

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELMADA MAVİ KÜF ETMENİ *PENICILLIUM EXPANSUM*'A KARŞI
BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ ETKİLERİ

Leyla TAŞ

Danışman
Prof. Dr. Gürsel KARACA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2015

© 2015 [Leyla TAŞ]

TEZ ONAYI

Leyla TAŞ tarafından hazırlanan "**Elmada Mavi Küf Etmeni *Penicillium expansum*'a Karşı Bazı Bitki Uçucu Yağlarının Etkileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitki Koruma Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Gürsel KARACA
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. ÖZER ÇALIŞ
Akdeniz Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Leyla TAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Elmada Görülen Hasat Sonrası Hastalıklar.....	6
2.2. Elmada Hasat Sonrası Hastalıklarla Mücadelede Alternatif Yöntemler	10
2.3. Hasat Sonrası Hastalıklara Karşı Bitki Uçucu Yağlarının Kullanımı	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Bitki materyali	25
3.1.2. Meyve materyali.....	26
3.1.3. Fungal izolatların elde edilmesi	27
3.1.4. Çalışmada kullanılan ortam ve çözeltiler	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Bitkilerin toplanması, kurutulması ve muhafazası.....	28
3.2.2. Patojenin izolasyonu ve muhafazası	28
3.2.3. Patojenite testi	28
3.2.4. İzolatların tanısında kullanılan yöntemler	29
3.2.5. Uçucu yağ distilasyonu ve analizi	32
3.2.6. Bitki uçucu yağlarının <i>Penicillium expansum</i> misel gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi	32
3.2.7. Bitki uçucu yağlarının elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi	33
3.2.8. Uçucu yağların engelleyici etkilerinin belirlenmesi.....	33
3.2.9. İstatistiksel analizler	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	35
4.1. İzolatların Virülensi	35
4.2. <i>P. expansum</i> İzolatlarının Kültürel ve Morfolojik Özellikleri.....	37
4.3. <i>P. expansum</i> İzolatlarının rDNA ITS Bölgelerinin Baz Dizileri.....	38
4.4. Uçucu Yağların Kimyasal Kompozisyonu.....	40
4.5. Uçucu Yağların <i>P. expansum</i> Misel Gelişimine Etkileri.....	42
4.6. Bitki Uçucu Yağlarının Elma Meyvelerinde Çürüklük Oluşumu Üzerindeki Etkiler	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	55
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ.....	70

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELMADA MAVİ KÜF ETMENİ *PENICILLIUM EXPANSUM*'A KARŞI BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ ETKİLERİ

Leyla TAŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gürsel Karaca

Bu çalışmada elmalarda depo çürüklüğüne neden olan *Penicillium expansum*'a karşı, Akdeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen yayla kekiği (*Origanum minutiflorum*), yarpuz (*Mentha pulegium*) ve taş kekiği (*Teucrium polium*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkinlikleri *in vitro* ve *in vivo*'da araştırılmıştır. *In vitro* denemelerde, uçucu yağların 1, 2.5, 5 ve 10 µl/petri dozlarının patojenin virülensi yüksek üç izolatının misel gelişimleri üzerindeki etkileri fumigasyon yöntemi ile incelenmiş ve hasat sonrasında hastalıkla mücadelede tavsiye edilen Thiabendazole etkili maddeli fungusit ile karşılaştırılmıştır. Denemede, uçucu yağ dozları arttıkça antifungal etki artmış, yayla kekiği uçucu yağı 2,5 µl/petri ve üzeri dozlarda fungusit ile aynı oranda antifungal etki göstererek etmenin misel gelişimlerini tamamen engellemiştir. Bu etkinin 2,5 µl/petri fungistatik iken, yüksek dozlarda fungisidal olduğu belirlenmiştir. Yarpuz ve taş kekiği bitkilerinin uçucu yağlarının etkinlikleri ise daha düşük bulunmuştur. *In vivo*'da koşullarda ise uçucu yağların hiçbirisi patojene karşı fungusit kadar etkili olamamış, 10 µl dozda engelleme oranları %55-87 arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda özellikle yayla kekiği uçucu yağının *P. expansum*'a karşı hasat sonrası mücadelede kullanılabilmesine dair ümitvar sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, depo çürüklüğü, *Malus domestica*, uçucu yağ

2015, 69 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF SOME PLANT ESSENTIAL OILS AGAINST *PENICILLIUM EXPANSUM*, BLUE MOLD AGENT OF APPLE

Leyla TAŞ

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Gürsel KARACA

In this study, *in vitro* and *in vivo* antifungal effects of the essential oils of oregano (*Origanum minutiflorum*), squaw mint (*Mentha pulegium*) and felty germander (*Teucrium polium*) plants, naturally growing in the Mediterranean Region, against *Penicillium expansum*, storage rot agent of apples, were investigated. *In vitro* fumigant activities of 1, 2.5, 5 ve 10 µl/petri doses of the essential oils were determined against three virulent isolates of the pathogen and compared with the efficiency of fungicide Thiabendazole which is registered and commonly used against the pathogen. As a result, it was found that antifungal effects of the essential oils increased with the increasing doses and oregano oil at doses over 2,5 µl/petri showed similar effect with the fungicide and totally inhibited the mycelial growth of the *P. expansum* isolates. This effect was found to be fungistatic at 2,5 µl/petri dose, while it was fungicidal at higher doses. Antifungal effects of the essential oils of other plants were lower. *In vivo* experiment showed that none of the essential oils were as effective as the fungicide against the pathogen and inhibition rates at 10 µl dose changed between 55-87%. In consequence, promising results, on the possible use of oregano oil in the postharvest control of *P. expansum*, were obtained.

Keywords: Antifungal effect, storage rot, *Malus domestica*, essential oil

2015, 69 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Gürsel KARACA' ya teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda ve bir çok konuda bana yardımcı olan değerli hocam Uzman Dr. Meryem ATEŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Bitki teşhislerimi gerçekleştiren Prof. Dr. Hüseyin ZENGİN'e, 4-5-Y-20 izolatımı teminini sağlayan Prof. Dr. Ahmet ASAN'e ve Doç. Dr. Evrim ÖZKALE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Hö-Pe-1 izolatımın temini sağlayan Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullandığım izolatların moleküler teşhisini gerçekleştirmem sırasında bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Özer ÇALIŞ'a, Prof. Dr. Hüseyin BASIM'a ve Doktora Öğrencisi Derya BAKI' ye teşekkürlerimi sunarım .

Uçucu yağlarımın elde edilmesi aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Sabri ERBAŞ'a teşekkür ederim.

4179-YL1-14 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Denemelerimin gerçekleştirilmesi sırasında elma meyvelerimi temin eden Yakup ÇELİKPENÇE'ye, Patojenite testi sırasında yardımcı olan Recep BAYDAR'a teşekkür ederim. Denemlerim esnasında bana yardımcı olan Rabia AYATA'ya ve Ebru DİNLER'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan kalben desteklerini esirgemeyen canlarıma (Osman DEMİR, Nazife KAYMAK, Özge YILDIRIM, Semra CAN, Aydanur PALABIYIK, Hatice Nur PEKTAŞ, Cafer MEYDAN) ve TAŞ ailesine sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Leyla TAŞ
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Yayla kekiği	25
Şekil 3.2. Yarpuz.....	26
Şekil 3.3. Taş kekiği.....	26
Şekil 4.1. 4-5-Y-20 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük	36
Şekil 4.2. Hö-Pe-1 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük	36
Şekil 4.3. LT-10 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük.....	36
Şekil 4.4. <i>P. expansum</i> izolatının CYA ortamındaki koloni gelişimi	37
Şekil 4.5. <i>P. expansum</i> izolatının CYA ortamında alttan görüntüsü.....	37
Şekil 4.6. <i>P. expansum</i> 'un konidiofor, fialid ve konidileri.....	38
Şekil 4.7. <i>P. expansum</i> izolatlarının rDNA ITS bölgelerine ait bantların jel görüntüsü.....	38
Şekil 4.8. 4-5-Y-20 izolatının rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizileri	39
Şekil 4.9. LT-10 izolatının rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizisi.....	39
Şekil 4.10. Hö-Pe-1 izolatına rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizisi	40
Şekil 4.11. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	44
Şekil 4.12. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	45
Şekil 4.13. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	45
Şekil 4.14. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri.....	46
Şekil 4.15. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	47
Şekil 4.16. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	47
Şekil 4.17. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	48
Şekil 4.18. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	48
Şekil 4.19. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri	49

Şekil 4.20. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	50
Şekil 4.21. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	51
Şekil 4.22. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	51
Şekil 4.23. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	52
Şekil 4.24. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	52
Şekil 4.25. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	53
Şekil 4.26. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	54
Şekil 4.27. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	54
Şekil 4.28. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. <i>Penicillium expansum</i> izolatları ile inokule edilen elma meyveleri üzerindeki ortalama lezyon çapları	35
Çizelge 4.2. Yayla kekiği (<i>Origanum minutiflorum</i>) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri	40
Çizelge 4.3. Taş kekiği (<i>Teucrium polium</i>) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri.....	41
Çizelge 4.4. Yarpuz (<i>Mentha pulegium</i>) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri.....	41
Çizelge 4.5. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların <i>P. expansum</i> izolatlarının misel gelişimleri üzerinde uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonraki engelleyici etkileri (%).....	42
Çizelge 4.6. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonra farklı <i>P. expansum</i> izolatlarının misel gelişimleri üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	43
Çizelge 4.7. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	44
Çizelge 4.8. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	46
Çizelge 4.9. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	48
Çizelge 4.10. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulamadan 7 gün sonra farklı <i>P. expansum</i> izolatlarının elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	49
Çizelge 4.11. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	50
Çizelge 4.12. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	52
Çizelge 4.13. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>P. expansum</i> LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%).....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CYA	Czapek Yeast Extract Agar
g	gram
L	Litre
mg	Miligram
PCR	Polymerase Chain Reaction (polimeraz zincir reaksiyonu)
PDA	Patates Dekstroz Agar
PDB	Patates Dekstroz Brot
ppm	Parts per million (milyonda bir kısım)
°C	Santigrad derece
%	Yüzde
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre

1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica* Borkh.) çok eski yıllardan beri yetiştirilen ılıman iklim meyvelerinden biridir ve milattan birkaç yüzyıl önceden beri kültürü yapılmaktadır (Burak vd., 1994). Elma Rosaceae familyasının *Malus* cinsine ait bir türdür. Dünya üzerinde elmanın anavatanı olarak kabul edilen Doğu Asya, Orta Asya, Batı Asya-Avrupa ve Kuzey Amerika bölgesinde doğal olarak yetişen 30 kadar türü bulunmaktadır. Karadeniz bölgemizin iç kısımları ve Toros'lar elmanın doğal yayılma alanlarıdır ve buralarda *Malus sylvestris* (L.) Mill. ve *Malus orientalis* Uglitzk. türleri doğal olarak yetişmektedir. Günümüzde kültür elması kuzey ve güney yarım kürenin ılıman iklime sahip bölgelerine dağılmış durumdadır. Bugün dünyadaki elma çeşitlerinin sayısı 6500'ü aşmakta olup, Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. Bunlar arasında kalite, verim yönünden yüksek ve ticari anlamda yetiştiriciliği yapılanların sayısı çok azdır. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan çeşitler arasında; Golden Delicious, Starking Delicious, Starkrimson Delicious, Starkspur, Granny Smith ve Jonathan sayılabilir (Anonim, 2012a).

Elma, beslenme ve sağlık açısından yararlı bir meyvedir. Bileşiminde %85 su, %12 şeker bulunan elmada ayrıca pektin, organik asitler, soda, fosfor, tanen, potasyum ile bolca vitaminler (A, B1, B2, C ve E) bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar düzenli şekilde elma tüketen insanların %50'den fazlasında, kolesterolün %10'un üzerinde düşüş gösterdiğini ortaya koymuştur. Taze meyve, meyve suyu, elma sirkesi ve elma kabuğu olarak tüketilebilen elmanın, idrar söktürücü, karaciğer salgısını artırıcı, sinir ve kasları kuvvetlendirici, ayrıca hazımsızlığı giderici etkileri de bulunmaktadır (Temur, 2012).

TÜİK verilerine bakıldığında Türkiye'de elma üretim miktarları, 2010 yılında 2.600.000 ton, 2011 yılında 2.680.075 ton, 2012 yılında 2.888.985 ton, 2013 yılında ise 3.128.450 tondur. Yine aynı veriler incelendiğinde, Isparta'da toplam elma üretim miktarı 634.862 ton olup bu da ülke üretiminin %20'sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2013).

Üretim artışının düzenli olduğu ve Türkiye elma üretiminin geldiği nokta göz önünde bulundurulduğunda ürünün depolanması ve pazar sürecinin uzatılması daha da önemli bir konuma gelmektedir. Bu nedenle soğuk hava deposu sayısının artırılması ve bu tür yatırımların teşvik edilmesi önem taşımaktadır (Yılmaz ve Uzun, 2011).

Tarımsal ürünlerin hasat edilmesi, paketlenmesi, pazara taşınması ve depolanması sırasında bazı hastalıklar ve bunlara bağlı kayıplar ortaya çıkmaktadır. Taze meyve ve sebzelerin depo ömrünü kısaltan en önemli sorunlardan birisi hasat sonrası hastalıklardır. Bu hastalıkların depolanan ürünün çeşidi ve depolama koşullarına bağlı olarak %20-50 düzeyinde kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (Klein ve Lurie, 1991).

Hasattan sonra ürünlerde görülen hastalıkların nedenlerini iki grup altında toplamak mümkündür. Bunlardan birincisi; besin elementlerinin eksikliği veya fazlalığı, ürünün bulunduğu ortamın nemi ve sıcaklığı, kimyasal ve fiziksel yaralanmalar gibi hasattan sonra ürünlerin bozulmasına neden olan abiyotik faktörlerdir. İkincisi ise biyotik etmenlerdir ve bunların en önemli kısmını funguslar oluşturmaktadır. Funguslar ürün henüz gelişme dönemindeyken kutikula ve epidermisi delerek, stoma, lentisel veya çeşitli yaralardan girerek enfeksiyona neden olmak suretiyle meyve ve sebzelerde hasat sonrasında kaliteyi düşüren ve genellikle raf ömrünü azaltan hastalık etmenleridir. Funguslar depolarda yaygın olarak görülürler ve ciddi kayıplara neden olurlar (Benli, 2003).

Yaş meyveler bol miktarda su ve besin maddesi içerdiğinden hasattan sonra da patojen saldırısına uğrarlar. Hastalıkla bulaşık ürünlerde etilen sentezi, solunum ve ısı üretimi artarak olgunlaşma hızlanır. Hastalanan ürünlerdeki fungus sağlamlara da bulaşır ve hastalık yayılır. Hasat sonrası hastalık etmenlerinden olan *Penicillium expansum* Link elmalarda zarar yapan en önemli patojendir. Etmen meyve kabuğunun yaralanması ile ürün içine girebilen bir yara patojenidir. Patojen uygun ortamda çimlenir ve hastalığa neden olur (Jones ve Aldwinckle, 1990).

Isparta ilinde yapılan bir çalışmada, 2006-2008 yılları arasında soğuk hava depolarında bulunan elmalarda hasat sonu hastalıklarının yaygınlık oranları ve bu hastalıklara neden olan etmenler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, *Penicillium expansum*'un elmalarda en yaygın görülen hasat sonu çürüklük etmeni olarak, %40'a varan kayıplara neden olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel çürüklük ya da meyve içi siyah çürüklüğü olarak bilinen hastalığa neden olan *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. yaygın olarak belirlenen diğer etmen olmuştur. Bunların yanı sıra, *Botrytis cinerea* Pers. (gri küf), *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk (acı çürüklük), *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. (kara leke), *Cryptosporiopsis* spp. (boğa gözü), *Sphaeropsis* sp. ve bir Basidiomycet üyesi hasat sonrası hastalıklara neden olan diğer funguslar arasında yer almışlardır. *Mucor* ve *Aspergillus* çürüklüklerinin daha düşük oranlarda (%3.0 ve %5.5) görüldüğü belirlenmiştir. Hasat sonrası ortaya çıkan fizyolojik bozukluklar arasında ise; acı benek, yüzeysel kararmalar, soğuk zararı, nem düzensizliklerine bağlı oluşan belirtiler ve içsel kahverengileşme sayılabilir (Özgönen ve Çulal Kılıç, 2009).

Hastalık etmenleriyle mücadele etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir. Fungisitler hasat sonrası patojenlerin neden olduğu kayıpları engellemede kullanılan sentetik koruyuculardır (Singh ve Sharma, 2007). Her yıl dünyada yaklaşık 23 bin ton fungusit sebze ve meyveler üzerine uygulanmaktadır. Ancak sebze ve meyvelerin, yüksek oranda sentetik kimyasallarla muamele edilmeleri sonucu, karsinojenik, teratojenik ya da akut toksijenik etkiler oluşmaktadır. Ayrıca bu kimyasallardan bazıları uzun süreli kalıcılığa sahip olduklarından, çevre kirliliğine yol açmakta, ayrıca gıdalar üzerindeki kalıntıları ile tüketici sağlığı üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır (Unnikrishnan ve Nath, 2002). Fungisitlerle ilgili diğer bir problem ise etkinliklerinin zenginleştirilmesiyle bu kimyasalların yan etkilerinin de her geçen gün artmasıdır (Sorour ve Larink, 2001). Ayrıca, hasat sonrası ürünlerde zarar yapan patojenler fungusitlere karşı direnç geliştirmekte, böylece bu fungusitlerin etkisi giderek azalmaktadır (Dianz vd., 2002).

Kimyasal mücadelenin bu tür dezavantajlarından dolayı farklı mücadele yöntemlerine başvurulmaktadır. Son yıllarda sentetik kimyasallara alternatif olarak doğal koruyucu maddelerin kullanımı giderek daha yaygın bir hale gelmektedir. Başka bir ifadeyle; biyolojik bozulmayı kontrol altına almak ve depolama ömrünü uzatmak amacıyla doğal ürünlerin kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Bunlar arasında bitkisel uçucu yağlardan üretilen doğal pestisitlerin de hastalık etmenleriyle mücadelede önemli bir yeri bulunmaktadır (Isman, 2000).

