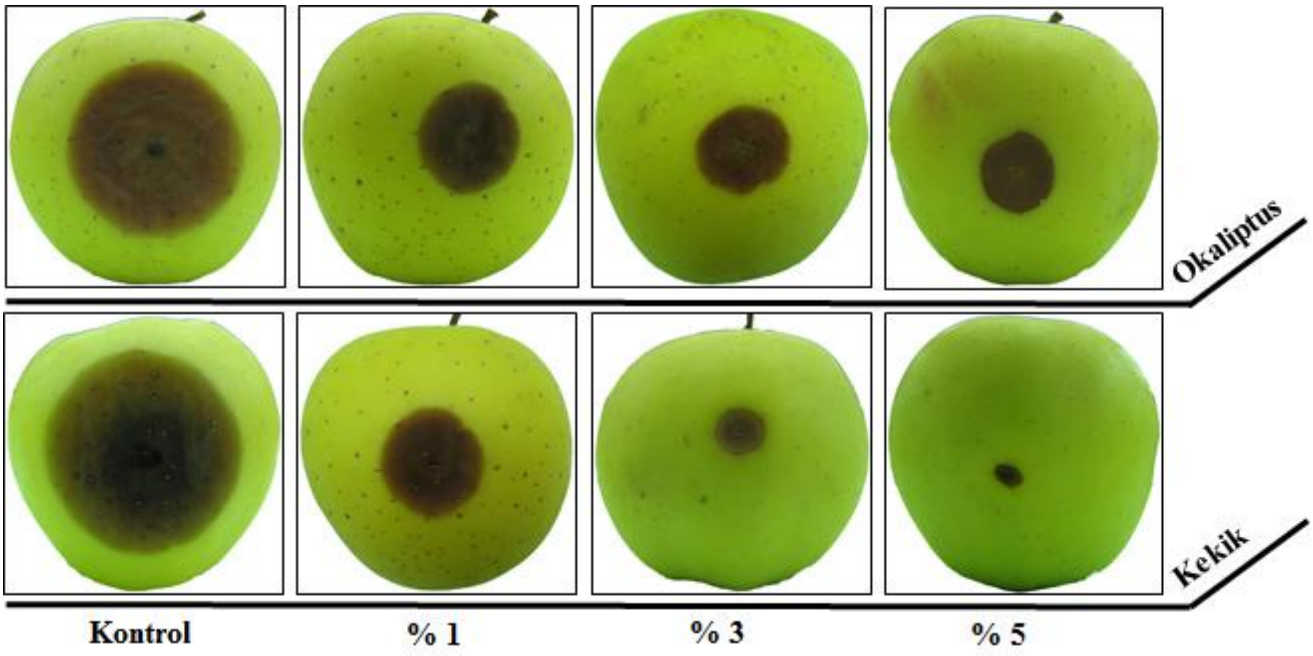


Şekil 30. *Penicillium expansum, Colletotrichum gloeosporioides, Botrytis cinere*a ile inokule edilen elmalarda farklı konsantrasyonlarda kekik ve okaliptus uçucu yağlarının lezyon gelişimini engelleme oranları

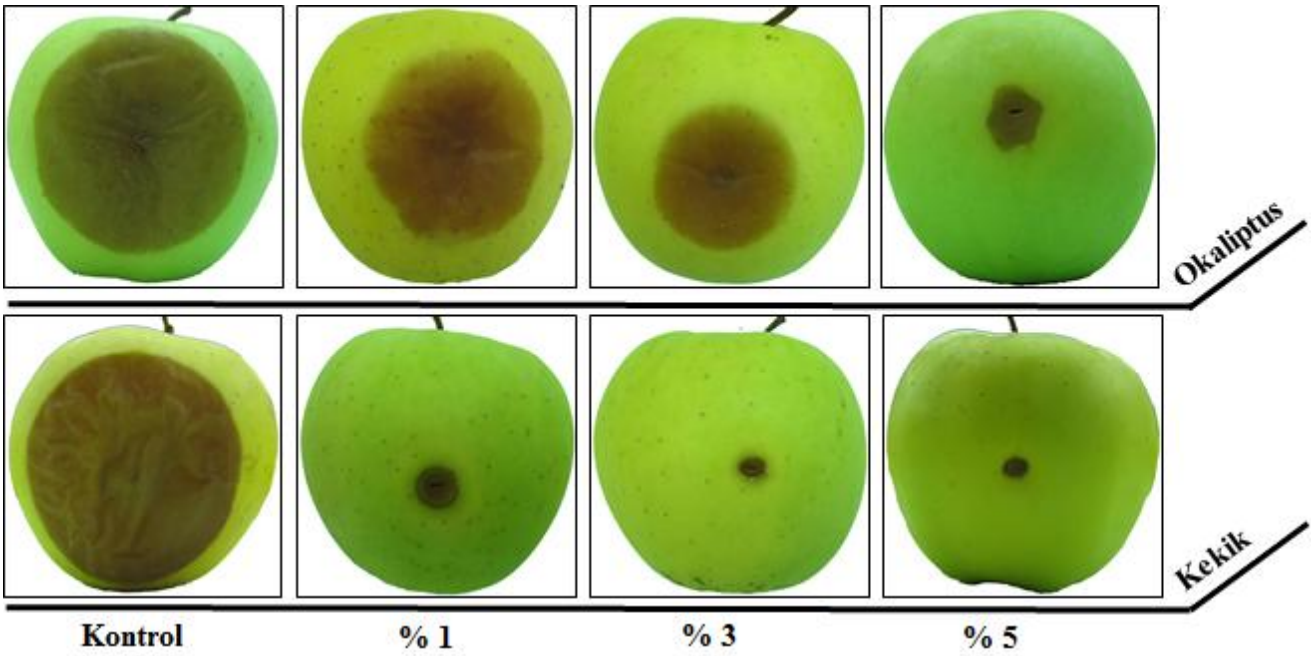
Şekil 31, 32 ve 33'de ise farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağların bu fungal etmenlere karşı gösterdikleri antifungal etkilerin elmalar üzerindeki görünümleri verilmiştir. Şekil 30'da görüldüğü gibi kekik ve okaliptus uçucucu yağ emülsiyonlarının konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak fungal etmenlerin oluşturduğu lezyon gelişimini inhibe ettiği görülmektedir. Hem kekik hemde okaliptus uçucu yağları için tüm fungal etmenlerin oluşturduğu lezyon gelişimini en fazla engelleyen konsantrasyon %5 olarak belirlenmiştir. *P. expansum, C. gloeosporioides* ve *B. cinerea*'ya karşı okaliptus ve kekik uçucu yağlarının lezyon gelişimine etkisi incelendiğinde en fazla etkiyi kekik uçucu yağının % 5'lik konsantrasyonda gösterdiği görülmektedir (Şekil 31). En düşük engelleme oranları ise okaliptus uçucu yağının %1'lik dozunda görülmüştür. Şekil 32, 33, 34 incelendiğinde ise kontrol örneklerine kıyasla uçucu yağ konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak hastalık etmenlerinin oluşturduğu lezyon çaplarının azaldığı görülmektedir. En fazla engelleme ise *Botrytis cinerea* etmeninin oluşturduğu lezyon çapında görülmüştür.



Şekil 31. *Penicillium expansum* ile inokule edilen Golden Delicious elma çeşidinde kekik ve okaliptus uçucu yağının lezyon gelişimine etkileri



Şekil 32. *Colletotrichum gloeosporioides* ile inokule edilen Golden Delicious elma çeşidinde kekik ve okaliptus uçucu yağının lezyon gelişimine etkileri



Şekil 33. *Botrytis cinerea* ile inokule edilen Golden Delicious elma çeşidinde kekik ve okaliptus uçucu yağının lezyon gelişimine etkileri

Mevcut çalışmada kekik uçucu yağının lezyon çapına en etkili uçucu yağ olarak belirlenmesinin muhtemel nedeninin uçucu yağ bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü karvakrol, thymol, öjenol ve isoöjenol gibi fenollere benzer

yapıdaki terponoidler güçlü antiseptik özelliğe sahiptir. Ayrıca serbest hidroksil grupları gibi spesifik fonksiyonel grupları ihtiva ederler. Uçucu yağların fungitoksitesi aromatik halkaya sahip elementlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Fenolik hidroksil grup içeren bu aromatik halkalar mikroorganizmadaki bazı enzimlerin aktif bölgelerine bağlanarak hidrojen bağları oluştururlar ve bu şekilde antimikrobiyal etkilerini gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir (Farag ve ark., 1989).

Fenolik bileşikler, mikrorganizma hücresinin pek çok bölgesini hedef alabilirler. Örneğin hücredeki enzimleri ve membran proteinlerine etki ederek, inaktive edebilirler (Holyoak ve ark., 1996). Ayrıca bu bileşikler mikrobiyal etmenlerin hücre zarlarının geçirgenliğini bozarak stoplazmadan potasyum (K^+) kaybına neden olarak hücrenin hayatsal fonksiyonlarını bozarlar. Bunun yanısıra proton üretiminde kullanılan mekanizmaları devre dışı bırakarak adenosin trifosfat (ATP) seviyesini düşürerek hücrenin ölümüne sebebiyet verirler (Venturini ve ark. 2002).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada hasat sonrası depolanan meyvelerde ciddi bozulmalara yol açan *Alternaria mali, Botrytis cinerea, Aspergillus niger, Penicillium expansum, Rhizopus stolonifer, Monilinia fructigena* ve *Colletotrichum gloeosporioides* fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı *Origanum vulgare* L. (kekik), *Eucalyptus* sp (okaliptus), *Salvia officinalis* L. (adaçayı), *Foeniculum vulgare* Mill (rezene) ve *Rosmarinus officinalis* L (biberiye) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların gösterdikleri antifungal etkiler, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullar altında araştırılmıştır. *In vitro* denemeler tüm fungus türleri ve uçucu yağ çeşitlerinin test edildiği kontakt ve fumigasyon denemeleri olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilirken, *in vivo* denemeler ise elma meyvesinde, sadece kekik ve okaliptus uçucu yağları *P. expansum*, *B. cinerea* ve *C. gloeosporioides* etmenlerine kontakt uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Kontakt denemelerde test edilen tüm funguslara uygulanan değişik uçucu yağlar genel olarak incelendiğinde kekik uçucu yağının en etkili antifungal özellik gösteren uçucu yağ olduğu, kekikten sonre en etkili uçucu yağların ise *A. niger, B. cinerea, A. mali*, *M. fructigena* için okaliptus, *P. expansum* için okaliptus ve adaçayı, *C. gloeosporioides* için rezene olduğu belirlenmiştir. En düşük antifungal etkiyi ise *C. gloeosporioides* 'e adaçayı, diğer fungal etmenlere ise biberiye uçucu yağlarının gösterdiği tespit edilmiştir.

Fumigasyon denemelerde de en etkili uçucu yağın kekik olduğu , kekikten sonra en etkili uçucu yağların ise *B.cinerea, A. mali*, *P.expansum* için okaliptus, *M. fructigena* için adaçayı ve okaliptus, *A. niger*'e rezene ve *C gloeosporioides* 'e adaçayı uçucu yağları olarak belirlenmiştir.

Uçucu yağların funguslara karşı en etkili oldukları konsantrasyon kontakt uygulamalarda 500µl/L iken fumigasyon uygulamalarında ise 9 µL/petri'dir. Her iki denemedede kekik uçucu yağının tüm konsantrasyonları tüm fungusların misel gelişimini tamamen inhibe etmiştir.

Genel olarak inkübasyon süresinin artmasıyla fungusların gösterdiği direnç azalmıştır.

In vivo denemelerde ise elmalarda *P. expansum, B. cinerea* ve *C. gloeosporioides*'in oluşturduğu çürüklüklere kekik uçucu yağının okaliptus uçucu yağından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Uygulanan % 5'lik kekik uçucu yağ

emülsiyonu tüm funguslarda önemli düzeyde antifungal etki göstermiştir.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde kekik uçucu yağının en etkili uçucu yağ çeşidi olduğu görülmektedir.

Fumigasyon uygulamalarında kekik uçucu yağı *Alternaria mali, B.cinerea, P. expansum,C. gloeosporioides , R. stolonifer* ve *M. fructigena* etmenlerine karşı 5 µl/petri ve *A. niger*'e 7 µl/petri dozunda fungisidal etki göstermiştir. Kontakt uygulamalarda ise *B. cinerea*'ya ve *A.*mali'ye 300 µl/L, *R. stolonifer, P. expansum, C. gloeosporioides* 100 µl/L, *M. fructigena* ve *A.niger*'e 500 µl/L dozlarında fungisidal etki göstermiştir.

5.2. Öneriler

Hasat sonrası kayıplar için sentetik fungisitlerin uygulanması, sağlık ve çevre konularında tehlikeli boyutlara geldiği için hasat sonrası hastalıkların kontrolünde alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir.Gıda maddelerinde üretimden tüketime kadar çeşitli dönemlerde kullanılan pestisitler gerek ürünün üzerinde gerekse içinde absorbe edilerek parçalanmadan kalmaktadır. Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünya ülkeleri bu kalıntıların insan sağlığına zararlı olmayacak şekilde tolerans sınırlarını tespit etmişlerdir. Bu yüzden daha az toksik olan, parçalanma hızı fazla ve insan ve hayvanlarda kalıntı problemi daha az zararlı ve maliyeti ucuz olan uçucu yağlarla ilgili çalışmalar son zamanlarda oldukça günceldir. Uçucu yağlar kompleks karışımlardır ve yapılarında monoterpenleri diterpenleri seskiterpenler ve bunların oksijen türevleri bulunmaktadır. Bununla birlikte içeriklerinde alkoller, aldehitler, esterler, ketonlar, fenolik ve okside bileşiklerde bulunabilmektedir. Uçucu yağlardan her yıl yeni bileşikleri izole edilmekte ancak bu maddelerin biyolojik aktivite ve etki mekanizmalarının nasıl olduğu bilinmemektedir (Tsao ve Zhou, 2000). Uçucu yağların antifungal etkileri ise bileşenlerinde bulunan predominant bileşenlerine bağlanmaktadır. Halbuki bileşenlerinde eser miktarda bulunan yada tanımlanmamış pek çok madde vardır (Svoboda ve Hampson, 1999). Mevcut çalışmada da ortaya konduğu üzere uçucu yağların çeşitli funguslara karşı oldukça güçlü antifungal etkileri vardır. Buna rağmen uçucu yağların stabilitelerinin kısıtlı olması ve yüksek uçuculuk özelliği gibi bazı dezavantajlarıda mevcuttur. Uçucu yağların çok yüksek buharlaşma özelliğinden dolayı arazi şartlarında pratikte uygulanması mümkün olmamaktadır. Ancak son zamanlarda depo ve seralarda