Uçucu yağlar, kompleks karışımlardır ve antimikrobiyal özelliklere sahip bir takım kimyasal metabolitleri içerirler. Uçucu yağların içeriğinde hidrokarbon yapısındaki monoterpenler, diterpenler, seskiterpenler ve bunların oksijen türevleri ile alkoller, aldehytler, esterler, ketonlar, fenolik ve okside bileşenler bulunabilmektedir (İşcan, 2002). Bitki uçucu yağlarının insan sağlığı ve doğa açısından tehlike oluşturmamaları nedeniyle bu yağların sentetik pestisitlere karşı alternatif olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir (Bautista-Banos vd., 2006; Szczerbanik vd., 2007). Ayrıca uçucu yağ uygulamalarıyla, fungusitlere karşı direnç gösteren patojenlerle daha etkin bir mücadele yapılabilecektir (Romagnoli vd., 2005).

Uçucu yağlarla ilgili pek çok araştırma sonucunda bu sekonder metabolitlerin biyolojik olarak aktif bileşenler oldukları ve antimikrobiyal, allelopatik, antioksidan ve biyolojik düzenleyici özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir (Caccioni ve Guizardi, 1994; Hadizadeh vd., 2009; Saharkhiz vd., 2009). Uçucu yağların antimikrobiyal aktivitelerinin fenolik bileşenlerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Bagamboula vd., 2004).

Uçucu yağların ekstrakte edildiği bazı aromatik ve tıbbi bitkiler, hasat sonrası patojenlerden kaynaklanan çürümeleri kontrol altına almak amacıyla da kullanılmaktadır. Hasat sonrası çürüklüklere karşı bitkisel ekstrakt veya uçucu yağların kullanımıyla ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Fakat yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği ile ilgili literatürler tarandığında ülkemizde *Penicillium expansum*'a karşı yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, elmalarda

hasat sonrasında sorun olan *Penicillium expansum*'a karşı ülkemizde özellikle Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *in vitro* ve *in vivo* etkinliklerinin belirlenerek, bunların söz konusu hastalığa karşı mücadelede kullanılma olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Elmalarda Görülen Hasat Sonrası Hastalıklar

Elmalar hasat edildikten sonra yaklaşık 8 ay süreyle depolanmaktadır. Elma meyvelerinde bahçede gerçekleşen enfeksiyonlar nedeniyle bozulmalar ve depoya gelen meyvenin kalitesinden kaynaklanan fizyolojik bozukluklar görülebilmektedir. Genellikle depo ömrünün sonlarına doğru meyvelerde patolojik ve fizyolojik kaynaklı kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıplar elma çeşitlerine, yetiştiricilik bölgelerine, kültürel işlemlere ve depo koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Elmalarda fizyolojik bozulmalar olarak acı benek, iç kararması, yanıklıklar ve iç sulanması ortaya çıkabilmektedir (Ryall ve Pentzer, 1982).

Elma meyvelerinde patojenlerin enfeksiyon yapabilmesi için meyvelerin hasat esnasında veya sonrasında zarar görmüş, yaralanmış olması gerekmektedir. Mekanik zararlanmalar meyve çürümelerini hızlandırır (Lakshminarayana vd., 1987). Bununla birlikte *Pezizula malicorticis* H.S. Jack hem yaralı hem de sağlam meyve yüzeyleri aracılığıyla bulaşabilir. Çeşitli funguslar elma meyvelerinde lentisellerden giriş yaparak zarar oluşturabilir. Yaraların dışında elma meyvelerinde çürüme kaliks ve çekirdek arasındaki boşlukta başlayabilmektedir (Spotts vd., 1988).

Elmalarda hasat sonu hastalıklara ağırlıklı olarak fungal kaynaklı patojenlerin sebep olduğu bildirilmektedir. Amerika'da yapılan bir çalışma sonucunda elma depolarında görülen başlıca fungal kaynaklı etmenlerin; *Penicillium* spp., *B. cinerea*, *Phialophora malorum* M. N. Kidd & A. Bea. McCulloch, *Pezizula malicorticis*, *Mucar piriformis* Scop. olduğu saptanmıştır (Kupferman vd., 1992).

Brezilya'nın Rio şehrinde hasat sonrası depolanan elmalarda sorun olan hastalıkları teşhis etmek için 2 yıllık bir çalışmada, farklı bahçelerden hasat edilen ve soğuk hava depolarında depolanan *Golden delicious* meyveleri incelenmiştir. Çalışmanın ilk yılı sonunda, meyvelerdeki çürümelerin

%52.7'sinin *A. alternata*, %41.7'sinin *P. expansum*, %3.0'ünün *Rhizopus* sp., %1.3'ünün *Botryosphaeria berengeriana* De Not. ve %1.3'ünün ise belirlenemeyen patojenlerden kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Çalışmanın ikinci yılında ise meyve çürümelerinin %33 *A. alternata*, %20.5 *P. expansum*, %45.5 *G. cingulata* ve %1.0 oranında ise belirlenemeyen patojenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. *G. cingulata*'nın neden olduğu meyve çürüklüğünün genelde hastalıklarla mücadelenin az yapıldığı bahçelerden gelen meyvelerde görüldüğü bildirilmiştir (Fortes, 1988).

Hasat edilen elma meyveleri hasattan sonra pazara ve tüketiciye ulaşana kadar soğuk hava depolarında saklanmaktadır. Hasat sonrası meyve çürüklükleri elmanın depolanması için çoğu zaman sınırlayıcı bir etken olmaktadır. *B. cinerea*'nın sebep olduğu kurşuni küf bütün dünyada elmaların en yaygın hasat sonrası hastalığı olarak anılmaktadır (Rosenberger ve Meyer 1990).

Amerika'da elma meyvelerinde hasat sonrası kayıplara neden olan en önemli patojenler; *B. cinerea* (kurşuni küf), *M. piriformis* (Mucor çürüklüğü), *P. malicorticis* (boğa gözü çürüklüğü) ve *P. expansum* (mavi küf)'dur (Michailides ve Spotts, 1990).

Yumuşak çekirdekli meyvelerde "Mavi küf" belirtisi gösteren meyvelerden yapılan izolasyonlarda en sık görülen patojenlerin; *P. expansum*, *P. solitum* Westling ve *P. commune* Thom olduğu belirlenmiştir. *P. expansum* bu türler içinde en yaygın olanıdır ve en geniş yara çapına sahiptir. Bu patojen enfeksiyon için çoğunlukla yaraya ihtiyaç duymaktadır. Fakat etmen meyve üzerinde sağlıklı dokudaki lentiseller aracılığıyla da enfeksiyonu gerçekleştirebilmektedir (Jones ve Aldwinckle, 1990).

Elma meyveleri hasat edildikten sonra 0°C'de 6 aya kadar soğuk hava deposu koşullarında depolanabilen bir meyvedir. Modern depolama tekniklerine rağmen hasat sonrası elma meyvelerinde %5-25 arasında kayıp gerçekleşmektedir (Bondoux, 1992).

Elmalarda hasat sonrasında meydana gelen kayıplara neden olan patojenler arasında; *Penicillium expansum* Link, *Botrytis cinerea* Pers. ve *Alternaria* spp. (Fr.) Keissl. başta gelirken, *Monilinia fructicola* (G.Winter) Honey, *Glomerella cingulata*, *Pezizula malicorticis*, *Mucor pyriformis*, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill., *Aspergillus* spp. Micheli, *Fusarium* spp. bunların dışında kalan diğer etmenlerdir (Snowdon, 1990). Bu patojenlerden *P. expansum* ve *B. cinerea* düşük sıcaklıklarda da gelişebilme özelliklerinden dolayı en fazla zarar yapan türler olarak kabul edilmektedir. Bu hastalık etmenlerinden *P. expansum* elmalarda oluşturduğu kayıpların yanı sıra patulin adında kanserojen olduğu bilinen bir mikotoksin üretmektedir. Çürümüş elmalar meyve suyu üretiminde kullanıldığında bu mikotoksin insan hayatını tehdit etmektedir (Janisiewicz, 1998).

Amasya, Starking ve *Golden Delicious* elmalarında hasat sonrasında karşılaşılan hastalık etmenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışma sonucunda, *P. expansum*, *B. cinerea*, *Alternaria* spp. en yaygın patojenler olarak tespit edilmiştir (Özcan, 1990).

Elmalarda hasat sonrası çürüklük etmenleri olan *B. cinerea*, *Penicillium expansum*, *Mucor piriformis* ve *Pezizula malicorticis* patojenlerine karşı Akane, Elstar, Empire, Fuji, Gala, Golden Delicious, Grany Smith, Jonagold, Newtown ve Oregon Spur elma çeşitlerinin dayanıklılık düzeyleri araştırılmıştır. Sonuç olarak bu çeşitlerin hiçbiri söz konusu patojenlere dayanıklı bulunmamıştır. Ayrıca bir patojen için dayanıklı olan bir çeşidin diğer patojenlerden birine duyarlı olduğu görülmüştür. Fuji ve Jonagold çeşitleri diğer çeşitlere göre *P. expansum*'a daha duyarlı bulunmuştur. Gala ise *P. expansum*'a en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir (Spotts vd., 1999).

Golden Delicious elmalarında yürütülen bir çalışmada, tomurcuklanma döneminden başlayarak hasat sonuna kadar her 15 günde bir alınan örneklerle mikrobiyal populasyon dinamiği incelenmiştir. Hasat sonrasında yaygın olan *P. expansum* ve *B. cinerea* vejetasyon döneminde de tespit edilen patojenler arasında yer almışlardır (Teixido vd., 1999).

İsrail’de Red Delicious çeşidi elmalarda *A. alternata*’nın sebep olduğu meyve içi çürüklüğünden kaynaklanan önemli kayıplar söz konusudur. İsrail’in kuzeyindeki depolardan alınan örneklerde 1997 ile 2001 yılları arasında yapılan incelemeler sonucunda meyve içi çürüklüğü ile enfekteli meyvelerin görülme sıklığının %4-15 arasında değiştiği belirlenmiştir (Reuveni vd., 2003).

Fransa’da organik ve konvensiyonel elma yetiştiriciliği yapılan bahçelerde yürütülen bir çalışmada *Penicillium* spp.’nin hasat öncesi ve sonrasında meyve yüzeylerinde ve soğuk hava depoları içerisindeki atmosferde *Penicillium* yoğunluğu incelenmiştir. Konvensiyonel tarım yapılan bahçelerin atmosferinde *Penicillium* spp.’ye rastlanmazken, meyve yüzeylerinde nadiren rastlanmıştır. Soğuk hava depolarında ise meyve yüzeyindeki *Penicillium* yoğunluğu depolamadan 1 ay sonra 50 spor/cm² olarak saptanırken, bu oran 6 ay sonra 300-400 spor/cm²’ye çıkmıştır. *P. expansum* (%30-62) ve *P. solitum* Westling (%6-45) elma yüzeyinde veya soğuk hava depolarında en çok rastlanan türler olarak tespit edilmiştir. İzole edilen diğer *Penicillium* türleri ise; *P. commune* Thom., *P. verrucosum* Dierckx., *P. chrysogenum* Thom., *P. rugulosum* Thom., ve *P. digitatum* (Pers.) Sacc. olmuştur (Amiri ve Bompeix, 2005).

Belçika ve Fransa’da, elma meyvelerinde hasat sonrasında çürüklük oluşturan en önemli etmenler *P. expansum*, *B. cinerea* iken, Amerika’da ve İngiltere’de ise *B. cinerea* ve *P. expansum* yine başta gelmekte, *P. malicorticis* ve *M. piriformis* bunları izlemektedir (Amiri ve Bompeix, 2005).

Amerika’da Red Delicious, Fuji ve Golden Delicious çeşitlerinde hasat sonrası elma hastalıkları üzerine yapılan çalışmada çürümelerin %31.7’sinin *P. expansum*, %28.1’inin *B. cinerea* ve %16.9’unun *Sphaeropsis* çürüklüğü olduğu tespit edilmiştir (Kim ve Xiao, 2008).

Yunanistan’da yapılan bir çalışmada Red Delicious, Golden Delicious, Granny Smith ve Fuji elma çeşitleri üzerinde hasat sonrası meyve çürüklükleri oluşturan patojenlerin görülme sıklığı belirlenmiştir. İzole edilen funguslar morfolojik özelliklerine ve ITS (Internal Transcribed Spacer) baz dizilerine göre

tanımlanmışlardır. Örneklenen 4 çeşitte *P. expansum*, *B. cinerea*, *Alternaria tenuissima* (Kunze:Fr.) Wiltshire ve *M. pyriformis*'in bulunma oranları sırasıyla; %44.2, %23.6, %16.1 ve %6.6 olarak belirlenmiştir. *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhland) Honey, *M. fructigena*, *Botryosphaeria obtusa* Schwein, *Geotrichum candidum* Link, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc ve *F. proliferatum* gibi diğer patojenler daha az sıklıkta görülmüşlerdir. Araştırmada, elma çeşitlerinin meyvelerde çürüklüğe sebep olan *P. expansum* ve *B. cinerea*'a karşı dayanıklılık düzeyleri de incelenmiş, Golden Delicious çeşidi *P. expansum*, Fuji çeşidi ise *B. cinerea* enfeksiyonlarına en duyarlı çeşitler olarak bulunmuştur. *B. cinerea* duyarlılığı meyvelerin antioksidan aktivitesi yanında flavonoid ve fenol konsantrasyonlarıyla negatif ilişkili iken, mavi küfe duyarlılık meyve sertliği ve fenol konsantrasyonu ile negatif ilişkili bulunmuştur. Patulin üretiminin ise Red Delicious ve Golden Delicious meyvelerinde oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Konstantinou vd., 2011).

2.2. Elmada Hasat Sonrası Hastalıklarla Mücadelede Alternatif Yöntemler

Yoğun fungusit kullanımının insan sağlığına ve çevreye getirmiş olduğu olumsuzluklar nedeniyle, sentetik kimyasalların kullanımını ortadan kaldırmayı veya en düşük düzeye indirmeyi hedefleyen entegre çalışmalar ülkemizde de giderek yoğunluk kazanmaya başlamıştır (Kınay, 2001; Kınay vd., 2001).

Hasat sonrasında kimyasal mücadelenin yarattığı kalıntı sorunu ve patojenlerin fungusitlere karşı dayanıklı hale gelmeleri gibi bazı sorunlardan kurtulabilmek amacı ile alternatif yöntemler önem kazanmıştır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanlar; biyolojik mücadele, fiziksel mücadele ve bitki gelişimini teşvik eden, ancak doğa ve insan sağlığı açısından sakıncası olmayan alternatif kimyasallarla yapılan kimyasal mücadeledir.

Yapılan bir çalışmada, elma meyvelerine basınç altında kalsiyum klorit çözeltisi uygulandığında, meyve hücre duvarının kalsiyum tutumunun arttığı tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulanmış meyvelerin depolamadan sonra *P. expansum*, *B.*

cinerea ya da *Glomerella cingulata* ile inokulasyonunda, kontrole göre daha az çürüme meydana gelmiştir (Conway vd., 1987).

Armutlarda önemli çürüklük etmenleri olan *B. cinerea*, *Alternaria tenuissima*, *Penicillium expansum*, *Rhizopus stolonifer*'e karşı gamma radyasyonun dört farklı dozunun etkisi PDA ortamı üzerinde incelenmiştir. Patojenlerin 3-4°C'de gamma ışınlarına duyarlılık derecelerine bakıldığında; en dayanıklı *B. cinerea* olmuş, bunu *A. tenuissima* ve *P. expansum* izlemiş, *Rhizopus stolonifer* ise en duyarlı patojen olarak bulunmuştur (Tiryaki, 1990).

Starkspur Red ve Granny Smith elma çeşitlerinin, kontrollü atmosfere (2°C, %2-3 O₂, %2-3 CO₂) sahip tesislerde 9 ay depolanması sonucu, normal soğuk muhafazalı tesislerde bulunan meyvelerle karşılaştırıldığında, *B. cinerea* ve *P. expansum* çürümelerinin oldukça düşük düzeyde olduğu bulunmuştur (Pratella vd., 1993).

Elma, nektarin, soğan ve şeftalide hasat sonu çürüklük etmeni funguslardan sırasıyla *P. expansum*, *Monilia fructigena*, *Botrytis aclada* ve *R. stolonifer* üzerinde gamma radyasyonun etkisinin incelendiği çalışmada; 1, 2, 3, ve 3.5 kGy'lik dozlar çürümeyi tamamen engellememiş fakat belirli bir süre geciktirmiştir (Tiryaki vd., 1994).

Hasat sonrası hastalıklarla biyolojik mücadelede bakteri ve mayaların birlikte uygulanmalarının daha etkili olabileceği düşünülmüştür. Elmalar üzerinde yapılan bir çalışmada *Pseudomonas syringae* ve *Sporobolomyces roseus* birlikte kullanılarak *P. expansum*'un zararı %100 engellenmiştir (Janisiewicz ve Bors, 1995).

Elmalarda hasat sonrası hastalıklara neden olan 3 patojene karşı *Candida saka*'nin etkisinin incelendiği araştırmada; *B. cinerea* ve *Rhizopus nigricans* tamamen engellenirken, *P. expansum*'a karşı %80 başarı sağlanmıştır (Usual vd., 1996).

Hasat sonrası hastalıklara karşı kimyasal mücadeleye alternatif olarak sıcaklık uygulaması oldukça yaygın olup bazı ülkelerde paketlenme evlerinde birçok üründe ticari olarak pratikte uygulanmaktadır (Fallik vd., 2000). Yapılan bir çalışmada, meyvelerin 55°C'de 15 saniye sıcak su içinde fırçalanmasının, *P. expansum* enfeksiyonunu azalttığı ve depolama süresini uzattığı bulunmuştur (Fallik vd., 2001).

Sıcaklık uygulaması elmalarda meyve yüzeylerindeki *P. expansum*'un yok edilmesinde etkili olmuş, fakat herhangi bir kalıcı etki sergilememiştir. Sıcaklık uygulamasının hem patojen üzerinde doğrudan etkili olduğu, hem de meyve dokusunda patojene karşı fizyolojik tepki oluşmasını sağladığı bilinmektedir. *In vitro* çalışmalar, fungusların uzun süre yüksek sıcaklığa maruz bırakıldığında, hem spor çimlenmesinin hem de misel gelişiminin durduğu görülmüştür (Conway vd., 2004).

2.3. Hasat Sonrası Hastalıklara Karşı Bitki Uçucu Yağlarının Kullanımı

Antimikrobiyal etkilerinden dolayı geçmişten günümüze alternatif tıp alanında yaygın bir kullanım alanı bulan uçucu yağlar, çeşitli bitkilerden elde edilmektedir. Bunların mikroorganizmalar üzerindeki etkileriyle ilgili bilgiler geçmişte daha az olmasına rağmen, çok eski tarihlerden beri bulaşıcı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Rios ve Recio, 2005).