uygulamaya yönelik çalışmalar artmaktadır. Netice itibariyle hem *in vitro* hem *in vivo* koşullar altında en yüksek antifungal etkiyi gösteren kekik uçucu yağının, araştırmamızda test edilen funguslara karşı etkin bir mücadele aracı olarak, sentetik kimyasallar yerine uygun konsantrasyonlarda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç fungisitlerin azaltılması yönünde ümit vericidir.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların bileşenlerinin bilinmesi ve bunların yapay yollarla üretilerek patojenler üzerine etkinliklerinin araştırılması antimikrobiyal etkinliği bulunan uçucu yağlar üzerine yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmaların gelişimine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

Abdollahi, A., Hassani, Ghosta, Y., Javadi, T. and Meshkatalsadat, M.H., 2010, Essential Oils as control of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato Fruits, *Journal of Food Safety* 30, 341-352.

Abdollahi, A., Hassanı A., Ghosta Y., Meshkatalsadat, H, M. and Shabani R., 2011, Screenıng of antifungal properties of essentıal oils extracted from sweet basil, fennel, summer savory and thyme agaınst postharvest phytopathogenic fungi, *Journal of Food Safety* 31, 350-356.

Abdollahi, M., Hamzehzarghani, H. and Saharkhiz, M.J., 2011, Effects of the essential oil of *Zataria multiflora* Boiss, a thyme-like medicinal plant from Iran on the growth and sporulation of *Aspergillus niger* both *in vitro* and on lime fruits, *Journal of Food Safety,* Volume: 31, 424-432.

Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y.and Kang, S.C., 2010, Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L., *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96, 86-92.

Alizadeh-Salteh, Arzani, K., Omidbeigi, R. and Safaie, N, 2010, Essential oils inhibit mycelial growth of *Rhizopus stolonifer*, *Europen Journal of Horticultural Science*, 75(6), 278-282.

Alma, M.H., Nitz, S., Kollmannsberger, H., Digrak, M., Efe, F.T. and Yılmaz, N., 2004, Chemical composition and antimikrobial activityof the essential oils from the gum of Turkish Pistachio (*Pistacia vera* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12), 3911-3914.

Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y. and Kang, S.C., 2010, Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L., *Pesticide Biochemistry and Physiology* 96, 86-92.

Amiri, A., Dugas, R., Pichot, A.L. and Bompeix G, 2008, *In vitro* and *in vivo* activity of eugenol oil (*Eugenia caryophylata*) against four important postharvest apple pathogens , *International Journal of Food microbiology*, 126; 13-19.

Anonymous, 2012, http://www.indexfungorum.org/names/names.asp. (Erişim tarihi 1. Mart 2012)

Antunes, M.D.C., and Cavaco, A.M., 2010. The use of essential oils for postharvest decay control. A review. , *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 351-366.

Alvarez-Castellanos, P.P., Bishop, C.D. and Pascual-Villalabos, M.J., 2001, Antifungal activity of the essential oil of flower heads of garland (*Chrysanthemum coronarium* L.) against agricultural pathogens, *Phytochemistry*, 57, 99-102.

Arras, G., and Usai, M. 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 64:

1025-1029.

Arul, J. 1994, Emerging technologies for the control of postharvest diseases of fresh fruits and vegetables, In: C.L. Wilson and M.E. Wisniewski (eds.) *Biological Control of Postharvest Diseases* Theoryand Practice. CRC Press, Boca Raton, pp. 1-10.

Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M and Debevere, J., 2004, Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, 21, 33-42.

Barkai-Golan, R., 2001, Postharvest diseases of fruit and vegetables, *Elsevier B.V.*, pp:299.

Barnett, H.L and B.B. Hunter, 1972, Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Third Edition, Minneapolis, 218 pp.

Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A.N., Velazquez-del Vaile, M.G., Hernandez-lopez, M., Ait-Barka, E., Bosquez-Molina, E., Wilson, C.L., 2006, Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities, *Crop Protectection* 25, 108.

Benli, M.,2003, Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele, *Ortab on-line mikrobiyoloji dergisi*, 1, 8 , 1-25.

Bosquez-Molina, E., Ronquillo-de Jesus, E., Bautista-Banos, S., Verde-Calvo, J.R. and Morales-Lopez, J., 2010, Inhibitory effect of essential oils against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Rhizopus stolonifer* in stored papaya fruit and their possible application in coatings, *Postharvest Biology and Technology* 57, 132-137.

Boyraz, N., Özcan, M., 1997. Bitki patojeni funguslara bazı yerli baharat ekstrat ve uçucu yağlarının antifungal etkileri, *Gıda*, 22(6): 457-462.

Boyraz, N., Özcan, M., 2006, Inhibition of phytopathogenic fungi by essential oil, hydrosol, ground material and extract of summer savory (*Satureja hortensis* L.) growing wild in Turkey, *International Journal of Food Microbiology* 107, 238 – 242.

Box, E.O., 1982 The Productivity of Aromatic Plants: Climatic Models, In Aromatic plants basic and applied aspects. Proceeding of the internal symposium on aromatic plants University of Thessolanika, Greece, *World Crops*, 7, 9.

Caccioni, D. and Guizardi, M., 1994, Inhibition of germination growth of fruit and vegetable post-harvest pathogenic fungi by essential oil components, *Journal of Essential Oil Research*, 6, 173-179.

Cole, M. and Wood, R.K.S. 1961. Types of rot, rate of rotting, and analysis of pectic substances in apple srotted by fungi. *Annals of Botany*,. 25: 417-434.

Combrinck, S., Regnier, T. and Kamatou, G.P.P., 2011. *In vitro* activity of eighteen

essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. *Industrial Crops and Products*, 33, 344-349.

Daferera, DJ., Ziogas, B.N. and Polıssıou, 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

Davidson, P.M. 2001, Chemical preservatives and naturally antimicrobial compounds, In *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers*, 2nd Ed.(M.P. Beuchat and L.R. Montville, eds.) pp. 593–628, ASM Press,Washington, DC.

Deans, S.,G. and Soboda K.P., 1990, The Antimicrobial Proporties of Marjoram (*Origanum majorana* L.) Volatile Oil, *Flavour Fragrance Journal,* 187-190.

Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M. and Tawata, S., 2007, Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. var. Radiata, *Food Control,* 19(4), 346-352.

Dianz, F., Santos, M., Blanco, R. and Tello, J.C., 2002, Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* isolate from strawberry crops in Huelva (southwestern Spain), *Phytoparasitica,* 30, 529-534.