Uçucu yağların, hem tıp hem de aromaterapi alanlarında geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Uçucu yağların insan vücudunda iltihaplanmayı, ani kas kasilmasını ve ağrıları önleyici, bağışıklık sistemini düzenleyici ve antioksidan aktiviteleri gibi değişik etkileri bilinmektedir. Bunun yanında, fungal ve bakteriyel etmenlerin ve akarların gelişimini engelleyici etkileri de vardır (Pisseri vd., 2008). Uçucu yağların antiviral, antidiabetik ve kanser önleyici etkileri de belirlenmiştir. Özellikle gram (+) ve gram (-) bakterilere karşı önemli düzeyde antimikrobiyal özellikler gösterdiklerinden antik mısırdaki mumyalamada kullanılmışlardır (Edris, 2007).

Bitkisel uçucu yağların bitki hastalıklarıyla mücadelede kullanımlarına yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Hasat sonrası hastalıklara karşı da bitkisel ekstrakt ve uçucu yağların entegre mücadelede alternatif bir yöntem olarak kullanılabilceği belirtilmektedir.

Rhizopus sp., *Mucor sp.* ve *Aspergillus sp.*'nin misel gelişimi üzerine 40 farklı bitki uçucu yağının antifungal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sarımsak yağının 100 ppm'de söz konusu patojenlerin misel gelişimi tamamen engellediği ve denemede ele alınan bitkisel yağlar içinde en etkili olduğu belirlenmiştir (Tompson ve Canon, 1986).

Thymus capitatus (L.) Hoffm. et Link (başak kekik) uçucu yağının *Alternaria alternata* ve *Penicillium italicum* Wehmer üzerine antifungal etkisinin araştırıldığı çalışmada, 400 ppm konsantrasyonda *A. alternata*'ya karşı fungisidal ve *P. italicum*'a karşı fungistatik etki göstermiştir. Çalışmada kekik uçucu yağının bileşenleri de GC-MS ile belirlenmiş, kullanılan uçucu yağın fungitoksik özelliğinin yağın ana bileşenlerden biri olan carvacrol'den kaynaklandığı bildirilmiştir (Arras ve Grella, 1992).

Yapılan bir çalışmada *Origanum compactum* Benth Cautions (kekik) uçucu yağı, farklı fungal hastalık etmenlerine karşı denenmiştir. Kekik uçucu yağının fungal hastalık etmenlerinden *Zygorrhynchus sp.*, *Aspergillus niger* ve *P. italicum*'un spor çimlenmesi, misel gelişimi ve sporulasyonunu engellediği bulunmuştur. Misel gelişimi dönemi en duyarlı dönem olarak belirlenmiştir (Tantoui vd., 1993).

Penicillium spp., *Aspergillus niger* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı, *Origanum syriacum* L. (Suriye kekiği) yağının antifungal etkisi araştırılmıştır. Kekik uçucu yağı, bu funguslara karşı güçlü engelleyici etki göstermiştir. Çalışmada ele alınan funguslara karşı yağın en düşük engelleyici konsantrasyonu (MIC) 0.1 µl/ml olarak belirlenmiştir. Suriye kekiği uçucu yağının GC-MS cihazı kullanılarak bileşen analizi yapılmıştır. Kekik bitkisinin söz konusu patojenlere karşı

antifungal etkisinin içeriğindeki carvacrol ve thymol bileşenlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Daouk vd., 1995).

Türkiye'nin güneyinde yetişen yabani bitkilerden *Thymbra spicata* L., *Satureja thymbra* L., *Salvia fruticosa* Mill, *Laurus nobilis* L., *Inula viscosa* L., *Mentha pulegium* L., *Pimpinella anisum* (Linn.), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ve *Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. H. Davis uçucu yağlarının başlıca kimyasal bileşenlerinin; 1,8-cineole, pulegone, anethole , γ -terpinene, pcymene, thymol ve carvacrol olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağların antifungal etkilerinin içeriklerindeki bu bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Müller-Ribeau vd., 1995).

Botrytis cinerea'ya karşı 49 farklı bitkinin uçucu yağlarının antifungal etkilerinin incelendiği araştırma sonucunda; *Cymbopogon martini* (palmarosa), *Thymus zygis* L. (limon kekiği), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (tarçın) ve *Eugenia caryophyllata* Thunb. (karanfil) uçucu yağlarının, *Botrytis cinerea*'nın gelişimini engelleyici etkileri diğer uçucu yağlara kıyasla daha yüksek olmuştur (Wilson vd., 1997).

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes, *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) L.R. Jones and Grout, *Rhizoctonia solani* Kühn ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* etmenlerine karşı adaçayı, mercanköşk, zahter ve turşu otu uçucu yağlarının yüksek oranda antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Boyras ve Özcan, 1997).

Monilia laxa ve *Rhizopus stolonifer* patojenlerine karşı *Thymus*, *Origanum*, *Anethum*, *Eucalyptus*, *Foeniculum* ve *Citrus* gibi değişik bitki türlerinden elde edilen yağların etkinliği araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda *Thymus* ve *Origanum* yağlarında bulunan carvacrol'un belirgin bir fungisidal aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Mari ve Guizzardi, 1998).

Kekik, girit kekiği ve güvey otu uçucu yağlarının hasat sonrasında önemli kayıplara neden olan *Penicillium digitatum* Sacc.'un konidi çimlenmesi ve koloni gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, uçucu yağların 250-400

$\mu\text{g/mL}$ gibi düşük konsantrasyonda *P. digitatum* konidi çimlenmesi ve koloni gelişimini tamamen engellediği saptanmıştır (Daferera vd., 2000).

Alternaria citri Elli & Pierce, *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* ve *P. digitatum*'a karşı 12 farklı bitkinin uçucu yağının fungitoksik etkilerini araştırmak amacıyla *in vitro*'da gerçekleştirilen bir çalışmada, *Thymus capitatus* uçucu yağının 250 ppm konsantrasyonda dört fungusun gelişimini engellediği belirlenmiştir. Araştırmacılar mikroskop ile yaptıkları incelemede kekik uçucu yağının buhar etkisinin *P. digitatum* hif ve konidi morfolojisini değişikliğe uğrattığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca kekik uçucu yağında bulunan carvacrol'un, yağın bileşenleri arasındaki en önemli fungitoksik bileşik olduğunu saptamışlardır (Arras ve Usai, 2001).

Thymus vulgaris (Linn.), *Syzygium aromaticum* (Linn.) ve *Cryptocarya massoia* Massoy ağacının kabuklarından elde edilmiş yağlar, üzümelerde *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu yaprak lekesi ve dane çürüklüğüne karşı laboratuvar ve tarla koşullarında denenmiştir. Nekrotik yaprak lekelerine neden olan *B. cinerea* sporulasyonu, %0,33 konsantrasyonundaki *Thymus* ve *Cryptocarya* yağları ile önemli ölçüde azaltılmış, aynı konsantrasyondaki *Syzygium aromaticum* yağı ise patojenin neden olduğu dane çürüklüğünü ve nekrotik yaprak lekelerini engellemiştir (Walter vd., 2001).

Aspergillus niger, *A. flavus*, *P. expansum*, *Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al., *Trichoderma viride*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata* etmenlerine karşı *Salvia pomifera* subsp. *calycina* (Sm.) Hayek, *Salvia fruticosa*, *Satureja thymbra* ve *Origanum onites* L. gibi Yunanistan'da yabani olarak yetişen bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin antifungal etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda en düşük antifungal aktiviteye sahip olan uçucu yağın adaçayı olduğu belirlenirken, en yüksek ve en geniş etkinliği ise carvacrol içeriği yüksek olan *O. onites* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırılan bitki uçucu yağı bileşenleri arasında en yüksek antifungal etkiyi carvacrol ve en düşük etkiyi ise 1,8-sineol'ün gösterdiği saptanmıştır (Sokovic vd., 2002).

Thymus glandulosus Lag. ex H. del Villar ve *Origanum compactum* Benth. kekik türlerinin uçucu yağlarının, *B. cinerea*'nın misel gelişimi üzerine etkileri *in vitro* koşullarda incelenmiştir. Bu bitki yağlarının içeriğindeki en önemli bileşenlerin thymol ve carvacrol olduğu belirlenmiştir. Yağların 100 ppm konsantrasyonu yağlar *B. cinerea* 'nın misel gelişimini tamamen engellemiştir (Bouchra vd., 2003).

Bazı kekik türleri (*Thymus capitatus*, *Origanum vulgare*, *O. dictamnus*, *O. majorana*) ile birlikte lavanta, biberiye, adaçayı ve yarpuz uçucu yağlarının *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani* var. *coeruleum* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al. etmenlerine karşı antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Bu bitkiler arasında kekik türlerinin diğer uçucu yağlara göre daha yüksek bir antifungal etki gösterdiği ve düşük konsantrasyonlarda bile patojenlerin gelişimini tamamen engellediği bildirilmiştir (Daferera vd., 2003).

Cymbopogon flexuosus (limonotu)'dan elde edilen uçucu yağın hasat sonrası çürüklüğe neden olan 25 fungal patojene karşı antifungal etkinliği *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Araştırmacılar uçucu yağın fungisidal etkinliğinin fungus türlerine göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Limonotu uçucu yağının *Penicillium expansum*, *P. italicum*, *P. implicatum*, *P. digitatum*, *P. minioluteum*, *P. variable* için belirlenen etkin konsantrasyonu 0.4 µl olarak belirlenmiştir (Shahi vd., 2003).

Turunçgillerde *P. italicum* ve *P. digitatum*'un misel gelişimi üzerine 20 farklı bitki uçucu yağının kontak ve fumigant etkilerinin incelendiği bir çalışmada; kekik, mercanköşk, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının *P. italicum* ve *P. digitatum*'un misel gelişimini fumigasyon denemesinde 10 µl/petri, kontak etki denemesinde ise 1000 µl/L'lik konsantrasyonlarda tamamen engellediği tespit edilmiştir. *In vivo* denemede ise kekik ve tarçın uçucu yağlarının 20°C'de, 7 gün boyunca 50 ml/L dozdaki uygulanması *P. italicum* ve *P. digitatum*'un zararını önemli derecede azaltmıştır (Plaza vd., 2004).

Chrysanthemum viscidhirtum (Schott.) (krizantem) yağının *Phytophthora citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) ve *B. cinerea*'nın gelişimi üzerine antifungal etkinliğinin araştırıldığı bir çalışma sonucunda, yağın 150 ppm konsantrasyonda patojenlerin gelişimini tamamen engellediği görülmüştür (Chebli vd., 2004).

Penicillium ochrochloron ve *P. funiculosum*' unda içinde bulunduğu 17 fungus türüne karşı, civan perçemi (*Achillea atrata* L.)'nin uçucu yağı ve ana bileşeni olan 1.8-cineole'un antifungal etkinliği araştırılmıştır. Uçucu yağın minimum engelleyici konsantrasyon (MIC) değerlerinin 2.0 ile 8.0 µl/ml arasında değiştiği ve denenen tüm funguslara karşı güçlü antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Ristic vd., 2004).

Tagetes patula L. (kadife çiçeği) uçucu yağının *B. cinerea* ve *Penicillium digitatum* etmenlerinin gelişimini üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda; uçucu yağ *B. cinerea*'yı 10 µl/ml, *P. digitatum*'u ise 1.25 µl/ml konsantrasyonlarda tamamen engellemiştir. Ayrıca, uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda piperitone ve piperitenone bileşenlerinin etkinliği de incelenmiş ve fungal hif morfolojisinde büyük değişiklikler meydana getirdiği görülmüştür (Romagnoli vd., 2005).

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.), *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* (Mont.) ve *Verticillium dahliae* Kleb. etmenlerine karşı, *Artemisia annua* L. (pelin) uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının fumigant ve kontak etkileri araştırılmıştır. Bu funguslar arasında *S. sclerotiorum*'un, pelin uçucu yağına hassas olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağın söz konusu etmenlere karşı fümigasyon yoluyla en düşük fungisidal konsantrasyonlarının sırasıyla 1.6, 2.4 ve 4.4 µg/ml olduğu, kontak etki bakımından ise en düşük fungisidal konsantrasyonun 6.4 ile 51.2 µg/ml arasında değiştiği belirlenmiştir. Uçucu yağın hem kontak etki hem de fumigasyon denemelerinde patojenlerin konidi çimlenmesini ve çim borusu oluşumunu engellediği tespit edilmiştir (Soylu vd., 2005).

Portakal (*Citrus sinensis* L.) kabuğundan çıkarılan uçucu yağın *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Alternaria mali* Roberts, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* gibi bazı patojenlere karşı fumigant ve kontak etkileri araştırılmıştır. Kontak etki denemesinde uçucu yağın minimum engelleyici dozu *Alternaria mali* ve *Botrytis cinerea* için 500 ppm, *A. alternata* ve *P. expansum* için 600 ppm ve *A. niger* için ise 700 ppm olarak tespit edilmiştir. Uçucu yağın buhar etkinliği incelendiğinde ise minimum engelleyici konsantrasyonu; *A. mali*, *B. cinerea* ve *P. expansum* için 400 ppm, *A. niger* ve *A. alternata* için 500 ppm olarak bulunmuştur. *A. niger*'e karşı uçucu yağın etki şeklini belirlemek için yapılan taramalı elektron mikroskop çalışmasında uçucu yağ uygulamasının konidioforların yok olmasına, hif çapının azalmasına, hif duvarının zayıflamasına ve tahrip olmasına neden olduğu görülmüştür (Sharma ve Tripathi, 2006).

Foeniculum vulgare Mill. (rezene) uçucu yağının, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium graminearum* ve *F. moniliforme*'ye karşı fumigant etkisinin araştırıldığı çalışmada, uçucu yağın 6 ml/petri konsantrasyonda bu fungusların gelişimini tamamen engellediği görülmüştür. Uçucu yağın bileşen analizinde %70.1 ile trans-anathole bileşiğinin en önemli bileşen olduğu tespit edilmiştir (Singh vd., 2006).

Aspergillus niger'in hif gelişimi ve spor oluşumu üzerine 75 farklı uçucu yağın etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada, *Cinnamomum casia* (Çin tarçını), *C. zeylanicum* (tarçın), *Syzygium aromaticum* L. (karanfil) ve *Cymbopogon citratus* (limon otu) en etkili uçucu yağlar olarak saptanmıştır. Uçucu yağlarda en yüksek oranda bulunan bileşenler ise çin tarçını, kabuk tarçın ve yaprak tarçında cinnamaldehyde (%66.36, %64.13, %58.49), karanfilde eugenol (%47.64) ve limon otunda ise geraniol (29.40) olarak belirlenmiştir (Pawar ve Thaker, 2006).

Thymus eriocalyx L. ve *T. x-porlock* L. uçucu yağları *Aspergillus niger*'e karşı 125 ppm ve 250 ppm dozlarında uygulandığında inhibisyon zonları sırasıyla 25 mm ve 8 mm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca uçucu yağın bu fungusun hücre duvarı,

hücre zarı ve hücre organelleri üzerinde geri dönüşümü olmayan zararlar oluşturduğu mikroskop altında yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir (Rasooli vd., 2006).

Aspergillus niger ve *A. flavus* etmenlerine karşı, *Origanum vulgare* (İzmir kekiği), *Thymus vulgaris* (kekik) ve *Syzygium aromaticum* (karanfil) uçucu yağlarının kontak etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 440 µl/L konsantrasyonda tüm uçucu yağların bu fungusların misel gelişimi tamamen engellediği belirlenmiştir. Antifungal etkinlik açısından en etkili uçucu yağ *O. vulgare* olurken, bunu karanfil ve kekik uçucu yağlarının takip ettiği belirtilmiştir (Viuda-Martos vd., 2007).

Colletotrichum coccodes, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum* (Pers.:Fr.) Link, *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus niger* etmenlerine karşı *Cymbopogon citratus* L. (limon otu) uçucu yağının antifungal etkisi araştırılmıştır. Uçucu yağın 25 ppm'lik konsantrasyonunun fungal spor oluşumunu %70 engellediği, 500 ppm'lik konsantrasyonda ise spor oluşumunu tamamen engellediği belirlenmiştir (Tzortakis ve Costas, 2007).

Origanum syriacum var. *bevanii* (Holmes) Ietsw. (kekik) ve *Foeniculum vulgare* (rezene) uçucu yağlarının *Sclerotinia sclerotium*'un hif ve sklerotlarının morfolojik yapısı üzerine fumigant ve kontak etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak misel gelişimi üzerine fumigant etkinin daha yüksek olduğu ve uçucu yağın patojen hif ve sklerotları üzerinde önemli morfolojik değişimler meydana getirdiği tespit edilmiştir (Soylu vd., 2007).

Tarçın, çam ağacı, çay ağacı ve nane yağlarının ve bunların karışımlarının buhar etkisi 8 fungal patojenin gelişimi üzerine *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani*, *Colletotrichum* sp., *Geotrichum candidum*, *Rhizopus oryzae*, *Aspergillus niger* ve *Cladosporium cladosporioides*'in gelişimini engelleyen çay ağacı ve nane yağlarının, tarçın ve çam ağacı yağlarından daha etkili olduğu fakat *P. digitatum*'a karşı etkinliklerinin 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 ise sporulasyonlarını azalttığı bildirilmiştir (Szczurbanik vd., 2007).

Kekik, adaçayı, hindistan cevizi ve sinameki uçucu yağlarının *Alternaria alternata* etmenine karşı antifungal etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda sinameki ve kekik uçucu yağlarının *A. alternata*'ya karşı antifungal etkileri olduğunu tespit edilmiştir. Sinameki yağı 300-500 ppm arasında etmenin gelişimini tamamen engellemiş, kekik ise 500 ppm'de %62 oranında engellemiştir (Feng ve Zheng, 2007).

Bitki uçucu bileşenlerinin *Monilinia laxa* üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada carvacrol, trans-2-hexenal ve citral bileşenlerinin *M. laxa*'ya karşı fungisidal etki gösterdikleri belirlenmiştir (Neri vd., 2007).

Origanum acutidens (Hand.-Mazz.) Ietsw. uçucu yağının ve bileşenlerinden carvacrol, thymol ve *p*-cymene'nin antifungal etkileri araştırılmıştır. *O. acutidens* uçucu yağının, carvacrol ve thymolun 25 mg/petri dozunda, *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* funguslarının misel gelişimini tamamen engellediği belirlenmiştir. Ayrıca bu uçucu yağ ve bileşenlerinin antifungal etkilerinin benomyl fungisitinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kordali vd., 2008).

Penicillium chrysogenum ve *P. verrucosum* etmenlerine karşı limon, mandarin, greyfurt ve portakal uçucu yağlarının %0.27, %0.47, %0.71 ve %0.97 konsantrasyonlarının antifungal etkilerinin araştırıldığı çalışmada, konsantrasyonun artmasına bağlı olarak engelleme oranlarının da arttığı ve %0.94'lük konsantrasyonda fungusların misel gelişimlerini tamamen engelledikleri saptanmıştır. *P. chrysogenum* ve *P. verrucosum* etmenlerine karşı en etkili uçucu yağlar ise sırasıyla greyfurt, limon, portakal ve mandarin olarak belirlenmiştir (Viuda-Martos vd., 2008).

Hasat sonrası fungal çürüklük etmenleri olan *Botryosphaeria parva* Pennycook & Samuels ve *Colletotrichum gloeosporioides*'e karşı *Lippia scaberrima* uçucu yağının ve bazı terpenoidlerinin *in vitro* antifungal etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağın her iki fungusun misel gelişimini 4 günde engellediği tespit edilmiştir. Uçucu yağda bulunan başlıca terpenoidler ise limonene, *R*-(-) carvone, 1,8-cineole ve *S*-(+)-carvone olarak belirlenmiş, bu terpenoidlerin antifungal etkinlikleri değerlendirildiğinde ise her iki carvone'un en yüksek antifungal etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Regnier vd., 2008).

Fusarium oxysporum, *F. verticillioides*, *Penicillium expansum*, *P. brevicompactum*, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus* etmenlerine karşı 25 farklı bitkinin uçucu yağlarının antifungal etkisi araştırılmış, bu bitkiler içinde *Pimenta dioica* (yenibahar) uçucu yağının en yüksek antifungal aktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir. Bu uçucu yağa en hassas fungus türünün *F. oxysporum*, en dirençli türün ise *P. brevicompactum* olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın gösterdiği yüksek antifungal etkinin ise içerdiği eugenol ve methyl-eugenol bileşiklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Zabka vd., 2009).

Tarçın uçucu yağının *Rhizopus nigricans* Ehrenb., *Aspergillus flavus* ve *Penicillium expansum* etmenlerine karşı kontak yöntemle *in vitro* koşullarda antifungal etkisi araştırılmıştır. Sonuçta minimum engelleme konsantrasyonları *R. nigricans* için %0.64 v/v, *A. flavus* ve *P. expansum* için %0.16 v/v olarak bulunmuştur. Çalışmanın *in vivo* kısmında, hünnap ve portakal meyvelerinde tarçın uçucu yağının %2 ve %3 v/v konsantrasyonlarının etmenlerin gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir (Xing vd., 2010).

Yeşil limon ve kekik uçucu yağlarının papaya meyvelerinde *Colletotrichum gloeosporioides* ve *Rhizopus stolonifer* etmenlerine karşı *in vivo* antifungal etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağlar papaya meyvelerine daldırma yöntemiyle uygulanmıştır. Kontrol grubunda %100 enfeksiyon görülürken uçucu yağ ile muamele edilen meyvelerde *C. gloeosporioides*'in neden olduğu çürümenin %50'nin, *R. stolonifer* çürüklüğünün ise %40'ın üzerinde azaldığı tespit edilmiştir (Bosquez-Molina vd., 2010).

Carum capticum L. (Mısır anasonu), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Carum carvi* L. (kimyon) uçucu yağlarının domateste hasat sonrası görülen *Alternaria alternata* ve *Penicillium digitatum* etmenlerine karşı *in vitro* ve *in vivo* antifungal etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *C. capticum* uçucu yağının *A. alternata*'ya 200 µl/L ve üzeri konsantrasyonlarda fungistatik etki gösterdiği, kimyon ve rezenenin ise etkilerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. *C. capticum* uçucu yağının 400 µl/L ve üzeri, rezene uçucu yağının ise 300 µl/L ve üzeri konsantrasyonlarda *P. digitatum*'un misel gelişimi baskılandığı belirlenmiştir (Abdollahi vd., 2010).

Melisa (*Cestrum nocturnum* L.) uçucu yağının *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a antifungal etkisi araştırılmıştır. Melisa uçucu yağının 1000 ppm konsantrasyonda bu patojenlere karşı antifungal etki gösterdiği, etmenlerin misel gelişimlerini engelleme oranlarının %59.2 ile 80.6 arasında değiştiği, minimum engelleme konsantrasyonunun ise 62,5 ile 500 µg/ml arasında olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca konsantrasyona bağlı olarak uçucu yağın bu fungusların spor çimlenmesi üzerinde de etkili olduğunu belirlemişlerdir. Seralarda biber bitkileri üzerinde yapılan *in vivo* çalışmalarda ise uçucu yağın %82.4-100 oranında antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (Al-Reza vd., 2010).

Aspergillus niger'e karşı *Matricaria chamomilla* L. (papatya) çiçeğinin uçucu yağının antifungal etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda uçucu yağ konsantrasyonuna bağlı olarak en yüksek engelleme oranı %92.50 olarak tespit edilmiştir. Elektron mikroskopunda uçucu yağın etmenin hifleri üzerine etkisi incelendiğinde, stoplazmik membranda ve hücre organellerinde dejenerasyon, hücre duvarı ve plasma zarının birbirinden ayrılması ve stoplazmanın boşalması gibi değişimlere neden olduğu tespit edilmiştir. Taramalı elektron mikroskopunda ise hif uçlarında şişkinleşmeler ve şekil bozuklukları, kısa dallanmalar ve tüm hiflerde daralmalar şeklinde değişimler tespit edilmiştir (Tolouee vd., 2010).

Kültür mantarında (*Agaricus bisporus*) ciddi kayıplara yol açan *Mycogone perniciosus* etmenine karşı 40 uçucu yağın antifungal etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüş, *Lippia citriodora* (yalancı melisa), *Cymbopogon citratus* (limon otu) ve *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağlarının *M. perniciosus* üzerine nispeten etkili olduğu ve diğer yağlara göre *A. bisporus* üzerindeki etkilerinin de daha düşük olduğu belirlenmiştir. *In vivo* denemelerde ise kekik ve yalancı melisa uçucu yağları kültür mantarı verimi üzerinde olumsuz etki yapmadan hastalığı engellemede etkili olmuşlardır (Regnier vd., 2010).

Elma meyvelerinde yapılan bir çalışmada, *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum*'a 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), *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağlarının antifungal etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağlar uygulandıktan sonra 4±1°C'de depolanan meyvelerde, *O. vulgare*, *S. montana* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının %1'lik emülsiyonlarının yüksek antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağların %10'luk emülsiyonları ise meyvede fitotoksositeye neden olmuştur (Lopez-Reyes vd., 2010).

Hasat sonrasında domateste *Aspergillus flavus*, *A. oryzae*, *A. niger* ve *Alternaria alternata*'nın neden olduğu çürümelere karşı *Anethum graveolens* (dereotu) uçucu yağının antifungal etkisinin 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 üzerinde, *A. oryzae* ve *A. flavus* etmenlerinin neden olduğu çürümelere %88.9, *A. niger* ve *A. alternata*'nın neden olduğu çürümelere ise sırasıyla %94.4 ve %83.3 oranlarında azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca uçucu yağ uygulamasının *A. niger* üzerinde etkisi mikroskop altında incelendiğinde, hif ve konidi morfolojisinde dejeneratif değişimlere neden olduğu belirtilmiştir (Tian vd., 2011).

Mentha piperita (nane) uçucu yağının *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Mucor* spp. ve *Fusarium oxysporum* etmenlerine karşı *in vitro*'da kontak etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağın minimum engelleme oranları 1.13 ile 2.25 mg/ml dozları arasında, fungisidal etki ise 2.25 ile 4.5 mg/ml konsantrasyonları arasında değişmiştir (Tyagi ve Malik, 2011).

Meyvelerde hasat sonrası meyve çürüklüğe yol açan bazı fungal hastalık etmenlerinin (*Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria mali*, *Penicillium expansum* ve *Monilinia fructigena*), koloni çapları üzerine uçucu yağ çeşidi (biberiye, adaçayı, rezene, okaliptus ve kekik), inkübasyon süresi (3-6 gün) ve uçucu yağ konsantrasyonlarının (0-500 µl/L; 0-9 µl/petri) etkileri *in vitro* koşullarda incelenmiştir. *In vivo* koşullarda ise kekik ve okaliptus uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarının (%0-5) *P. expansum*, *C. gloeosporioides* ve *B. cinerea* etmenlerinin elmalarda oluşturduğu lezyon çapı üzerine etkileri belirlenmiştir. *In vitro* denemelerde, bu etmenlere karşı kekik ve okaliptus uçucu yağlarının en yüksek antifungal etkiyi gösterdikleri belirlenmiştir. *In vivo* denemelerde yine en yüksek engelleme oranları kekik yağı ile elde edilmiş, bu değerler en yüksek konsantrasyonda (%5) *B. cinerea* için %90.75, *C. gloeosporioides* için %84.72 ve *P. expansum* için % 80.40 olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2012).

Teucrium polium L. uçucu yağının uçucu bileşenlerinin ve *Alternaria solani* ve *Fusarium oxysporum* üzerine antifungal etkisinin belirlendiği çalışmada, elde edilen uçucu yağın GC-MS ile analizi sonucunda delta-3-carene (%15.75), 2-beta-pinene (%15.75), beta-myrcene (%8,02), germacren (%5.43) ve carvacrol (%4.27) temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Uçucu yağın 125, 250 ve 500 ppm konsantrasyonda *Alternaria solani* misel gelişimini kısmen azaltmış olsa da antifungal aktivitesinin yeterli düzeyde olmadığı saptanmıştır (Özcan, vd., 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali

Araştırmada Lamiaceae familyasına ait, yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P. H. Davis), yarpuz (*Mentha pulegium* L.) ve taş kekiği (*Teucrium polium* L.) bitkilerinin yaprak, sap ve çiçek kısımları kullanılmıştır (Anonim, 2008; Gürbüz vd., 2011). Yayla kekiği diğer kekik türlerine göre daha bol ve sık yapraklı, iç ve dış ticareti yapılan endemik bir kekik türüdür (Şekil 3.1). Ülkemizde Antalya, Burdur ve Isparta'yı da içine alan C1 bölgesinde yayılış gösterdiği bildirilmektedir (Gürbüz vd., 2011).



Şekil 3.1.Yayla kekiği

Yarpuz (Şekil 3.2) yaprakları kısa saplı ve tüylü, çiçekleri leylak renginde, keskin kokulu çok yıllık bir bitki olup Türkiye'de Tekirdağ'dan Iğdır'a, Aydın'dan Hatay'a kadar çok geniş bir alanda yetişmektedir (Eryiğit, 2006).

Taş kekiği ise üzerini kaplayan tüylerden dolayı beyazımsı gri renkte görülen, yaprak kenarları uca doğru dişli ve içe doğru kıvrık, çiçekleri ise beyaz renkli olan bir bitkidir (Şekil 3.3). Anadolu'nun hemen her yerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Üç bitki de ülkemizde baharat olarak veya tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (Göze vd., 2010; Anonim, 2015a; b).



Şekil 3.2.Yarpuz (Anonim, 2002)



Şekil 3.3.Taş kekiği (Anonim, 2012b)

Bitki materyalleri Antalya ilinin Serik ilçesine bağlı yaylalardan toplanmıştır. Bu bitkilerden birer örnek herbaryum hazırlanmış ve teşhisleri S.D.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Öğretim Üyesi, Prof. Dr. Hüseyin Zengin tarafından yapılmıştır.

3.1.2. Meyve materyali

In vivo denemelerde Mavi küf hastalığına duyarlı olarak bilinen Golden Delicious elma çeşidi kullanılmıştır. Elmalar üretici bahçesinden temin edilmiştir ve elma örneklerinin mümkün olduğunca homojen olmasına, üzerinde herhangi bir yaralanma ve çürüme olmamasına, ayrıca kimyasal maddeyle muamele edilmemiş olmasına dikkat edilmiştir.

3.1.3. Fungal izolatların elde edilmesi

Çalışmada kullanılan *Penicillium expansum* izolatları, Isparta'da bazı soğuk hava depoları gezilerek toplanan çürümüş elma örneklerinden elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan izolatlardan biri (4-5-Y-20) Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Evrim ÖZKALE'den, bir diğeri ise (Hö-Pe-1) Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hülya Özgönen Özkaya'dan temin edilmiştir.

3.1.4. Çalışmada kullanılan ortam ve çözeltiler

Fungal mikroorganizmaların saflaştırılıp çoğaltılmasında ve antifungal etkinin belirlenmesinde fungal organizmalar için kullanılan standart bir besiyeri olan Patates Dekstroz Agar (PDA, Merck) kullanılmıştır. *Penicillium expansum* izolatlarının klasik tanısında ise CYA (Czapek Yeast Extract Agar, Himedia) ortamı kullanılmıştır. Ortamlar üretici firma tarafından tavsiye edilen miktarlarda tartılarak saf su içine karıştırılmış ve otoklavda 121°C'de 20 dakika steril edildikten sonra 20'şer ml olacak şekilde aseptik koşullarda petrilere aktarılmıştır. Moleküler çalışmalar için izolatlar 50 ml'lik erlenmayerlerde sıvı ortamda (PDB) geliştirilmiş ve DNA izolasyonundan sonra elektroforez aşamasında tampon çözeltiler kullanılmıştır.

Patates Glikoz Broth (PDB)

200 gr patates rendelenerek 1 litre saf su içinde 10-15 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra tülbent yardımıyla süzülmüş, saf su ile tekrar 1 litreye tamamlanarak 20 gr glikoz katılmış ve otoklavda steril edilmiştir.

TBE (Tris, Borat, EDTA) Tamponu

Elektroforez işleminde kullanılmak üzere elektrik akımının iletilmesini sağlayan TBE tamponu hazırlanmıştır. Stok olarak 1 lt 10X TBE hazırlanırken Tris base (108 g), Borik asit (55 g) ve EDTA (9.3 g) tartılarak üzerine bir miktar saf su

eklendikten sonra manyetik karıştırıcıda karıştırılıp üzeri 1 lt olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır. Elektroforez işlemi esnasında TBE tamponu kullanılırken 1X olacak şekilde seyreltilerek kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitkilerin toplanması, kurutulması ve muhafazası

Antifungal etkileri denenen uçucu yağların ekstrakte edildiği bitki materyalleri, yaz döneminde daha yoğun uçucu yağ içermeleri nedeniyle 2014 yılı Haziran ve Temmuz aylarında toplanmıştır. Toplanan bitkilerin yaprak, gövde ve çiçek kısımları gölgede, hava sirkülasyonun olduğu bir ortamda ara sıra karıştırılarak kurutulmuş ve aynı şartlar altında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Patojenin izolasyonu ve muhafazası

İzolasyon işlemi için soğuk hava depolarından temin edilen çürümüş elma örneklerinden hastalıklı ve sağlam dokuyu içerecek şekilde alınan doku parçaları (1-2cm) 2 dakika süre ile %1'lik sodyum hipoklorid çözeltisinde bekletilerek yüzey dezenfeksiyonu işlemi gerçekleştirilmiştir. Birkaç kez steril saf sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıtları arasında kurutulan doku parçaları streptomycine sülfat (50 mg/l) içeren PDA besi ortamı bulunan petri kapları içerisine her birine 4 adet doku parçası gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 24°C'de 5 gün inkübasyondan sonra eğik agara aktarılarak buzdolabında saklanmıştır (Maqbool vd., 2011).

3.2.3. Patojenite testi

Uçucu yağlarla ilgili denemelerde kullanmak üzere virülensi yüksek olan izolatları belirlemek amacıyla, Golden Delicious cinsi elmalarda patojenite testi yapılmıştır. Elmalar %1'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 2 dakika bekletilerek yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuş, steril saf sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıtları üzerinde 20 dakika bekletilerek iyice kurumaları sağlanmıştır. Patojenitede kullanılacak izolatların bulunduğu her petriye Tween 20 (%0.05)

içeren steril saf sudan 5 ml ilave edilmiştir. Steril cam baget yardımıyla sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyon çift katlı ince tülbentten geçirilerek steril behere alınmış ve spor süspansiyonlarının konsantrasyonu, mikroskop altında THOMA lamı ile sayım yapılarak, 10^7 spor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. İnokulasyon için 3 mm çapında mantar delici kullanılmıştır. Alevden geçirilerek steril edilen mantar delici ile, önceden yıkanıp dezenfekte edilmiş elma meyvelerine karşılıklı iki noktadan 3 mm çap ve 3 mm derinlikte yaralar açılmıştır. Her bir yaraya mikropipet yardımı ile 20 µl spor süspansiyonu konulmuştur. Kontrol grubundaki meyvelerdeki yaralara ise 20 µl, içinde aynı oranda Tween 20 bulunan steril saf su konulmuştur. İnokulasyon yapılan elmalar önceden içerisine steril saf sudan geçirilmiş kurutma kağıtları yerleştirilen polietilen poşetlere yerleştirilmiştir. Her bir izolat için 2 adet elma kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Meyveler 23°C'de iklim odasında karanlık koşullarda 7 gün süreyle muhafaza edilmiş, 7. günde lezyon çapları ölçülerek izolatların virülensliği belirlenmiştir (Janisiewicz ve Roitman, 1988). En virulent 3 izolat teşhis ve uçucu yağ denemelerinde kullanılmak üzere seçilmiştir.

3.2.4. İzolatların tanısında kullanılan yöntemler

İzolatların tanısı klasik yöntemle yapılmış, moleküler yöntemle de teşhisler doğrulanmıştır. Klasik tanı izolatların kültürel ve morfolojik özelliklerine göre değişik kaynaklardan yararlanılmak suretiyle yapılmıştır (Samson vd., 1995; Pitt ve Hocking, 2009).

Klasik tanıyı doğrulamak amacı ile moleküler yöntemle, ITS1 ve ITS4 evrensel primerleri kullanılarak, izolatların rDNA'larının ITS bölgelerinin amplifikasyonu gerçekleştirilmiştir. DNA izolasyonu için PDA'da tek spor izolasyonu yöntemiyle geliştirilmiş *Penicillium expansum* izolatlarından bir koloni alınarak sıvı besi yeri PDB'ye aktarılmıştır. Orbital çalkalayıcıda 4-6 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen miseller tülbentle süzülmüştür. Bu kısımlar aliminyum folyo içine paketlenmiş ve bir saat -80°C'de bekletilmiştir. Daha

sonra miseller steril porselen havanlarda ezilmiş ve DNA izolasyonu için hazır hale getirilmiştir. Qiagen DNA easy plant mini kit izolasyon kiti protokolü takip edilerek DNA izolasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İzole edilen DNA örnekleri %1'lik agaroz jelde yürütülerek görüntülenmiştir.