Domsch, K, H., Gamsand, W. ve Anderson, T.H., 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Pres London. 859 pp.

Droby, S., 2006. Improving quality and safety of fresh fruit and vegetables after harvest by the use of biocontrol agents and natural materials, *Acta Horticulturae,* 709, 45-51.

Droby, S., Eick, A., Macarisin, D., Cohen, L., Rafael, G., Stange, R., Mccolum, G., Dudai, N., Nasser, A., Wisniewski, M. and Shapira, R., 2008, Role of citrus volatiles in host recognition, germination and growth of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*, *Postharvest Biology and Technology*, 49, 386-396.

Echert, J.W. and Radnayake, M., 1983, Host-pathogen interactions in postharvest disease. In: Lieberman, M. (Ed.), *Post Harvest Physiology and Crop Preservation*. Plenum Press, New York.

Edney, K.L. 1983, Top fruit. In: C. Dennis (ed.) Postharvest pathology of fruits and vegetables. AcademicPress, London, pp. 43-71.

Edris, A.E. and Farrag, E.S., 2003, Antifungal activity of peppermint and sweetbasil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase, *Nahrung/ Food*, 47, 2, 117-121.

Edris, A.E. , 2007, Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents: A Review*Phytotheraphy Research,* 21, 308-323.

El-Ghaouth, A., Wilson, C.L. and Wisniewski, M.E., 2004, Biologically based

alternatives to synthetic fungicides for the postharvest diseases of fruit and vegetables, In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.). Diseases of fruit and vegetables, vol. 2. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 511-535.

El-Zemity, S., and Ahmed, M., 2005, Antifungal activity of some essential oils and their major chemical constituents against some phytopathogenic fungi, *Journal Pesticide Control and Environmental Sciences*, 13 (1), 61-72.

Farag, R.S., Daw, Z.Y. and Abo-Raya, S.H., 1989, Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflotoxins in a synthetic medium, *Journal of Food Science*, 54, 74-76.

Feng, W. and Zheng, X., 2007, Essential oils *Alternaria alternata in vitro* and *in vivo*, *Food Control*, 18, 1126-1130.

Feng,W., Chen j., Zheng X. and Liu Q., 2011, Tyme oil to control *Alternaria alternata in vitro* and *in vivo* as fumigant and contact treatments, *Food Control* 22, 78-81.

Fung, D.Y.C., Taylor, S. and Kahan, J., 1977, Effects of butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) on growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus*. *Journal Food Safety*, 39–51.

Ghalem, B.R. and Mohammed, B., 2008, Antibacterial activity of leaf essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2, 211-215.

Gocho, S., 1992, Antifungal action of aroma chemical vapors, *Journal Antibacterial Antifungal Agents*, 20, 585-589.

Gupta, C., Garg, A.P. Uniyal, R.C. and Kumari, A., 2008, Comparative analysis of the antimicrobial activity of cinnamon oil and cannamon extract on some food-borne microbes, *African Journal of Microbiology Research*, 9, 247-251.

Hadacek, F. and Greger, H., 2000, Testing of antifungal natural products: methodologies, comparability of results and assay choice. *Phytochemical Analysis*. 11, 137-147

Hadizadeh, L., Peivasteag, B., and Hamzezharghani, H. 2009. Antifungal activity of essential oils from some medicinal plants of Iran against *Alternaria alternata*, *American Journal of Applied Sciences* 6, 744-748.

Hassani, A., Fathi, Z., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Meshkatalsadat, M.H. and Marandi, R.J., 2012, Evaluation of plant essential oils for control of postharvest brown and gray mold rots on apricot, *Journal of Food Safety*, 32, 94-101.

Holyoak, C.D., Stratford, M., Mcmullin, Z., Cole, M.B., Brown, A.J.P. and Cootr, P.J., 1996, Activity of the plasma membrane H^+- $ATP_{a.se}$ and optimal glucolytic flux are required for rapid adaptation and growth of *Saccharomyces cerevisiae* in the presence of the weak- acid preservative sorbic acid. *Applied Environmental Microbiology*, 62, 3158-3164.

Inouye, S., Tsuroka, T., Waatenabe, M., Takeo, K., Akeo, M. and Yamaguchi, H., 2000, Inhibitory effect of essential oils on apical growth of *Aspergillus fumigatus* by vapour contact, *Mycoses* , 43, 17-23.

Isman M.B., 2000, Plant essential oils for pest and disease management *Crop Protection,* 19,603.

İşcan, G., 2002, Umbelliferae familyasına ait bazı bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması, Yüksek lisans tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 74.

Knobloch, K., Pauli, P., Iberl, :B., Weigand, H. and Weiss, N., 1989. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components, *Journal of Essential Oil Research*, 1, 119-128.

Koçak, R., Boyraz, N., 2006, Bazı bitki uçucu yağlarının fungisidal ve fungistatik etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (38), 76-81.

Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M. and Mete, E., 2008, Antifungal, phytotoxic and insecticidal proporties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and *p*-cymene, *Bioresource Technology,* 99, 8788-8795.

Köse, F., 2007, Turunçgillerde hasat sonrası patojenlere karşı bazı bitki uçucu yağlarının antifungal etkinliği, Yüksek Lisans tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antakya, 11-45.

Lang, G., and Buchbauer G., 2011, A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragrance Journal*, 27, 13-39.

Lazar-Baker, E.E., Hetherington, S.D., Ku, V.V. and Newman, S.M.,2011, Evaluation of Commercial essential oil samples on the growth of postharvest pathogen *Monilinia fructicola* (G.Winter) Honey, *Letters in Applied Microbiology*, 1-6.

Lıs-Balchin, M. and Deans, S.G. 1997, Bioactivity of selected plant essential oils against *Listeria monocytogenes*, *Journal of Applied Microbiology 82*, 759–762.

Lopez-Malo, A., Alzamora, S.A. and Argaiz, A., 1998, Vanilin and ph synergistic effects on mold growth, *Jornal of Food Science*, 63,143-146.

Lopez-Reyes, j,G,. Spadaro,D,. Gullino, M.,L. and Garibaldi,A., 2010, Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo, Flavour Fragrance Journal*, 25, 171-177.

Magiatis, P., Skaltsounis, A. L., Chinou, I. and Haroutounian, S. A., 2002, "Chemical composition and *in-vitro* antimicrobial activity of the essential oils of three Greek Achillea species", *Zeitschrift für Naturforschung A*, 57, 287.

Maqbool M., Ali,alderson, P.G., Muda Mohamed, M.T., Sıddiqui, Y. and Zahid, N., 2011, Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold, *Journal of Food Processing and Preservation*, 62 ,71-76.

Marandi, R.J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A. and 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 Plant Research*, 5(4), 626-634

Mari, M., Neri, F. and Bertolini, P., 2007, Novel Approaches to Prevent and Control Postharvest Diseases of Fruit, Stewart Postharvest Review, 3(6): Article 4. Stewart Postharvest Solutions Ltd., London, UK.

Moss, M.O., 2002. Mycotoxin review. 1. *Aspergillus* and *Penicillium*, *Mycologist*, 16, 116-119.

Neri, F., Mari, M., Brigati, S. and Bertolini, P., 2007, Fungicidal activity of plant volatile compounds for controlling *Monilinia laxa* in stone fruit, *Plant Disease*, *91*, 30-35.

Nguefack, J., Tamgue, O., Lekagne Dongmo, J.B., Dakole, C.D., Leth, V., Vismer, H.F., Amvam Zollo, P.H. and Nguefack, A.E., 2012, Synergistic action between fractions of essentia oils from *Cymbopogon citratua*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against *Penicillium expansum, Food Control*, 23, 377-383.

Nychas, G.J.E. 1995, Natural antimicrobials from plants, In *New Methods of Food Preservation* (G.W. Gould, ed.) pp. 58–69, Blackie Academicand Professional, New York, NY.

Paster, N., Juven, B.J.,Shaaya, E., Menasherow, M., Nitzan, R. and Weisslowicz, H., 1990, Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on molds and foodborne bacteria, *Letters in Applied Microbiology*, 11, 33-37.

Pawar, V.C. and Thaker, V.S., 2006. *In vitro* efficiacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*) *Mycoses*, 49, 316-323.

Philips, D.J., 1984, Mycotoxins as a postharvest problem, In: Moline, H.E. (Ed.), Postharvest pathology of fruits and vegetables: Postharvest Losses in Perishable Crops. Agricultural Experimental Station, University of California, Berkeley Publications, NE, pp. 50-54.

Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N. and VınaS, I. 2004, Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79: 935-940.

Pisseri, F., Bertoli, A. and Pistelli, L., 2008, Essential oils in medicine: principles of therapy, *Parasitologia*, 50,89.

Prindle, R.F. and Wrıght, E.S. 1977, Phenolic compounds. In *Disinfection, Sterilization and Preservation* (S.S. Block, ed.) pp. 115–118, Lea &Febiger, Philadelphia, PA.

Rasooli, I., Moosavi, M.L., Rezaee, M.B. and Jaimand, K., 2002, Susceptibility of microorganisms to *Myrutus communis* L. essential oil and its chemical composition, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 4(3/4), 127-133.

Rasooli, I. and Owlia, P., 2005, Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production, *Phytochemistry*, 66, 2851-2856.

Rasooli, I., Rezaei, M.B. and Allameh, A., 2006, Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Tymus ericalyx* and *Thymus x-porlock, Food Control*, 17, 359-364.

Regnier, T., Plooy, W., Combrinck, S. and Botha, B., 2008, Fungitoxicity of *Lippia scaberrima* essential oil and selected terponoid components on two mango postharvest spoilage pathogens, *Postharvest Biology and Technology*, 48; 254-258.

Regnier, T., Combrinck, S., Plooy, W. and Botha, B., 2010a, Evaluation of *Lippia scaberrima* essential oil and some pure terponoid constituents as postharvest mycobiocides for avocado fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 57, 176-182.

Regnier, T. and Combrinck, S., 2010b, *In vitro* and *in vivo* screening of essential oils for the control of wet bubble disease of *Agaricus bisporus*. *South African Journal of Botany*, doi:10.1016/j.

Reimann, S. and Deising, H.B., 2000, Fungicides risk of resistance devolepment and search for new targets, *Archives Phytopatology and Plant Protection*, 33, 329-349.

Rios, J.L. and Recio, M.C., 2005, Medicinal plants and antimicrobial activity, *Journal of Ethnopharmacology*, 100, 80.

Romagnoli, C., Bruni, R., Andreotti, E., Raı, 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.

Safari, M., Kamaly, A., Hadian, J. and Farzaneh, M., 2011, Inhibition of spore development and mycelial growth of *Rhizopus stolonifer* by essential oil of *Saturja richingeri* from Iran, *Journal of Essential oil Research*, 23, 6, 5-11

Saharkhiz, M.J. Ashiri, F., Salehi, M.R., Ghaemghami, J. and Mohammadi, S.H., 2009, Allelopathic potential of essential oils from *Carum capticum* L., *Cuminum cyminum* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Zateria multiflora* Boiss., *Medicinal Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 3, 32-35.

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.

Shi, Y., Correll, J.C, Guerber, J.C. and Rom, C.R. 1996. Frequency of *Colletotrichum* species causing bitter rot of apple in the Southeastern United States, *Plant Disease*, 80, 692-696.

Singh, G., Maurya, S., DE Lampasona, M,P., and Catalan, C. 2006. Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract, *Food Control*, *17*, 745-752.

Singh, D. and Sharma, R.R., 2007, Postharvest diseases of fruit and vegetables and their management. In:Prasad, D. (Ed.). sustainable Pest Management, Daya Publishing House, New Delhi, India.

Sokovic, M., Tzakou, O., Pitarokili, D., and Couladıs, M. 2002. Antifungal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece, *Nahrung-Food*, 46, 317-320.

Soliman K. M. and Badeae, R. I., 2002, Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi, *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1669-1675.

Sorour, J. and Larink, O.,2001, Toxic effects of benomyl on the ultrastructure during spermatogenesis of the earthworms *Eisenia fetida*, *Exotoxicology and Environmental Safety*, 50, 180-188.

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, *Zeitschriftfür Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschhutz*, 112, 229-239.

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.

Soylu, S., Yiğitbaşi H., Soylu, E.M., Kurt, Ş., 2007, Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*, *Journal of Applied Microbiology*, 103, 1021-1030.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.,1980. Principle and procedures of statistic: A biometrical approach. New York: McGraw-Hill.

Stinson, E.E., Osman, S.F., Heisler, E.G., Siciliano, J. and Billf, D.D. 1981, Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, oranges and lemons, *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 29, 790-792.

Stott, W.T. and Bullerman, L.B. 1975, Patulin: a mycotoxin of potential concern in

foods, *Journal of Milk and Food Technology*, 38: 695-705.

Sutton, T.B. 1990. Bitter rot In: A.L. Jones and H.S. Aldwinckle (eds.). Compendium of Apple and Pear Diseases. American Phytopathoogy Society, St. Paul, pp. 15-16.

Svoboda, K.P. and Hampson, J.B., 1999, Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, [online] antioxidant, antiinflammatory and other related pharmacological activities. http://ienica.csl.gov.uk/ specchemseminar /svoboda.pdf [Access in March 1, 2012].

Szczerbanik, M., Jobling, J., Morrıs, S., and Holford, P. 2007, Essential oil vapours control some common postharvest fungal pathogens, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *47*, 103-109.

Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Agar, G. and Özer, H., 2004, Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. Vulgare in the Eastern Anatolia Region of Turkey, *Food Control*, 15, 549-557.

Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B., He, J. and Wang, Y., 2011, *In vitro* and *in vivo* activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) against fungal spoilage of cherry tomatoes, *Food Control*, 22; 1992-1999.

Tolouee, M., Alinezhad, S., Saberi, R., Eslamifar, A, Zad, S.J., Jaimand, K., Taeb, J., Rezaee, M.B., Kawachi, M., Ghahfarokni, M. and Abyaneh, M.R., 2010, Effect of *Matricaria chamomilla* L. Flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger* van Tieghem, *International Journal of Food Microbiology*, 139, 127-133.