Qiagen DNeasy Plant Mini Kit DNA izolasyon protokolü

1. Toz halindeki misel kitlesi 20 mg alınarak 1.5 ml'lik santrifüj tüpüne konur.
2. Tüpe 400 µl AP1 buffer ve 4 µl RNase A enzimi eklenir, vorteksle iyice karıştırılarak homojenizasyonu sağlanır. 65 °C de 10 dakika inkübasyona bırakılır, inkübasyon süresince 2-3 kez karıştırılmıştır..
3. Tüpe 130 µl P3 buffer eklenir ve karıştırılır, buz üzerinde 5 dakika inkübasyona bırakılmıştır.
4. Tüpler santrifüjde 20000x g (RCF) (14000 dev/dk) hızda ve oda sıcaklığında 5 dakika süreyle çevrilerek çözünmez maddeler ve hücre artıkları çöktürülmüştür.
5. Nükleik asitleri içeren sıvı kısım pipet yardımıyla alınarak 2 ml tüpler içine yerleştirilmiş olan lila renkli QIA shredder mini spin kolonuna eklenmiştir.
6. Kolon 2000x g (RCF) (14000 dev/dk) hızda ve oda sıcaklığında 5 dakika süreyle çevrilerek çözünmez maddeler ve hücre artıkları çöktürülmüştür.
7. Filtreden geçen sıvı kısım (yaklaşık 450 µl) dipte oluşan çökeltiyi çözdürmeden pipet yardımıyla hacmi tam olarak ölçüldükten sonra alınarak yeni bir tüpe konulmuştur.
8. Tüpe bir önceki aşamada alınan sıvınının 1,5 katı hacminde AW1 buffer eklenmiş ve pipetle karıştırılmıştır. DNeasy Mini spin kolonu koleksiyon tüpüne yerleştirilir. Karışımdan 650 µl aktarılmıştır.
9. 500 µl AW2 buffer eklenir ve kolonlar 6000x g (8000 dev/dk) hızda santrifüj edildikten sonra alttaki tüpte toplanan sıvı kısım atılmıştır.
10. 500 µl AW2 buffer eklenir ve 20000x g (14000 dev/dk) hızda 2 dk. santrifüj edilmiştir. Spin kolon yeni bir 1,5 ml'lik mikrosantrifüj tüpüne aktarılmıştır.
11. 100 µl AE buffer eklenir. 5 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bıraktıktan sonra 6000 x g (8000 dev/dk) 1 dakika santrifüj edilmiştir. Bu aşama tekrarlanmıştır.

Agoroz jelin hazırlanması ve elektroforez işlemi

Genomik DNA'ların kantitatif olarak yoğunluklarının belirlenmesi ve DNA izolasyonunun başarıyla tamamlandığını saptamak için elektroforez işlemi gerçekleştirilmiştir. 0.5 gr agaroz tartılarak 1X TBE çözeltisinden 50 ml ilave edilerek kaynatılmıştır ve tarakları yerleştirilen elektroforez tablasının içine dökülerek soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra tarak çıkartılmış ve oluşan kuyucuklara izole edilen örnek DNA'lar yükleme boyası ile 1/5 oranında karıştırılarak yüklenmiştir. BIORAD marka mini elektroforez cihazı ve yine BIORAD marka PowerPac Basic güç kaynağı ile 90 Volt'da 45 dakika yürütülmüştür. TECHNE marka termocycler cihazında izole edilen DNA örneklerinin ITS bölgeleri, ITS1 (TCC GTA GGT GAA CCT GCG G) ve ITS4 (TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC) primerleri kullanılarak PCR işlemi ile çoğaltılmıştır. PCR işlemi ile çoğaltılan bu bölgelerin baz dizilerinin belirlenmesi, REFGEN Gen Araştırma merkezinden hizmet alımı olarak gerçekleştirilmiştir. Gelen analiz sonuçları BIOEDIT programı kullanılarak internetteki baz dizileri ile karşılaştırılmış ve tür teşhisleri kesinleştirilmeye çalışılmıştır. PCR reaksiyonunda;

PCR buffer	5.0 µl
MgCl	3.0 µl
dNTPs	8.0 µl
Primer 1 (ITS1 20 µM)	1.0 µl
Primer 2 (ITS2 20 µM)	1.0 µl
Taq polimeraz	0.25 µl
H ₂ O	27.8 µl kullanılmış ve PCR reaksiyonu şu

aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

94°C	3 dk	} Başlangıç sıcaklığı
94°C	15 sn	
53°C	30 sn	
72°C	60 sn	
72°C	10 sn	} 40 döngü
100°C		
4 °C		
		Son uzama
		Kapak sıcaklığı
		Son sıcaklık

3.2.5. Uçucu yağ distilasyonu ve analizi

Kekik, yarpuz ve taç kekiği bitkilerinden uçucu yağ elde etmek için; bu bitkilere ait kuru herbaryum örneklerinden 100 gram alınmış ve 3 saat süre ile su distilasyonuna tabi tutularak uçucu yağlar elde edilmiştir. Uçucu yağların ekstraksiyonu Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait "Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Laboratuvarı"nda Clevenger düzeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan bitki örneklerinin uçucu yağ verimleri %1.800 (*Origanum minutiflorum*), %1.400 (*Mentha pulegium*) ve %0.225 (*Teucrium polium*) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar, bileşen analizleri yapıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiş ve bileşen analizleri S.D.Ü. Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır.

3.2.6. Bitki uçucu yağlarının *Penicillium expansum* misel gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi

Otoklavda 121°C'de, 1,1 atmosfer basınçta 15 dakika steril edilen besi ortamları steril petri kaplarına 20'şer ml dökülmüştür. Denemelerde kullanılan *Penicillium expansum* izolatlarının 7 günlük kültürlerinden "patojenite testi" kısmında açıklanan yöntemle spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu spor süspansiyonundan otomatik pipet yardımıyla 20 µl alınıp PDA içeren petrilerin ortasında 1-2 mm derinlikte açılmış olan çukurlara ilave edilmiştir. Petrilerin üst kapaklarına uçucu yağlar 1, 2.5, 5 ve 10 µl/petri dozlarında otomatik pipetle uygulanmıştır. Kontrol olarak hazırlanan petrilerin kapaklarına ise aynı dozlarda steril saf su damlatılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise depo çürüklüğüne karşı tavsiye edilen Thiabendazole etkili maddeli preparat tavsiye edildiği dozda (%0.2) kullanılmıştır. Petri kapakları sıkıca parafilmle kapatıldıktan sonra 23 °C'de karanlıkta 7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Janisiewicz ve Roitman, 1988). İnkübasyon süresi sonunda ortam üzerinde gelişen kolonilerin kapladığı alan, petrilerin altına 1 cm² boyutlarında çizilen kareler yardımıyla hesaplanmıştır. Uçucu yağların etkinliği, uygulamalarla

kontrol petrilerdeki koloni alanları kıyaslanarak Abbott formülü yardımıyla belirlenmiştir.

3.2.7. Bitki uçucu yağlarının elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılan elmalar %1'lik sodyum hipoklorid çözeltisinde 2 dakika bekletildikten sonra steril sudan geçirilmiştir. Yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan elmalar oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra elmalar steril bir mantar delici yardımıyla ekvatorial bölgelerinden 3 mm çapında ve 3 mm derinliğinde yaralanmıştır (Lopez-Reyes vd., 2010). Açılan yaralara patojen izolatların spor süspansiyonu (10^7 spor/ml) mikropipetle 20 µl damlatılmıştır. Patojen inokulasyonu gerçekleştirilmiş elmalar, taban kısımlarına steril saf su ile ıslatılmış steril kurutma kağıtları konulmuş, plastik saklama kaplarına yerleştirilmiştir. Saklama kaplarının kapak kısmına uçucu yağlar otomatik pipetle 1, 2.5, 5, 10 µl dozlarda ilave edilerek saklama kapları parafilmle kapatılmıştır. Kontrol uygulamasında ise kapaklara steril su konulmuştur. Pozitif kontrol olarak ise depo çürüklüğüne karşı tavsiye edilen Thiabendazole etkili maddeli preparat kullanılmıştır. Fungisit çözeltisi tavsiye edildiği dozda hazırlanarak patojen inokulasyonu yapılan meyveler bir dakika süreyle bu çözelti içine bandırılmıştır. Meyveler 24 °C'de 7 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra fungal etmenin oluşturduğu lezyon çapları cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Uygulamalardaki lezyon çapları kontrollerle karşılaştırılarak Abbott formülü yardımıyla uygulamaların etkinlikleri hesaplanmıştır.

3.2.8. Uçucu yağların engelleyici etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağların etkinliklerinin belirlenmesinde Abbott formülü kullanılmıştır (Deans ve Soboda, 1990).

$$\% E = \frac{K-M}{K} \times 100 \quad (3.1)$$

Formülde; E= Engelleme oranı (%),

K=Kontrol petrisindeki koloni çapı (mm),

M= Uçucu yağ uygulanan petrideki koloni çapı (mm)'dir.

Uçucu yağların fungisidal ve fungistatik etkilerini belirlemek için misel gelişimi göstermeyen petrilerdeki fungus spor süspansiyonlarının konulduğu kısımlar 5 mm çaplı mantar delici yardımıyla alınmış, PDA içeren uçucu yağ uygulanmamış petrilere aktarılarak 1 hafta süreyle gözlenmiştir. Bu süre sonunda fungal gelişim gözlenmemişse etki fungisidal, gelişim gözlenmişse fungistatik olarak kaydedilmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analizler

Petri denemeleri 3, meyve denemeleri ise 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Sonuçlara SPSS programı kullanılarak Varyans analizi uygulanmış, ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalara açılı transformasyonu uygulandıktan sonra analizler yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. İzolatların Virülensi

Araştırmada kullanılacak virülensi en yüksek *Penicillium* spp. izolatlarını belirlemek için yapılan patojenite testi sonucunda, en geniş lezyonları oluşturan ve çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmak üzere seçilen 4-5-Y-20, Hö-Pe-1 ve LT-10 izolatlarının elma meyveleri üzerinde oluşturdukları lezyonlar Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de, lezyon çaplarının ortalamaları ise Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *Penicillium* spp. izolatları ile inokule edilen elma meyveleri üzerindeki ortalama lezyon çapları

İzolat kodu	Ort. lezyon çapı (mm)
Kontrol	3.00 g*
4-5-Y-20	32.75 a
Hö -Pe -1	32.50 a
LT-10	32.50 a
LT-6	31.00 ab
LT-23	29.75 ab
LT-5	29.50 ab
E-1	28.00 abc
LT-7	26.75 abcd
LT-8	26.75 abcd
S-1	26.50 abcd
E-10	26.50 abcd
E-2	26.25 abcd
LT-16	26.00 abcd
S-2	24.25 bcde
LT-25	24.00 bcde
LT-1	22.00 cdef
LT-3	19.50 def
S-3	19.50 def
LT-26	18.00 ef
LT-2	17.75 ef
LT-11	16.50 f
LT-9	16.00 f

* Aynı harfle gösterilen lezyon çap ortalamaları arasında Tukey testine göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.1. 4-5-Y-20 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük



Şekil 4.2. Hö-Pe-1 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük



Şekil 4.3. LT-10 izolatının patojenite testinde elma meyveleri üzerinde oluşturduğu çürüklük

4.2. *P. expansum* İzolatlarının Kültürel ve Morfolojik Özellikleri

Depolardan temin edilen çürük elma örneklerinden yapılan izolasyonlarda elde edilen *P. expansum* izolatlarının CYA ortamında 25 °C'de karanlıkta 7 günlük inkübasyon sonunda, koloni çapları 30 mm olarak belirlenmiştir. İzolatların CYA üzerindeki kolonileri grimsi yeşil (Şekil 4.4), petrinin arka tarafında ise yer yer turuncumsu soluk kahverengi (Şekil 4.5) olmuştur.



Şekil 4.4. *P. expansum* izolatının CYA ortamındaki koloni gelişimi



Şekil 4.5. *P. expansum* izolatının CYA ortamında alttan görüntüsü

Konidioforlar tekli veya gruplar halinde, düz duvarlı, tipik olarak terverticillate, bazen de biverticillate, fialidler sıkı bir şekilde birarada, silindirik yapıdadır. Konidiler elips şeklinde, düz duvarlı, 3-3.5 µm ve uzun düzensiz zincirler halinde oluşmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. *P. expansum*'un konidiofor, fialid ve konidileri

4.3. *P. expansum* İzolatlarının rDNA ITS Bölgelerinin Baz Dizileri

Klasik yöntemle teşhisi tamamlanan *P. expansum* izolatlarının teşhislerinin kesinleştirilmesi amacıyla, moleküler yöntemle izolatların ribozomal DNA'ları izole edilerek, PCR ile ribozomal DNA'nın korunmuş bölgesi olan yaklaşık 500-600 baz çifti arasındaki ITS bölgesi çoğaltılmıştır. rDNA ITS bölgelerinin baz dizi analizi Refgen Biyoteknoloji Firmasına hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır. Daha sonra Blast programı kullanılarak internetteki dizilerle karşılaştırılmış ve en yakın benzerlik gösterdiği izolatlar dikkate alınarak *P. expansum* olarak tanıları kesinleştirilmiştir. İzole edilen DNA örneklerinin ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak çoğaltılan ITS bölgelerinin jel görüntüsü Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. *P. expansum* izolatlarının rDNA ITS bölgelerine ait bantların jel görüntüsü

4-5-Y-20 nolu izolatin ITS bölgelerinin baz dizisi (Şekil 4.8) NCBI (National Center for Biotechnology Information) Blast (Basic Local Alignment Search Tool) programı kullanılarak karşılaştırıldığında bu türün KP128916.1, KP204876.1, KP204877.1, KP204879.1 kodlu örneklerle %100 benzerlik gösterdiği belirlenmiş ve *Penicillium expansum* olduğu doğrulanmıştır .

```
1      gctcacgccc ccgggcccgc gcccgccgaa gacacccccg aactctgcct
51     gaagattgtc gtctgagtga aatataaat tatttaaac tttcaacaac
101    ggatctcttg gttccggcat cgatgaagaa cgcagcgaaa tgcgatacgt
151    aatgtgaatt gcaaattcag tgaatcatcg agtctttgaa cgcacattgc
201    gccccctggt attccggggg gcatgcctgt ccgagcgtca ttgctgcctt
251    caagcccggc ttgtgtgttg ggccccgtcc tccgattccg ggggacgggc
301    ccgaaaggca gcggcggcac cgcgtccggt cctcgagcgt atggggcttt
351    gtcaccgct ctgtag
```

Şekil 4.8. 4-5-Y-20 izolatinın rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizileri

LT-10 nolu izolatin ITS bölgelerinin baz dizisi (Şekil 4.9) NCBI (Blast) programı kullanılarak karşılaştırıldığında; bu türün KP128916.1, KP204876.1, KP204877.1, KP204879.1 kodlu örneklerle %99 benzerlik oranı ile *Penicillium expansum* olduğu doğrulanmıştır.

```
1      tggccgccgg ggggctcacg cccccgggcc cgcgcccgcc gaagacaccc
51     ccgaactctg cctgaagatt gtcgtctgag tgaaaatata aattatttat
101    actttcaaca acggatctct tggttccggc atcgatgaag aacgcagcga
151    aatgcgatac gtaatgtgaa ttgcaaattc agtgaatcat cgagtcttg
201    aacgcacatt gcgccccctg gtattccggg gggcatgcct gtccgagcgt
251    cattgctgcc ctcaagcccg gcttgtgtgt tgggccccgt cctccgattc
301    cgggggacgg gcccgaaagg cagcggcggc accgcgtccg gtccctcgagc
351    gtatggggct ttgtcacccg ctctgtaggc ccggccggcg cttgccgatc
401    aacccaa
```

Şekil 4.9. LT-10 izolatinın rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizisi

Hö-Pe-1 nolu izolatin ITS bölgelerinin baz dizisi (Şekil 4.10) NCBI (Blast) programı kullanılarak karşılaştırıldığında; bu türün KP128916.1, KP204876.1,

KP204877.1, KP204879.1 kodlu örneklerle %99 benzerlik oranı ile *Penicillium expansum* olduğu doğrulanmıştır.

```
1      cccgcgcccg  cccaagacac  ccccgaactc  tgctgaaga  ttgtcgtctg
51     agtgaaaata  taaattattt  aaaactttca  acaacggatc  tcttggttcc
101    ggcatcgatg  aagaacgcag  cgaaatgcga  tacgtaatgt  gaattgcaaa
151    ttcagtgaat  catcgagtct  ttgaacgcac  attgcgcccc  ctggatttcc
201    ggggggcatg  cctgtccgag  cgtcattgct  gccctcaagc  ccggcttgtg
251    tgttgggccc  cgtcctccga  ttccggggga  cgggcccga  aggcagcggc
301    ggaccgcgt  ccggtcctcg  agcgtatggg  gctttgtcac  ccgctctgta
351    ggcac
```

Şekil 4. 10. Hö-Pe-1 izolatının rDNA ITS bölgelerinin nükleotid dizisi

4.4. Uçucu Yağların Kimyasal Kompozisyonu

Denemede kullanılan Yayla kekiği, taş kekiği ve yarpuz bitkilerinden ekstrakte edilen uçucu yağların GC-MS cihazıyla belirlenen bileşenleri Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum*) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri

No	Bileşen	Miktar (%)	No	Bileşen	Miktar (%)
1	α -Thujene	0.80	10	1.8-Cineole	0.39
2	α -Ppinene	0.81	11	γ -Terpinene	5.18
3	Camphene	0.30	12	Terpinolene	1.12
4	β -Pinene	0.41	13	Terpinene 4 ol	0.12
5	β -Myrcene	1.69	14	Endo-Borneol	0.74
6	Phellandrene	0.24	15	4-Thujanol	0.63
7	α -Terpinene	1.31	16	Thymol	0.14
8	ρ -Cymene	4.32	17	Carvacrol	80.25
9	Limonene	0.46	18	Caryophyllene	1.08

Elde edilen sonuçlara göre, kekik uçucu yağında %80.25 oranıyla Carvacrol birinci sırayı alırken bunu sırasıyla %5.18 oranıyla γ -Terpinene ve %4.32 ile ρ -cymene takip etmektedir.

Çizelge 4.3. Taş kekiği (*Teucrium polium*) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri

No	Bileşen	Miktar (%)	No	Bileşen	Miktar (%)
1	Sabinene	5.15	8	4-Thujanol	1.74
2	β -Pinene	2.45	9	α -Terpineol	0.76
3	β -Myrcene	0.72	10	Ocimene	4.23
4	ρ -Cymene	0.57	11	Carvacrol	47.40
5	Limonene	0.98	12	Caryophyllene	9.21
6	Terpinolene	1.04	13	Germacrene	4.21
7	3-Carene	1.62	14	B-Elemene	19.92

Taş kekiğinde en fazla bulunan uçucu yağ bileşenlerinin %47.40 oranıyla Carvacrol, %19.92 ile β -Elemene, %9.21 Caryophyllene ve %5.15 ile Sabinene olduğu belirlenmiştir. Yarpuz uçucu yağında ise en yüksek miktarda tespit edilen bileşen %94.76 oranı ile Pulegone iken, bunu sırasıyla %1.84 oranında 3-Octanol ve %1.36 oranında Isopulegone bileşenleri takip etmektedir.

Çizelge 4.4. Yarpuz (*Mentha pulegium*) uçucu yağının GC analizi ile belirlenen bileşenleri

No	Bileşen	Miktar (%)	No	Bileşen	Miktar (%)
1	α -Pinene	0.06	6	Isomenthone	0.50
2	β -Pinene	0.10	7	Isopulegone	1.36
3	3-Octanol	1.84	8	Pulegone	94.76
4	L-Limonene	0.26	9	Carvacrol	0.50
5	Eucalyptol	0.09	10	Piperitenone	0.19

4.5. Uçucu yağların *P. expansum* Misel Gelişimine Etkileri

In vitro denemelerde yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkileri fumigasyon yöntemiyle incelenmiş, uçucu yağların *P. expansum*'un 3 farklı izolatının misel gelişimini değişik oranlarda engellediği saptanmıştır.

Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağlarının *P. expansum* izolatlarının PDA ortamındaki misel gelişimleri üzerinde uygulamadan sonraki 3., 5. ve 7. günlerdeki etkinliklerinin istatistiksel olarak önemli seviyede bir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *P. expansum* izolatlarının misel gelişimleri üzerinde uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonraki engelleyici etkileri (%)

İzolatlar	Gün	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği
4-5-Y-20	3	90.55* a**	51.48 a	46.58 a
	5	77.78 a	48.21 a	44.84 a
	7	83.83 a	42.46 a	38.22 a
Hö-Pe -1	3	91.02 a	45.03 a	54.51 a
	5	90.26 a	43.75 a	55.24 a
	7	89.55 a	41.40 a	46.80 a
LT-10	3	90.93 a	51.28 a	50.10 a
	5	92.16 a	52.02 a	53.32 a
	7	91.60 a	44.86 a	47.13 a

* Ortalamalara aç transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

** Tukey testine göre, her izolat için sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$)

Petri denemelerinde kullanılan uçucu yağların uygulamadan sonraki 3. 5. ve 7. günlerde farklı izolatların misel gelişimleri üzerindeki etkileri incelendiğinde, uçucu yağlara duyarlılık bakımından izolatlar arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.6). Yalnızca taş kekiği uçucu yağının 5. günde yapılan misel ölçümlerinde izolatlar arasında farklılık görülmüş, 4-5-Y-20 izolatı diğerlerine göre daha az etkilenmiştir.

Çizelge 4.6. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonra farklı *P. expansum* izolatlarının misel gelişimleri üzerindeki engelleyici etkileri (%)

Günler	İzolatlar	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği
3	4-5-Y-20	92.19* a**	42.45 a	46.59 a
	Hö-Pe -1	92.78 a	46.35 a	60.50 a
	LT-10	91.92 a	51.54 a	51.72 a
5	4-5-Y-20	79.00 a	47.33 a	42.17 b
	Hö-Pe -1	91.67 a	41.17 a	58.17 a
	LT-10	94.43 a	52.88 a	55.14 a
7	4-5-Y-20	82.05 a	38.80 a	33.16 a
	Hö-Pe -1	90.70 a	38.13 a	46.78 a
	LT-10	93.57 a	42.41 a	48.03 a

* Ortalamalara açış transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

** Tukey testine göre, her izolat için sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$)

In vitro denemeler sonrasında yapılan istatistiksel analizlerde uçucu yağların *P. expansum* izolatları üzerindeki etkilerinin inkübasyon süresi ve izolatlara göre farklılık göstermemesi nedeniyle, uçucu yağların farklı dozlarının etkinliklerinin fungusit uygulaması ile karşılaştırılmasında 7. gün ölçümleri dikkate alınmıştır.

Denemede kullanılan üç farklı *P. expansum* izolatının misel gelişimleri üzerine uçucu yağların farklı dozlarının etkileri incelendiğinde, 4-5-Y-20 izolatı için; yayla kekiği ve yarpuz uçucu yağlarının etkinlikleri dozların artışına bağlı olarak artarken, taş kekiğinde dozlar arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 4.7). Aynı izolatta, her bir doz için farklı bitkilere ait uçucu yağların etkinliklerine baktığımızda ise; en düşük doz olan 1 µl'lik uygulamada üç uçucu yağın etkinliği birbiriyle aynı olmuş, üçü de fungusit uygulamasına göre çok daha düşük etki göstermişlerdir. Diğer dozlarda ise yayla kekiği uçucu yağının etkinliği fungusit uygulaması ile aynı grupta yer alarak bu izolatın misel gelişimini tamamen engellemiştir (Şekil 4.11).

Çizelge 4.7. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%)

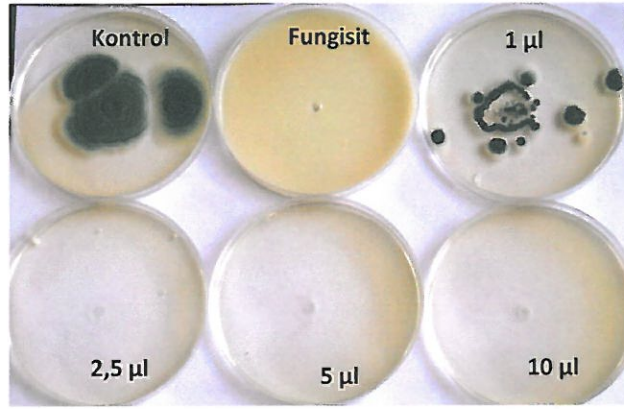
Dozlar (µl)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği	Fungisit
1.0	28.20* b B**	21.36 c B	28.20 a B	100.00 A
2.5	100.00 a A [☒]	38.46 bc B	35.72 a B	100.00 A
5.0	100.00 a A [◊]	41.17 b B	30.25 a C	100.00 A
10.0	100.00 a A [◊]	65.81 a B	35.04 a C	100.00 A

* Ortalamalara açılı transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).

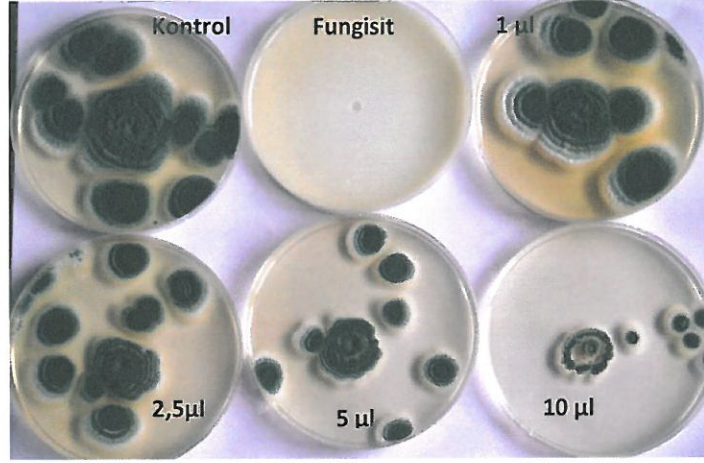
☒ fungistatik

◊ fungisidal



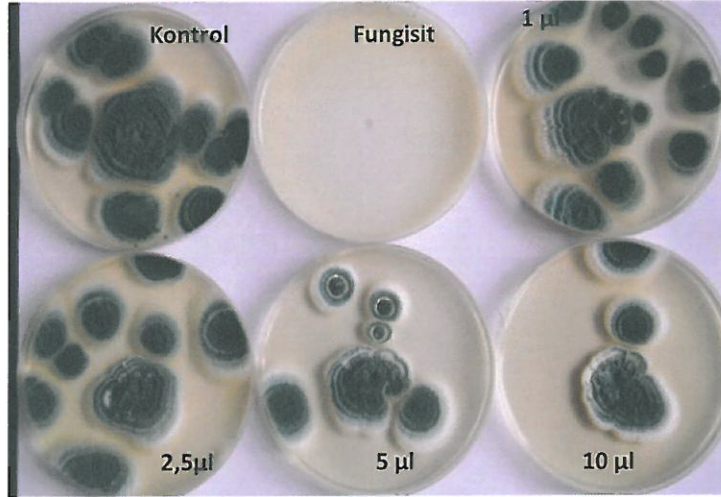
Şekil 4.11. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

Buna karşılık, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağları yüksek dozlarda da fungusite göre daha düşük etki göstermişler, bu izolatın misel gelişimini %30-65 oranlarında engelleyebilmişlerdir. Şekil 4.12’de fungisit uygulamasının 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimini tamamen engellediği, buna karşın yarpuz uçucu yağının dozlar arttıkça etkisinin arttığı ancak fungus gelişimini tamamen engelleyemediği görülmektedir.



Şekil 4.12. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

Taş kekiği uçucu yağı uygulamasında da aynı şekilde, artan dozlara bağlı olarak misel gelişimi üzerindeki engelleyici etki artmış ancak en yüksek dozda bile uçucu yağ fungusit uygulaması kadar etkili olamamıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

Hö-Pe-1 izolatı için; uçucu yağların farklı dozlarının etkilerine bakıldığında, üç yağın etkinliğinin de artan dozlara bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Aynı izolat için, farklı bitkilere ait uçucu yağların etkinlikleri ise istatistiksel olarak farklılık göstermiş, en etkili uçucu yağ olarak bulunan yayla

kekiği uçucu yağının 2,5 µl ve üzerindeki dozları izolatin misel gelişimini tamamen engelleyerek fungusit ile aynı grupta yer almıştır (Şekil 4.14).

Çizelge 4.8. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%)

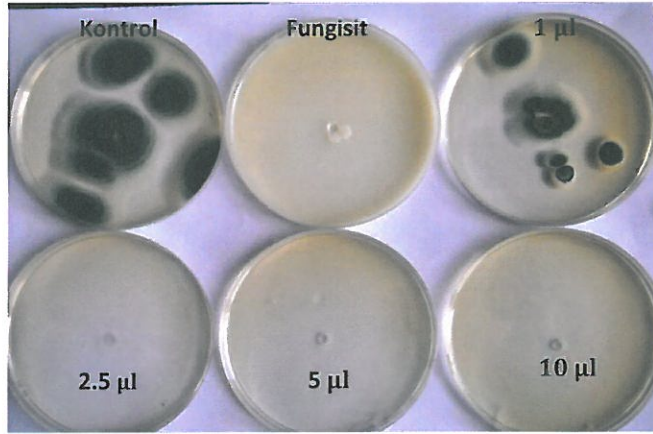
Dozlar (µl)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği	Fungisit
1.0	62.80* b B**	12.24 c C	21.34 b C	100.00 A
2.5	100.00 a A [☒]	25.94 bc B	48.26 a C	100.00 A
5.0	100.00 a A [☒]	41.27 b C	56.11 a B	100.00 A
10.0	100.00 a A [☒]	72.25 a B	61.28 a C	100.00 A

* Ortalamalara açış transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).

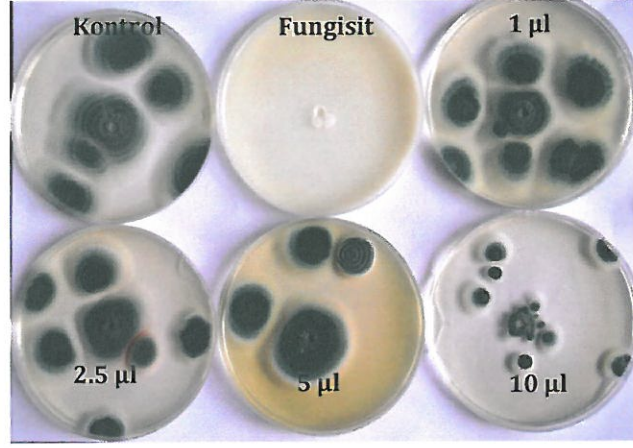
☒ fungistatik

☒ fungisidal

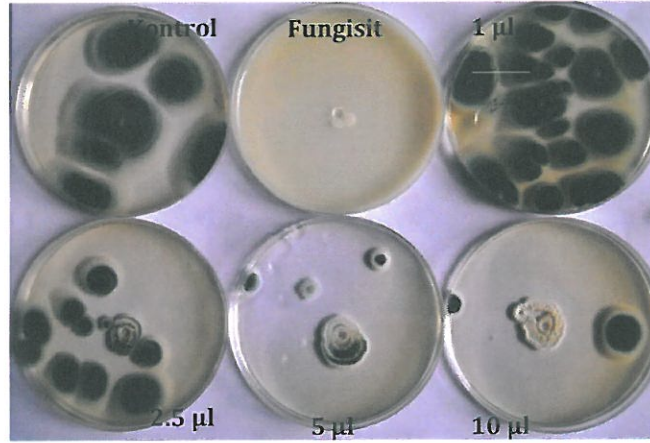


Şekil 4.14. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

Yarpuz ve taş kekiği uçucu yağları yüksek dozlarda da fungusite göre daha düşük etki göstermişler, yarpuz bu izolatın misel gelişimini 10 µl dozda %72 oranında engellerken, taş kekiği ise aynı dozda ancak %61'lik bir engelleme gösterebilmiştir. Her iki uçucu yağın da en yüksek dozda bile bu izolatın misel gelişimini tamamen engelleyemedikleri ve etkinliklerinin yayla kekiğinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15, 4.16).



Şekil 4.15. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.16. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

Denemede ele alınan üçüncü izolat olan LT-10 izolatı için uçucu yağların farklı dozlarının etkilerine baktığımızda da daha önceki izolatlarda olduğu gibi uçucu yağın etkisi de dozların artışına bağlı olarak artmıştır (Çizelge 4.9). Bu izolat için de yayla kekiği uçucu yağı en etkili yağ olarak bulunmuştur. Yayla kekiği uçucu yağının 5 ve 10 µl dozları fungusit uygulaması ile aynı grupta yer alarak bu izolatın misel gelişimini tamamen engellemiştir (Şekil 4.17). Diğer bitkilere ait uçucu yağların etkinlikleri ise yine daha düşük olmuş, her iki yağ da en yüksek dozda bile izolatın misel gelişimini tamamen engelleyememiştir (Şekil 4.18, 4.19).

Çizelge 4.9. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri (%)

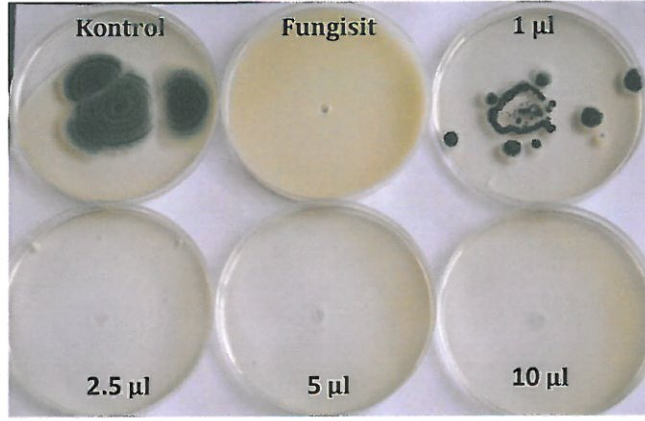
Dozlar (μ l)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekik	Fungisit
1.0	74.26* b B**	21.56 c C	29.40 b C	100.00 A
2.5	100.00 a A [⊖]	26.79 c B	41.30 ab B	100.00 A
5.0	100.00 a A [⊖]	46.78 b C	60.78 a B	100.00 A
10.0	100.00 a A [⊖]	74.50 a B	60.78 a C	100.00 A

* Ortalamalara aç transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

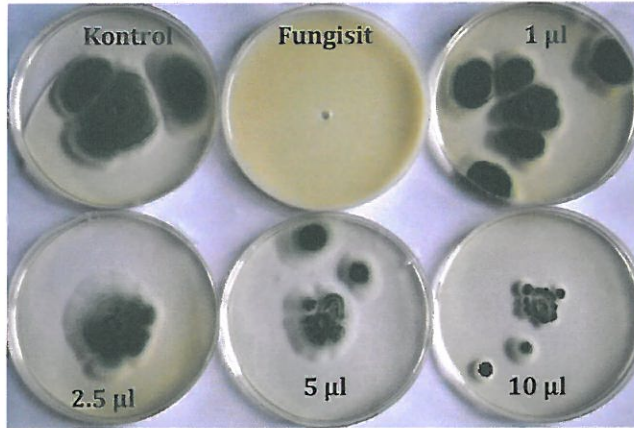
** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).