Trivedi, N.A., and Hotchandani, S.C., 2004, A study of the antimicrobial activity of oil of Eucalyptus, *Indian Journal of Pharmacology*, 36, 93-94.

Tsao, R. and Zhou, T., 2000, Antifungal activity of monoterpenoids against postharvest *Botrytis cinerea* and *Monilia fructicola*, *Journal of Essential Oil Research*, 12, 113-121.

Tyler, V.E., 1992. Phytomedicines: back to the feature. *Journal of Natural Products*, 62, 1587-1592.

Tyagi, A. K. and Malik, A., 2010, *In situ* SEM, TEM and AFM studies of the antimicrobial activity of lemon grass oil in liquid and vapour phase against Candida albicans, *Micron*, 41, 797-805.

Tyagi, A. K. and Malik, A., 2011a, Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorgansms, *Food Chemistry* 126, 228-235.

Tyagi, A. K. and Malik, A., 2011b, Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling

microorgansms, *Food Control*, 22, 1707-1714.

Tzortakis, N.G. and Costas, D.E., 2007, Antifungal activity of lemongrass (*Cympopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens, *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* 8, 253-258.

Unnikrishnan, V. and Nath, B.S., 2002, Hazardous chemical in foods, *Indian Journal of Dairy Biosciences,* 11, 155-158.

Ultee, A., Bennik, M.H.J. and Moezelaar, R. 2002, The phenolic hydroxil group of carvacrol is essential for action against the food borne pathogen *Bacillus cereus*, *Applied Environmental Microbiology,* 68, 1561-1568.

Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J. and Lu, Y., 2010. Antifungal activities of cinnamon oil against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansumin vitro* and *in vivo* fruit test, *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 9, 1837-1842.

Walter, M., Jaspers, M. V., Eade, K., Frampton, C. M. and Stewart, A. 2001, Control of *Botrytis cinerea* in grape using thyme oil, *Australian Plant Pathology*, 30, 21-25.

Venturini M.I., Blanco, D. and Oria , R., 2002, *In vitro* antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*, *Journal of Food Protection*, 65, 834-839.

Viuda- Martos, M., Ruiz-Navajas, J., Fernandez-Lopez, J. and Perez-Alverez, J.A., 2007, Antifungal activities of Thyme, Clove, and Oregano essential oils, *Journal of Food Safety*, 27, 91-101.

Viuda- Martos, M., Ruiz-Navajas, J., Fernandez-Lopez, J. and Perez-Alverez, J., 2008, Antifungal acivity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils, *Food Control,* 19, 1130-1138.

Zabka, M., Pavela, R. and Slezakova, L., 2009, Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi, *Industrial Crops and Products*, 30, 250-253.

EK ÇİZELGELER

Ek Çizelge 1. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Rhizopus stolonifer* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		200 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		300 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		400 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		500 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	4. gün	100 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		200 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		300 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		400 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		500 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	5. gün	100 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		200 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		300 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		400 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		500 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	6. gün	100 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		200 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		300 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		400 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		500 µl/L	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		3 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		5 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		7µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		9 µl/petri	0.00	14.44	0.00	0.00	100.00
	4. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		3 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		5 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		7µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
		9 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	5. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	54.44
		3 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	68.75
		5 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	82.28
		7µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	90.81
		9 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	94.85
	6. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	44.44
		3 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67
		5 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	77.78
		7µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	88.25
		9 µl/petri	0.00	0.00	0.00	0.00	91.85

Ek Çizelge 2. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Aspergillus niger* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	0.47	8.35	56.98	36.66	100.00
		200 µl/L	7.01	12.98	52.77	50.37	100.00
		300 µl/L	8.53	19.82	62.79	60.78	100.00
		400 µl/L	19.39	26.00	64.39	67.00	100.00
		500 µl/L	19.97	34.56	69.81	72.09	100.00
	4. gün	100 µl/L	0.94	6.69	44.68	33.33	100.00
		200 µl/L	5.33	14.01	42.55	44.91	100.00
		300 µl/L	6.54	16.43	50.94	57.35	100.00
		400 µl/L	17.59	21.70	50.59	59.92	100.00
		500 µl/L	18.66	24.60	61.94	72.58	100.00
	5. gün	100 µl/L	-0.04	4.54	31.40	24.83	100.00
		200 µl/L	2.63	10.01	29.18	34.55	100.00
		300 µl/L	2.58	14.19	35.78	51.88	100.00
		400 µl/L	11.08	16.07	38.36	60.20	100.00
		500 µl/L	9.52	16.65	44.40	66.67	100.00
	6. gün	100 µl/L	0.00	4.83	22.71	13.28	100.00
		200 µl/L	1.21	7.03	20.98	22.28	100.00
		300 µl/L	2.20	10.80	26.58	32.21	100.00
		400 µl/L	10.08	11.99	28.20	36.74	100.00
		500 µl/L	10.98	14.15	37.41	57.21	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	-6.27	2.41	19.39	2.95	100.00
		3 µl/petri	-1.91	18.40	35.14	12.03	100.00
		5 µl/petri	5.68	30.86	59.96	27.05	100.00
		7µl/petri	13.38	48.79	75.12	45.65	100.00
		9 µl/petri	24.19	62.65	80.15	44.64	100.00
	4. gün	1 µl/petri	-27.16	3.14	12.15	-0.17	100.00
		3 µl/petri	-23.87	8.75	22.31	6.89	100.00
		5 µl/petri	-17.41	20.27	48.19	19.23	100.00
		7µl/petri	-11.78	34.93	61.11	35.89	100.00
		9 µl/petri	-0.31	50.13	68.40	34.75	100.00
	5. gün	1 µl/petri	0.03	-0.71	11.16	1.52	100.00
		3 µl/petri	0.92	8.94	19.14	9.06	100.00
		5 µl/petri	5.10	18.80	37.92	15.89	100.00
		7µl/petri	2.77	27.86	50.08	29.71	100.00
		9 µl/petri	11.76	43.45	53.86	27.66	100.00
	6. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	2.33	0.00	100.00
		3 µl/petri	0.00	0.00	11.18	0.00	100.00
		5 µl/petri	0.00	3.05	23.84	3.13	100.00
		7µl/petri	0.00	16.13	30.90	13.34	100.00
		9 µl/petri	0.00	24.14	37.15	16.65	100.00