[⊖] fungistatik

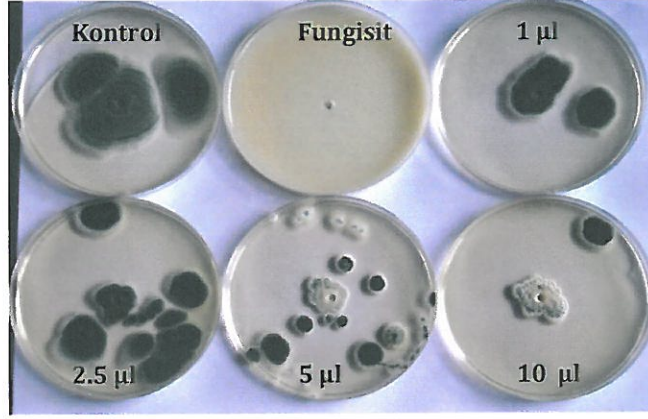
[⊖] fungisidal



Şekil 4.17. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.18. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.19. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının misel gelişimi üzerindeki engelleyici etkileri

4.6. Bitki Uçucu Yağlarının Elma Meyvelerinde Çürüklük Oluşumu Üzerindeki Etkileri

In vivo denemelerde yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkileri yine fumigasyon yöntemiyle incelenmiş, uçucu yağların *P. expansum*'un 3 farklı izolatının meyve üzerinde neden olduğu çürüklüğü değişik oranlarda engellediği saptanmıştır. Uçucu yağ uygulamasından 7 gün sonra farklı izolatların elma meyvelerinde neden olduğu lezyon boyutları incelendiğinde, yayla kekiği ve taş kekiği uygulamalarında, uçucu yağlara duyarlılık bakımından izolatlar arasında önemli bir farklılık görülmezken, yarpuz uygulamasında LT-10 izolatı diğer iki izolata göre daha az etkilenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulamadan 7 gün sonra farklı *P. expansum* izolatlarının elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerindeki engelleyici etkileri (%)

İzolatlar	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği
LT-10	52.12* a**	33.94 b	43.01 a
Hö-Pe-1	54.93 a	51.24 a	44.96 a
4-5-Y-20	57.54 a	58.62 a	47.13 a

* Ortalamalara açılı transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

** Tukey testine göre, her izolat için sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$)

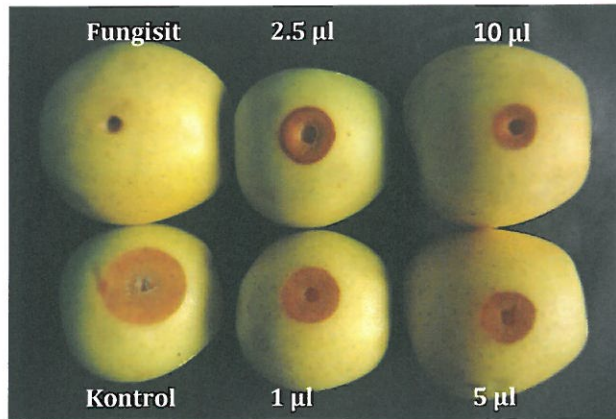
Denemede kullanılan *P. expansum* izolatlarının elma meyvelerinde neden oldukları çürüklük üzerine uçucu yağların farklı dozlarının etkileri incelendiğinde, 4-5-Y-20 izolatı için; yayla kekiği ve yarpuz uçucu yağlarının etkinlikleri dozların artışına bağlı olarak artmıştır. Taş kekiği uçucu yağının ise 1 ve 2.5 µl'lik dozlarının etkileri arasında farklılık olmamış, bunun üzerindeki dozlarda ise doz arttıkça etkisi de artmıştır (Çizelge 4.11). Aynı izolat için farklı bitkilere ait uçucu yağların etkilerini birbiriyle kıyasladığımızda; 1 ve 2.5 µl'lik dozlarda yayla kekiği ve yarpuzun etkileri arasında farklılık olmazken, taş kekiğinin etkisi bunlara göre daha düşük olmuştur. Üç uçucu yağın etkinliği 5 ve 10 µl'lik dozlarda birbiriyle aynı olmuş, üçü de fungusit uygulamasına göre daha düşük etki göstermiştir (Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22).

Çizelge 4.11. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%)

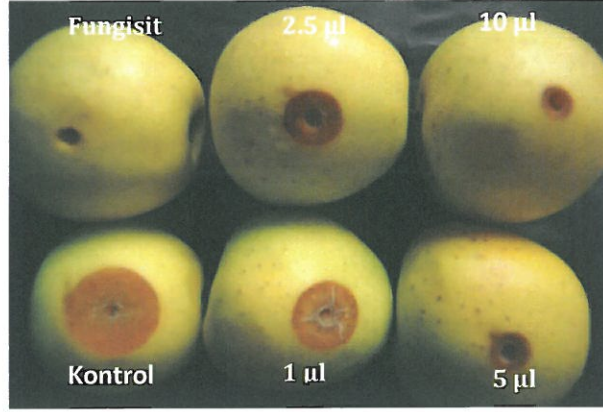
Dozlar (µl)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği	Fungisit
1.0	42.54* c B**	34.32 d BC	28.15 c C	100.00 A
2.5	48.84 bc B	45.59 c B	36.76 c C	100.00 A
5.0	54.02 ab B	55.74 b B	53.44 b B	100.00 A
10.0	66.66 a B	71.26 a B	64.90 a B	100.00 A

* Ortalamalara açış transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

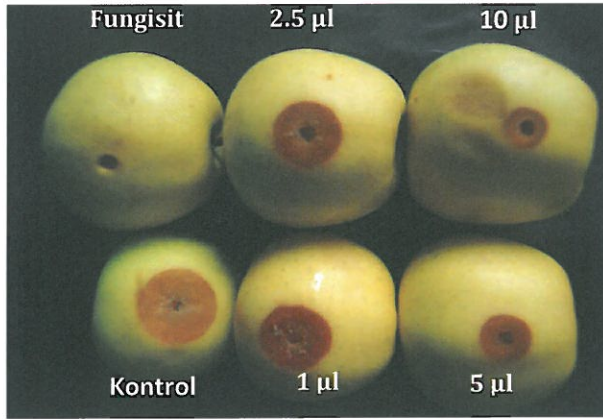
** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.20. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.21. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



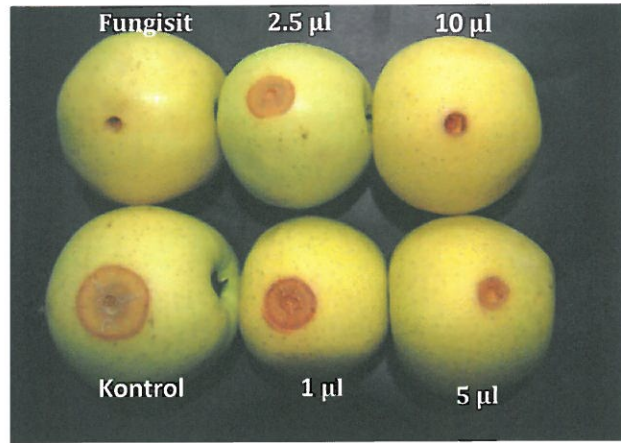
Şekil 4.22. Taç kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* 4-5-Y-20 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri

Hö-Pe-1 izolatu için, uçucu yağların farklı dozlarının elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerine etkilerinin incelendiği deneme sonucunda; yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağlarının etkinlikleri dozların artışına bağlı olarak artmıştır (Çizelge 4.12). Söz konusu izolata denemede ele alınan uçucu yağların hiçbirisi en yüksek uygulama dozunda dahi fungusit kadar etkili olmamıştır. Yayla kekiği 1 ve 2,5 µl dozlarda en etkili olan uçucu yağı olurken, 5 ve 10 µl dozlarda yayla kekiği ve yarpuz uçucu yağları aynı etkiyi göstermiş ve taş kekiği uçucu yağı en düşük etkiye sahip yağ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25).

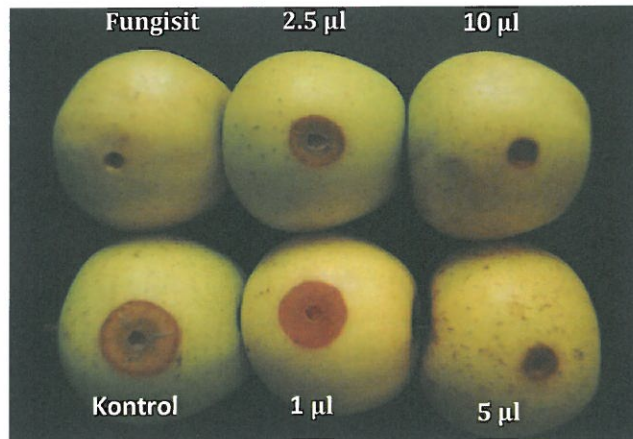
Çizelge 4.12. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%)

Dozlar (µl)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği	Fungisit
1.0	34.70** d B*	22.22 d C	18.01 d C	100.00 A
2.5	46.52 c B	36.80 c C	38.88 c C	100.00 A
5.0	57.63 b B	56.24 b B	45.83 b C	100.00 A
10.0	87.50 a B	87.50 a B	56.24 a C	100.00 A

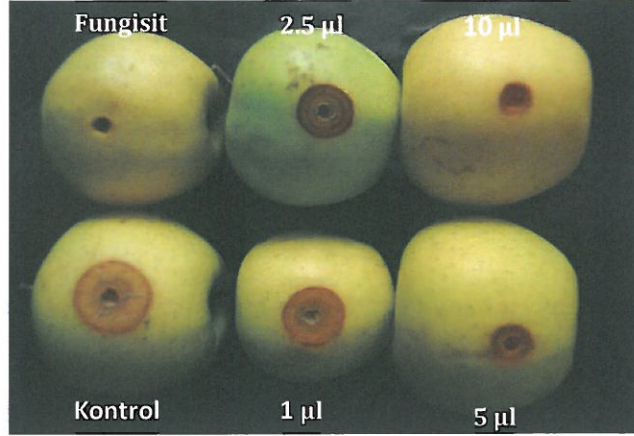
* Ortalamalara açış transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.
 ** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.23. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.24. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.25. Taş kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* Hö-Pe-1 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri

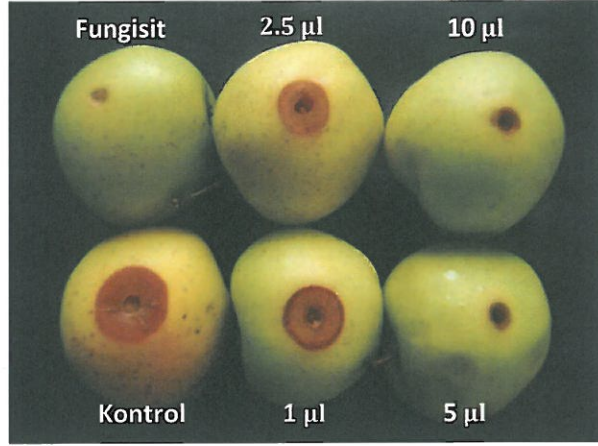
Uçucu yağların farklı dozlarının *P. expansum* LT-10 izolatı için, elma meyvelerinde çürüklük oluşumu üzerine etkileri incelendiğinde; doz artışlarına bağlı olarak etkiye baktığımızda yayla kekiği 5 ve 10 µl dozlarında aynı etkiye sahip olduğu, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağlarının 2,5 ve 5 µl dozları aynı etkiye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13). Her bir doz için farklı bitkilere ait uçucu yağların etkinliklerine baktığımızda ise; 1 ve 2,5 µl dozlarda bitkiler kıyaslandığında yayla kekiği ve taş kekiği uçucu yağları aynı etkiye sahipken bu dozlarda etkisi en az olan yarpuz uçucu yağı olarak belirlenmiştir. 5 ve 10 µl dozlarda ise en yüksek etkiye yayla kekiği uçucu yağı sahip olurken, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağları düşük etki göstermişler ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28).

Çizelge 4.13. Yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri (%)

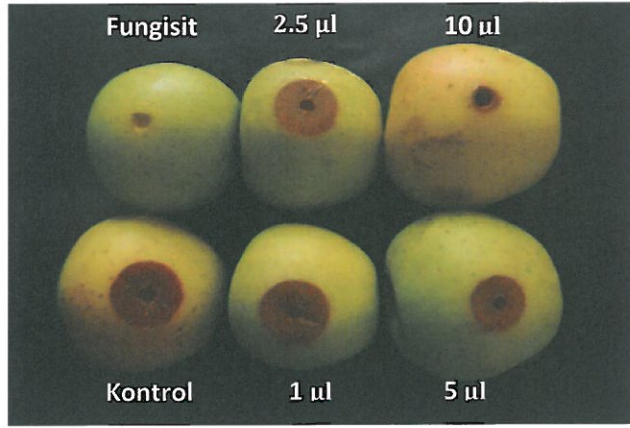
Dozlar (µl)	Yayla kekiği	Yarpuz	Taş kekiği	Fungisit
1.0	31.97 * c B**	12.92 c C	28.61 c B	100.00 A
2.5	41.49 b B	20.4 bc C	36.05 bc B	100.00 A
5.0	83.67 a B	38.09 b C	45.57 b C	100.00 A
10.0	83.67 a B	64.62 a C	59.18 a C	100.00 A

* Ortalamalara açılı transformasyonu uygulanmış, çizelgede ise gerçek değerler verilmiştir.

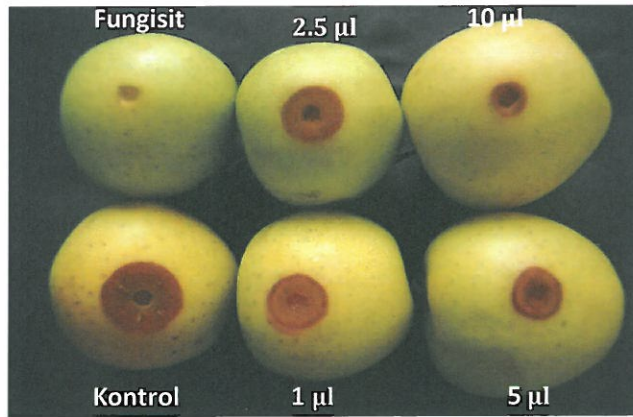
** Tukey testine göre, sütunlarda aynı küçük harfle, satırlarda ise aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P \leq 0.05$).



Şekil 4.26. Yayla kekiği uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.27. Yarpuz uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri



Şekil 4.28. Taş kekik uçucu yağının farklı dozlarının uygulamadan 7 gün sonra *P. expansum* LT-10 izolatının meyve çürüklüğü üzerindeki engelleyici etkileri

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada hasat sonrası depolanan elma meyvelerinde çürüklüğe neden olan *P. expansum* etmenine karşı *Origanum minutiflorum*, *Mentha pulegium* ve *Teucrium polium* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkileri, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullar altında araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, *in vitro* koşullarda yayla kekiği uçucu yağı en yüksek engellemeyi göstermiştir.

Biberiye, Adaçayı, Rezene, Okaliptus, Kekik (*Origanum vulgare*) uçucu yağlarının 1, 3, 5, 7 ve 9 µl/petri dozlarının *P. expansum* misel gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı benzer bir çalışmada da kekik uçucu yağı en etkili yağ olarak bulunmuştur. Kekik uçucu yağının fungisidal etki gösterdiği minimum konsantrasyonun 5 µl/petri olduğu belirlenmiştir (Yılmaz, 2012). Çakır (1992) ise, *T. spicata*, *S. thymbra*, *L. nobilis*, *M. spicata* ve *S. fruticosa* uçucu yağlarının denendiği çalışma sonucunda en yüksek etkiyi kekik uçucu yağının gösterdiğini ve denenen tüm funguslar üzerinde fungisidal etki yaptığını bildirmiştir. Ayrıca *T. spicata* uçucu yağının fungitoksik etki gösteren bileşeninin carvacrol olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmada da benzer şekilde yayla kekiği uçucu yağının en yüksek orandaki bileşeninin carvacrol olduğu ve fungisidal etkinin bu bileşenden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın *in vitro* denemelerinde en düşük antifungal etkiye taş kekiğinin sahip olduğu görülmektedir. *T. polium* uçucu yağının bileşenlerinin ve *Alternaria solani* ile *Fusarium oxysporum* üzerine antifungal etkisinin belirlendiği bir başka çalışmada, elde edilen uçucu yağın GC-MS ile analizi sonucunda delta-3-carene (%15.75), 2-beta-pinene (%15.75), beta-mycrene (%8,02), germacren (%5.43) ve carvacrol (%4.27) temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Uçucu yağın 125, 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarda *Alternaria solani* misel gelişimini kısmen azaltmış olsa da antifungal aktivitesinin yeterli düzeyde olmadığı saptanmıştır (Özcan, vd., 2013). Bu sonuçlar mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın *in vitro* kısmında genel olarak yayla kekiği, yarpuz ve taş kekiği uçucu yağlarının antifungal etkisi doz artışına bağlı olarak artmıştır. Yayla kekiği uçucu yağı 2,5 µl/petri ve üzeri dozlarda *P. expansum* izolatlarının misel gelişimini tamamen engellemiştir. Bu sonuçlar ile uyumlu olarak, Viuda-Martos vd. (2008), *P. 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 inceledikleri çalışmada, konsantrasyon miktarının artmasına bağlı olarak engelleme oranlarının da arttığını tespit etmişler ve %0.94 dozunda etmenlerin misel gelişimlerinin tamamen engellendiğini belirlemişlerdir.

Petri denemelerinde olduğu gibi, yayla kekiği, yarpuz, taş kekiği uçucu yağlarının dozları arttıkça elma meyveleri üzerindeki çürüklük oluşumu üzerindeki etkinlikleri de artmıştır. Benzer bir çalışmada, Xing vd. (2010), hünnap ve portakal meyvelerini *R. nigricans*, *A. flavus* ve *P. expansum* etmenleri ile inokule ederek, tarçın uçucu yağının %0, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2 ve 3 (v/v) konsantrasyonlarını uygulamışlar ve uçucu yağın %2 ve 3'lük dozları ile fungus gelişiminin tamamen kontrol altına alındığını tespit etmişlerdir. Doz artışıyla birlikte *in vivo* etkinliğin de artması iki çalışmada ortak olan sonuçlardır.

Bu çalışmada bitki uçucu yağlarının elma meyveleri üzerinde *P. expansum*'dan kaynaklanan çürüklük oluşumunu, en yüksek uygulama dozu olan 10 µl'de bile tamamen engelleyemediği belirlenmiştir. Okaliptus ve kekik (*Origanum vulgare*) uçucu yağlarının elma meyvelerinde *P. expansum* çürüklüğü üzerine antifungal etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda, uçucu yağ konsantrasyon artışına bağlı olarak hastalık etmeninin oluşturduğu lezyon çaplarının azaldığı ancak denemede ele alınan %1, 2 ve 3'lük dozlarda hastalığın tamamen engellenemediği bildirilmektedir (Yılmaz, 2012). Bu sonuçlar mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Calamintha nepeta'nın uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonu ve *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Salmonella veneziana*, *S. paratyphi*, *S. typhimurium*, *Fusarium moniliforme*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger* ve

Pyricularia oryzae'ya karşı antimikrobiyal aktivitesi çalışılmıştır. Bundan başka yağın ana bileşenleri (limonene, menthone, pulegone, menthol) aynı mikroorganizmalara karşı test edilmiştir. Sadece pulegone özellikle tüm *Salmonella* türlerine karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Flamini vd., 1999). Bu çalışmada da yarpuz uçucu yağının antifungal etkisinin, uçucu yağın bileşiminde ağırlıklı olarak bulunan pulegone'dan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Verbena officinalis, *Thymus vulgaris* ve *Origanum vulgare* bitki uçucu yağlarının 8 ana bileşeninin, hasat sonrası hastalık etmenlerinden *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum*, *P. expansum*, *Phytophthora citrophthora* ve *Rhizopus stolonifer*'e karşı *in vitro* etkinlikleri araştırılmıştır. Denenen bileşikler β -fellandrene, β -pinene, camphene, carvacrol, citral, *o*-cymene, γ -terpinene ve thymol'den oluşmaktadır. Çalışmanın sonucunda, tymol ve carvocrolun 250 ppm dozlarda *P. expansum*'un misel gelişimini engelledikleri belirlenmiştir (Camele vd., 2012).