Ek Çizelge 3. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Botrytis cinerea* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	30.89	40.77	27.55	49.77	100.00
		200 µl/L	36.66	50.27	31.73	65.21	100.00
		300 µl/L	50.97	51.70	42.40	72.91	100.00
		400 µl/L	39.71	55.80	42.00	80.63	100.00
		500 µl/L	60.56	70.54	55.53	83.86	100.00
	4. gün	100 µl/L	24.20	31.48	12.52	28.87	100.00
		200 µl/L	26.27	38.02	19.74	47.88	100.00
		300 µl/L	37.87	39.36	26.91	30.43	100.00
		400 µl/L	36.17	44.04	28.86	70.10	100.00
		500 µl/L	48.48	58.67	38.10	80.64	100.00
	5. gün	100 µl/L	11.69	28.44	11.24	22.17	100.00
		200 µl/L	14.75	32.21	14.05	34.44	100.00
		300 µl/L	20.50	35.58	14.77	21.73	100.00
		400 µl/L	16.26	39.67	25.34	63.27	100.00
		500 µl/L	30.24	42.90	25.11	66.92	100.00
	6. gün	100 µl/L	0.00	13.92	0.00	29.78	100.00
		200 µl/L	0.00	19.11	0.00	35.89	100.00
		300 µl/L	3.32	21.08	11.56	33.11	100.00
		400 µl/L	7.13	25.48	25.30	62.60	100.00
		500 µl/L	14.39	29.99	28.25	69.94	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	36.14	53.81	32.73	69.37	100.00
		3 µl/petri	55.02	68.59	47.76	87.39	100.00
		5 µl/petri	65.24	75.48	68.85	100.00	100.00
		7µl/petri	77.85	82.86	77.58	100.00	100.00
		9 µl/petri	85.03	87.90	85.02	100.00	100.00
	4. gün	1 µl/petri	26.98	34.05	28.04	60.34	100.00
		3 µl/petri	40.41	50.71	35.47	85.06	100.00
		5 µl/petri	46.67	57.07	53.21	100.00	100.00
		7µl/petri	62.24	72.52	60.82	100.00	100.00
		9 µl/petri	76.12	83.26	74.38	100.00	100.00
	5. gün	1 µl/petri	15.43	14.09	16.01	38.60	100.00
		3 µl/petri	21.99	24.71	15.72	76.76	100.00
		5 µl/petri	27.91	30.30	27.50	95.41	100.00
		7µl/petri	43.87	72.74	34.81	100.00	100.00
		9 µl/petri	61.85	77.85	49.11	100.00	100.00
	6. gün	1 µl/petri	0.00	0.00	10.93	26.96	100.00
		3 µl/petri	0.00	10.62	9.50	66.10	100.00
		5 µl/petri	12.42	11.90	17.09	94.20	100.00
		7µl/petri	22.28	41.28	17.28	100.00	100.00
		9 µl/petri	38.49	61.87	27.58	100.00	100.00

Ek Çizelge 4. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Colletotrichum gloeosporioides* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	24.62	20.06	34.19	15.85	100.00
		200 µl/L	22.61	24.17	36.71	24.28	100.00
		300 µl/L	30.99	36.26	43.15	29.36	100.00
		400 µl/L	29.92	32.00	43.53	30.37	100.00
		500 µl/L	32.11	38.97	52.18	37.01	100.00
	4. gün	100 µl/L	22.17	17.29	29.33	18.50	100.00
		200 µl/L	21.61	23.19	30.63	24.24	100.00
		300 µl/L	29.00	33.16	38.94	28.81	100.00
		400 µl/L	28.88	28.53	38.81	30.37	100.00
		500 µl/L	31.11	35.31	47.88	35.84	100.00
	5. gün	100 µl/L	20.96	17.09	23.29	17.78	100.00
		200 µl/L	23.53	21.35	24.72	19.82	100.00
		300 µl/L	27.57	30.83	38.47	27.92	100.00
		400 µl/L	27.68	26.42	38.97	31.51	100.00
		500 µl/L	30.30	33.29	42.45	34.02	100.00
	6. gün	100 µl/L	18.61	15.61	22.68	16.76	100.00
		200 µl/L	23.61	20.54	20.79	22.67	100.00
		300 µl/L	25.64	28.87	28.72	33.92	100.00
		400 µl/L	34.14	26.06	32.07	36.79	100.00
		500 µl/L	36.66	32.23	37.84	41.10	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	19.51	10.81	12.68	29.58	100.00
		3 µl/petri	20.82	31.03	26.32	36.98	100.00
		5 µl/petri	27.48	46.73	32.03	46.31	100.00
		7µl/petri	36.55	61.67	37.12	66.74	100.00
		9 µl/petri	54.68	84.35	41.38	70.44	100.00
	4. gün	1 µl/petri	14.62	2.36	12.97	26.99	100.00
		3 µl/petri	17.93	25.07	22.77	33.64	100.00
		5 µl/petri	24.74	34.28	27.80	44.13	100.00
		7µl/petri	32.11	52.11	33.24	61.20	100.00
		9 µl/petri	47.92	69.08	36.27	65.89	100.00
	5. gün	1 µl/petri	13.48	-2.77	13.76	26.52	100.00
		3 µl/petri	17.03	18.43	21.04	29.62	100.00
		5 µl/petri	22.67	24.49	26.06	38.51	100.00
		7µl/petri	29.02	43.92	32.60	55.53	100.00
		9 µl/petri	42.31	61.27	34.41	60.29	100.00
	6. gün	1 µl/petri	15.64	11.35	14.05	24.70	100.00
		3 µl/petri	18.96	10.72	18.65	27.32	100.00
		5 µl/petri	25.38	16.50	25.48	35.39	100.00
		7µl/petri	28.12	36.28	32.69	47.36	100.00
		9 µl/petri	38.08	56.32	32.60	53.36	100.00

Ek Çizelge 5. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Alternaria mali* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	12.77	33.78	24.86	32.70	100.00
		200 µl/L	23.76	32.79	19.16	38.96	100.00
		300 µl/L	25.33	35.74	22.54	50.98	100.00
		400 µl/L	29.73	42.01	26.59	58.42	100.00
		500 µl/L	12.48	46.41	28.25	65.60	100.00
	4. gün	100 µl/L	13.36	32.11	22.41	26.66	100.00
		200 µl/L	21.59	32.60	16.04	32.66	100.00
		300 µl/L	23.22	34.24	14.24	44.16	100.00
		400 µl/L	27.13	40.20	18.04	52.44	100.00
		500 µl/L	11.15	44.66	22.27	60.78	100.00
	5. gün	100 µl/L	11.63	32.88	25.35	25.01	100.00
		200 µl/L	18.29	34.68	21.27	28.51	100.00
		300 µl/L	21.31	35.19	18.81	36.83	100.00
		400 µl/L	25.66	40.08	23.90	48.01	100.00
		500 µl/L	20.53	42.11	23.44	56.23	100.00
	6. gün	100 µl/L	9.26	30.05	20.34	25.25	100.00
		200 µl/L	17.32	33.46	22.44	26.74	100.00
		300 µl/L	18.72	33.26	24.98	38.03	100.00
		400 µl/L	21.85	37.90	26.01	46.49	100.00
		500 µl/L	24.22	38.14	31.89	54.27	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	13.16	33.83	20.04	37.52	100.00
		3 µl/petri	18.59	45.02	31.43	54.85	100.00
		5 µl/petri	36.59	55.62	44.61	60.67	100.00
		7µl/petri	51.11	62.17	38.26	100.00	100.00
		9 µl/petri	52.49	69.10	44.53	100.00	100.00
	4. gün	1 µl/petri	8.90	31.47	12.16	36.78	100.00
		3 µl/petri	14.16	40.07	14.59	54.58	100.00
		5 µl/petri	30.32	51.74	29.90	60.01	100.00
		7µl/petri	43.32	61.37	30.20	69.03	100.00
		9 µl/petri	45.38	68.93	37.16	74.96	100.00
	5. gün	1 µl/petri	7.84	22.83	11.50	35.92	100.00
		3 µl/petri	7.90	35.31	8.74	53.25	100.00
		5 µl/petri	21.45	48.91	17.49	60.05	100.00
		7µl/petri	34.49	53.78	18.60	69.69	100.00
		9 µl/petri	34.14	63.91	21.96	74.39	100.00
	6. gün	1 µl/petri	2.13	19.15	5.94	34.71	100.00
		3 µl/petri	6.98	27.32	8.73	52.13	100.00
		5 µl/petri	10.16	38.19	9.66	57.98	100.00
		7µl/petri	22.94	46.31	9.25	70.18	100.00
		9 µl/petri	26.95	58.31	12.63	73.65	100.00

Ek Çizelge 6. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Penicillium expansum* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	-2.80	18.93	18.07	36.20	100.00
		200 µl/L	13.55	25.38	24.51	29.16	100.00
		300 µl/L	21.98	29.46	26.18	38.60	100.00
		400 µl/L	26.82	32.22	32.81	100.00	100.00
		500 µl/L	21.23	74.85	46.89	100.00	100.00
	4. gün	100 µl/L	-1.49	16.42	15.74	36.81	100.00
		200 µl/L	10.03	22.86	22.21	40.78	100.00
		300 µl/L	16.53	30.26	24.91	46.89	100.00
		400 µl/L	24.72	30.76	30.05	51.27	100.00
		500 µl/L	20.32	63.54	39.65	69.93	100.00
	5. gün	100 µl/L	-5.78	11.56	16.36	33.39	100.00
		200 µl/L	8.24	19.75	20.12	36.28	100.00
		300 µl/L	13.28	27.45	25.08	44.65	100.00
		400 µl/L	21.42	33.00	29.19	46.91	100.00
		500 µl/L	17.87	51.72	39.45	57.91	100.00
	6. gün	100 µl/L	-3.55	11.12	11.61	29.50	100.00
		200 µl/L	5.96	16.86	19.36	33.25	100.00
		300 µl/L	11.78	25.52	20.53	42.64	100.00
		400 µl/L	21.63	29.04	26.22	43.41	100.00
		500 µl/L	19.27	48.07	38.48	50.14	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	24.98	20.52	13.03	26.36	100.00
		3 µl/petri	35.81	25.38	23.36	41.13	100.00
		5 µl/petri	46.26	29.04	39.77	45.79	100.00
		7µl/petri	48.67	32.22	50.33	100.00	100.00
		9 µl/petri	54.49	74.85	54.62	100.00	100.00
	4. gün	1 µl/petri	6.25	16.42	14.04	23.23	91.82
		3 µl/petri	20.71	22.86	24.04	34.51	100.00
		5 µl/petri	32.33	30.26	36.84	41.58	100.00
		7µl/petri	35.35	30.76	45.64	53.69	100.00
		9 µl/petri	42.04	63.54	51.33	57.51	100.00
	5. gün	1 µl/petri	3.54	12.73	12.42	24.19	94.33
		3 µl/petri	18.04	20.81	21.74	34.94	100.00
		5 µl/petri	30.98	27.97	34.91	45.95	100.00
		7µl/petri	34.38	30.00	43.34	51.83	100.00
		9 µl/petri	39.09	52.36	47.69	55.17	100.00
	6. gün	1 µl/petri	1.34	11.12	12.04	23.05	94.90
		3 µl/petri	17.48	16.86	22.29	33.19	100.00
		5 µl/petri	30.57	25.52	33.89	37.57	100.00
		7µl/petri	34.15	29.07	41.97	51.07	100.00
		9 µl/petri	38.81	48.07	45.64	52.86	100.00

Ek Çizelge 7. Kontakt veya fumigasyon şeklindeki uygulama ile farklı günlerde ve konsantrasyonlarda tatbik edilen uçucu yağların *Monilia fructigena* misel gelişimini engelleme oranları (%)

			Uçucu yağların engelleme oranları (%)				
	Gün	Konsantrasyon	Biberiye	Adaçayı	Rezene	Okaliptus	Kekik
KONTAKT UYGULAMA	3. gün	100 µl/L	45.93	71.46	73.17	100.00	100.00
		200 µl/L	60.40	73.33	100.00	100.00	100.00
		300 µl/L	65.28	77.44	100.00	100.00	100.00
		400 µl/L	71.10	77.81	100.00	100.00	100.00
		500 µl/L	74.41	100.00	100.00	100.00	100.00
	4. gün	100 µl/L	51.39	72.62	47.25	100.00	100.00
		200 µl/L	66.10	76.48	91.59	100.00	100.00
		300 µl/L	70.31	81.04	100.00	100.00	100.00
		400 µl/L	74.04	82.07	100.00	100.00	100.00
		500 µl/L	79.48	100.00	100.00	100.00	100.00
	5. gün	100 µl/L	52.16	73.14	38.10	100.00	100.00
		200 µl/L	66.18	74.31	79.24	100.00	100.00
		300 µl/L	72.45	80.52	95.60	100.00	100.00
		400 µl/L	78.65	82.95	95.69	100.00	100.00
		500 µl/L	80.97	86.86	98.31	100.00	100.00
	6. gün	100 µl/L	53.27	70.62	21.77	100.00	100.00
		200 µl/L	59.69	73.10	64.75	100.00	100.00
		300 µl/L	70.33	80.18	92.50	100.00	100.00
		400 µl/L	78.76	83.35	95.95	100.00	100.00
		500 µl/L	82.14	86.29	100.00	100.00	100.00
FUMIGASYON UYGULAMA	3. gün	1 µl/petri	59.90	100.00	100.00	97.71	100.00
		3 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		5 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		7µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		9 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	4. gün	1 µl/petri	58.07	84.33	77.51	87.11	100.00
		3 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		5 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		7µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		9 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	5. gün	1 µl/petri	54.14	81.61	74.94	88.50	100.00
		3 µl/petri	81.53	96.61	92.99	100.00	100.00
		5 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		7µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		9 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	6. gün	1 µl/petri	49.24	80.10	72.19	85.37	100.00
		3 µl/petri	79.83	95.11	88.44	100.00	100.00
		5 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		7µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		9 µl/petri	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Azime YILMAZ
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Konya, 17.09.1980
Telefon	**:**	0505 712 0471
Faks	**:**	
e-mail	**:**	a_erarslan@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Meram Konya Lisesi, Meram, Konya	1998
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Selçuklu, Konya	2004
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya	2007
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-	Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü	Arş. Gör.

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Yılmaz, A., Boyraz, N., 2007, Konya ilinde buğday tohumlarıyla taşınan sürme (Tilletia spp.) hastalığının bulaşıklılığı üzerine bir araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi 21 (43), 112-119.

Yılmaz, A., Boyraz, N., 2007, Konya ilinde buğday tohumlarıyla taşınan sürme (Tilletia spp.) hastalığının bulaşıklılığı üzerine bir araştırma, Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Isparta, 298.