Bu çalışmada genel olarak en etkili uçucu yağ olarak belirlenen yayla kekiği uçucu yağının en önemli bileşeninin (%80.25) carvacrol olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan araştırmalar sonucunda da carvacrol, thymol gibi fenollere benzer yapıdaki terponoidlerin güçlü antiseptik özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca serbest hidroksil grupları içeren aromatik halkaya sahip bu bileşiklerin mikroorganizmaların sentezlediği bazı enzimlerin aktif bölgelerine bağlanarak hidrojen bağları oluşturmak suretiyle antimikrobiyal etkilerini gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir (Farag vd., 1989).

Fenolik bileşikler, mikroorganizma hücrelerindeki değişik bölgeleri hedef alabilmekte, örneğin hücredeki enzim ve membran proteinlerine etki ederek, bunları etkisiz duruma getirebilmektedirler (Holyoak vd., 1996). Ayrıca bu bileşiklerin mikroorganizmaların hücre zarlarının geçirgenliğini bozdukları ve stoplazmadan potasyum (K⁺) kaybına neden olarak hücrenin hayatsal fonksiyonlarını engelledikleri, bunun yanında protein üretiminde kullanılan mekanizmaları devre dışı bırakarak adenosin trifosfat (ATP) seviyesini

düşürdüğü ve böylece hücrenin ölümüne neden oldukları belirlenmiştir (Venturini vd., 2002).

Günümüzde sentetik fungusitlerin kullanımı sonucu, sağlık ve çevre bakımından olumsuz sonuçların ortaya çıkması nedeniyle, hasat sonrası hastalıklarla mücadelede alternatif çözüm yollarının aranması şart olmuştur. Gıda maddeleri üretiminin değişik aşamalarında kullanılan pestisitler gerek ürün üzerinde gerekse içinde parçalanmadan kalabilmekte, bu da insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu yüzden daha az toksik olan, insan ve hayvanlarda toksik olmayan uçucu yağlarla ilgili çalışmalar giderek önem kazanmıştır. Uçucu yağlar kompleks karışımlardır ve yapılarında monoterpenler, diterpenler, seskiterpenler ve bunların oksijen türevleri ile, alkoller, aldehytler, esterler, ketonlar ve fenolik bileşikler de bulunabilmektedir. Bu maddelerin birçoğunun biyolojik aktivitelerinin nasıl olduğu bilinmemektedir (Tsao ve Zhou, 2000).

Uçucu yağların yüksek uçuculuk özelliği ve kalıcılıklarının kısıtlı olması gibi bazı dezavantajları da mevcuttur. Bu özelliklerinden dolayı pratikte arazi şartlarında uygulanmaları mümkün olamamaktadır. Ancak son zamanlarda depo ve seralarda uygulanmalarına yönelik çalışmalar artmaktadır. Mevcut çalışma uçucu yağların depo koşullarında uygulanmasına yönelik olarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan uçucu yağların patojen *P. expansum*'a karşı hasat sonrası mücadelede kullanılabileceğine dair ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Ancak uçucu yağların elmada hasat sonrası hastalıklara neden olan diğer funguslar üzerindeki etkinliklerinin de incelenmesi yararlı olacaktır. Ayrıca depo koşullarında yapılacak daha kapsamlı çalışmalarla daha pratik sonuçlar elde edilebilecektir. Bu çalışma gelecekte bu konuda yapılacak yeni çalışmalara temel teşkil etmesi açısından önemlidir.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi ve patojenlerin gelişimi etkileyen bileşenlerinin tespiti ile bu bileşenlerin yapay yollarla üretilerek diğer patojenler üzerine etkinliklerinin araştırılması, antimikrobiyal etkinliği olan uçucu yağlar üzerine yapılan çalışmaların gelişmesine katkıda bulunacaktır. Ülkemizde özellikle Antalya ili ve çevresinde

bu bitki türlerinin doğal olarak yetiştiği dikkate alınacak olursa bu ve benzeri konulara yönelik araştırmaların artması söz konusu bitkilerin daha geniş alanlarda kullanımını sağlayacaktır. Ancak yöre halkı tarafından bilinçsizce toplanan bu bitkilerin korunmaya alınması, kültür bitkisi olarak yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, bu bitkilerin yok olma tehdidi olmadan değişik alanlarda kullanımlarını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, A., Hassani, Ghosta, Y., Javadi, T., Meshkatsadat, M.H., 2010. Essential Oils as Control of Postharvest *Alternaria* and *Penicillium* Rots on Tomato Fruits. *Journal of Food Safety*, 30, 341-352.
- Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y., 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., Bompeix, G., 2005. Diversity and Population Dynamics of *Penicillium* spp. on Apples in Pre- and Postharvest Environments: Consequences for Decay Development. *Plant Pathology*, 54, 74-81.
- Anonim, 2002. Resim Galerileri, Şifalı Bitkiler, Yarpuz. Erişim tarihi: 23.04.2015. <http://www.resimsitesi.com/sifali-bitkiler/yarpuz/7>
- Anonim, 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, 467s, Ankara.
- Anonim, 2012a. Her Yönüyle Elma Yetiştiriciliği. Erişim tarihi: 23.08.2014. <http://www.etarim.net/bilgi-bankasi/bahce-bitkileri-notlari/her-yonuyule-elma-malus-domestica-yetiştiriciliği.html>
- Anonim, 2012b. Robin's Yard, *Teucrium polium*. Erişim tarihi: 23.04.2015. <http://robinsyard.blogspot.com.tr/2012/03/teucrium-polium.html>
- Anonim, 2015a. Yarpuz. Erişim tarihi: 20.04.2015. tr.wikipedia.org
- Anonim, 2015b. Tüylü Kısamahmut. Erişim tarihi: 20.04.2015. tr.wikipedia.org
- Arras, G., 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.
- Arras, G., Grella, G.E., 1992. Wild Thyme, *Thymus capitatus* Essential Oil Seasonal Changes and Antimycotic Activity. *Journal of Horticultural Science*, 67, 197-202.
- Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M., 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.
- 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 Protection*, 25, 108.
- Benli, M., 2003. Hasat Sonrası Fungal Hastalıklarla Kimyasal ve Biyolojik Mücadele. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 01 (08), 1-25.
- Bondoux, P., 1992. *Maladies de Conservation des Fruits a Pepins, Pommes et Poires*. Paris, France: INRA et PHM.
- Bosquez-Molina, E., Ronquillo-de Jesus, E., Bautista-Banos, S., Verde-Calvo, J.R., 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.
- Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L. M., Hmamouchi, M., 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils of Seven Moroccan Labiatae Against *Botrytis cinerea* pers: Fr. *Journal of Ethnopharmacology*, 89, 165-169.
- Boyraz, N., Özcan, M., 1997. Bitki Patojeni Funguslara Bazı Yerli Baharat Ekstrat ve Uçucu Yağlarının Antifungal Etkileri. *Gıda*, 22 (6), 457-462.
- Burak, M., Öz, F., Bulagay, N., 1994. Yerli ve Yabancı Elma Çeşitlerinin Seçimi. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 18s, Yalova.
- Caccioni, D., 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.
- Camele, I., Altieri, L., Martino, L., Feo, V., Mancini, E., Rana, G., 2012. *In vitro* Control of Post-Harvest Fruit Rot Fungi by Some Plant Essential Oil Components. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (2), 2290–2300.
- Chebli, B., Hmamouchi, M., Achouri, M., Hassani, A., 2004. Composition and *in vitro* Fungitoxic Activity of 19 Essential Oils Against Two Postharvest Pathogens. *Journal of Essential Oil Research*, 16, 507-511.
- Conway, W., Gross, K.C., Sams, C.E., 1987. Relationship Of Bound Calcium and Inoculum Concentration to the Effect of Postharvest-Calcium Treatment on Decay of Apples by *Penicillium expansum*. *Review of Plant Pathology*, 66 (10), 4372.
- Conway, W. S., Leverentz, B., Janisiewicz, W. F., Blodgett, A. B., Saftner, R. A., Camp, M. J., 2004. Integrating Heat Treatment, Biocontrol and Sodium Bicarbonate to Reduce Postharvest Decay of Apple Caused by *Colletotrichum acutatum* and *P. expansum*. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 11-20.

- Çakır, C., 1992. Antalya ve Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Bazı Bitkilerin Fungitoksik Potansiyellerinin Araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s, Antalya.
- Daferera, DJ., Ziogas, BN., Polissiou, M.G. 2000. The Effectiveness of Plant Essential Oils on the Growth of *Botrytis Cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*. Crop Protection, 22, 39-44.
- Daferera, DJ., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G., 2003. The Effectiveness of Plant Essential Oils on the Growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*. Crop Protection, 22, 39-44.
- Daouk, R.K., Dagher, S.M., Sattout, E.J. 1995. Antifungal Activity of the Essential Oil of *Origanum syriacum* L. Journal of Food Protection, 58, 1147- 1149.
- Deans, S.,G. Soboda, K.P., 1990. The Antimicrobial Properties of Marjoram (*Origanum majorana* L.) Volatile Oil. Flavour Fragrance Journal, 5(3), 187-190.
- Dianz, F., Santos, M., Blanco, R., Tello, J.C., 2002. Fungicide Resistance in *Botrytis cinerea* Isolate From Strawberry Crops in Huelva (Southwestern Spain). Phytoparasitica, 30, 529-534.
- Eryiğit, F., 2006. *Mentha pulegium* L. ve *Salvia tomentosa* Miller Bitkilerinin Metanol Özütlerinin *in vitro* Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62s, Isparta.
- Edris, A.E., 2007. Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents: A Review. Phytotherapy Research, 21, 308-323.
- Fallik, E., Tova-Alaklai, S., Copel, A., Wiseblum A., Regev, R., 2000. A Short Hot Water Rinse With Brushing Reduces Postharvest Losses 4 Years of Research on A New Technology. Acta Horticulturae, 53 (2), 413-416.
- Fallik, E., Tuvia-Alkalai, S., Feng, X., Lurie, S., 2001. Ripening Characterisation and Decay Development of Stored Apples After A Short Pre-Storage Hot Water Rinsing and Brushing. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2, 127-132.
- Farag, R.S., Daw, Z.Y., Abo-Raya, S.H., 1989. Influence of Some Spice Essential Oils on *Aspergillus parasiticus* Growth and Production of Aflatoxins in A Synthetic Medium. Journal of Food Science, 54, 74-76.
- Feng, W., Zheng, X., 2007. Essential oils *Alternaria alternata* *in vitro* and *in vivo*. Food Control, 18, 1126-1130.

- Flamini, G., Cioni, PL., Puleio, R., Morelli, I., Panizzi, L., 1999. Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Calamintha nepeta* and its Constituent Pulegone Against Bacteria and Fungi. *Phytotherapy Research*, 13(4), 349-51.
- Fortes, J.F., 1988. Post Harvest Diseases on Apples In The State of Rio Grande Do Sul, Brazil. *ActaHort.*, 232, 234-234.
- Göze, I., Çetin, A., Göze, A., 2010. Investigation of Effects of Essential Oils of *Origanum minutiflorum* and *Cyclotrichium niveum* Plants on Angiogenesis in Shell-Less Chick Embryo Culture. *African Journal of Biotechnology*, 9 (14), 2156-2160.
- Gürbüz, B., İpek, A., Ayvaz, N., 2011. Türkiye Florasındaki *Origanum* Türlerinin Yayılış Alanları ve Ticareti. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4 (2), 55-58.
- Hadizadeh, L., Peivasteag, B., 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.
- Holyoak, C.D., Stratford, M., McMullin, Z., Cole, M.B., Brown, A.J.P., Cootr, P.J., 1996. Activity of the Plasma Membrane 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.
- 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. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74s, Eskişehir.
- Janisiewicz, W.J., Bors, B., 1995. Development of A Microbial Community of Bacterial and Yeast Antagonists to Control Wound-Invading Postharvest Pathogens of Fruits. *Applied and Enviromental Microbiology*, 61 (9), 3261-3267.
- Janisiewicz, W.J., Roitman, J. 1988. Biological Control of Blue Mold and Gray Mold on Apple and Pear with *Pseudomonas cepacia*. *Phytopathology*, 78, 1697-1700.
- Janisiewicz, W.J., 1998. Biocontrol of Postharvest Diseases of Temperate Fruits: Challenges and Opportunities. In: *Plant - Microbe Interactions and Biological Control*. Eds.: J. Boland and L.D. Kaykendall, Marcel-Dekker, Inc, 171-189, New York.

- Jones, A. L., Aldwinckle, H. S., 1990. Compendium of Apple and Pear Diseases. American Phytopathological Society Press, 100p., USA.
- Kınay, P., 2001. Mandarinlerde *Penicillium* Çürüklüklerine karşı Entegre Savaşım Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 108s, İzmir.
- Kınay, P., Yıldız, M., Yıldız, F., Delen, N., Tosun, N., 2001. Control of Postharvest *Penicillium* Decays on Citrus Fruits with Antagonistic Yeasts and Chemicals. *Acta Hort.*, 553, 383-385.
- Kim, Y.K., Xiao, C.L., 2008. Distribution and Incidence of Sphaeropsis Rot in Apple in Washington State. *Plant Disease*, 92, 940-946.
- Klein, J. D., Lurie, S., 1991. Postharvest Heat Treatment and Fruit Quality. *Postharvest News Information*, 2, 15-19.
- Konstantinou, S., Karaoglanidis G.S., Bardas, G.A., Minas, S., Doukas, E., Markoglou, A.N., 2011. Postharvest Fruit Rots of Apple in Greece: Pathogen Incidence and Relationships Between Fruit Quality Parameters, Cultivar Susceptibility and Patulin Production. *Plant Disease*, 95, 666-672.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E., 2008. Antifungal, Phytotoxic And Insecticidal Properties of Essential Oil Isolated From Turkish *Origanum acutidens* and its Three Components, Carvacrol, Thymol and p-Cymene. *Bioresource Technology*, 99, 8788-8795.
- Kupferman, E., Fleming, D., Fleming, T., Waliser, T., Curry, E., Auvil, T., Mattheis, J., 1992. Techniques for Successful Production, Storage and Handling of New Apple Varieties: Gala, Jonagold, Braeburn and Fuji. *Washington State Horticultural Association*, 88, 246-250.
- Lakshiminarayana, S., Sommer, N.F., Polito, V., Fortlage, R.J., 1987. Development of Resistance to Infection by *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in Wounds of Mature Apple Fruits. *Phytopathology*, 77, 1674-8.
- Lopez-Reyes, J.G., Spadaro, D., Gullino, M.L., 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.
- Mari, M., Guizzardi, M., 1998. The Postharvest Phase: Emerging Technologies for the Control of Fungal Diseases. *Phytoparasitica*, 26, 59-66.
- Maqbool M., Ali, Alderson, P.G., Muda Mohamed, M.T., Siddiqui, Y., 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., 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.
- Michailides, T. J., Spotts, R. A., 1990. Postharvest Diseases of Pome and Stone Fruits Caused by *Mucor piriformis* in the Pacific Northwest and California. *Plant Disease Journal*, 74, 537-543.
- Müller-Riebau, F., Berger, B., Yegen, O., 1995. Chemical Composition and Fungitoxic Properties to Phytopathogenic Fungi of Essential Oils of Selected Aromatic Plants Growing Wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2262-2266.
- Neri, F., Mari, M., Brigati, S., Bertolini, P., 2007. Fungicidal Activity of Plant Volatile Compounds for Controlling *Monilinia laxa* in Stone Fruit. *Plant Disease Journal*, 91, 30-35.
- Özcan, S., Yılar, M., Belgüzar, S., Önen, H., 2013. *Teucrium polium* L. Uçucu Yağının Herbisidal ve Antifungal Etkileri ile Kimyasal İçeriğinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 5, 94-103.
- Özcan, S., 1990. Pozantı-Kamışlı Vadisinde Yetiştirilen Amasya, Starking ve Golden Delicious Elmalarının Muhafazası Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 99s, Adana.
- Özgönen, H., Çulal Kılıç, H., 2009. Isparta İli'nde Elmalarda Sorun Olan Hasat Sonrası Hastalıkların ve Yaygınlık Oranlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (2), 53-60.
- Pitt, J.I., Hocking, A.D., 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Third Edition. Springer Science +Business Media, 519p, London.
- Pawar, V.C. Thaker, V.S., 2006. *In vitro* Efficiency of 75 Essential Oils Against *Aspergillus niger*. *Mycoses*, 49, 316-323.
- Pisseri, F., Bertoli, A., Pistelli, L., 2008. Essential Oils in Medicine: Principles of Therapy. *Parasitologia*, 50, 89.
- Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N., Vina, 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.
- Pratella, G.C., Folchi, A., Brigate, S. 1993. Low Oxygen Atmosphere and CA Storage Effects on Senescence and Diseases of Two Apple Varieties Grown in Italy. *Review of Plant Pathology*, 72(4), 2220.

- Rasooli, I., Rezaei, M.B., 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., Combrinck, S., Plooy, W., Botha, B., 2010. Evaluation of *Lippia scaberrima* Essential Oil and Some Pure Terpenoid Constituents as Postharvest Mycobiocides for Avocado Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 57, 176-182.
- Regnier, T., Plooy, W., Combrinck, S., Botha, B., 2008. Fungitoxicity of *Lippia scaberrima* Essential Oil and Selected Terpenoid Components on Two Mango Postharvest Spoilage Pathogens. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 254-258.
- Reuveni, M., Sheglov, D., Cohen, Y., 2003. Control of Moldy Core Decay in Apple Fruits by β -Aminobutyric Acids and Potassium Phosphites. *Plant Disease*, 87,933-936.
- Rios, J.L., Recio, M.C., 2005. Medicinal Plants and Antimicrobial Activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100, 80.
- Ristic, M., Sokovic, M., Grubisic, D., Kovacevic, N., 2004. Chemical Analysis and Antifungal Activity of The Essential Oil of *Achillea atrata* L. *Journal of essential Oil Research*, 16, 75-78.
- Romagnoli, C., Bruni, R., Andreotti, E., Rai, M.K., Vicentini, C.B., Mares, D., 2005. Chemical Characterization and Antifungal Activity of Essential Oil of Capitula From Wild Indian *Tagetes patula* L. *Protoplasma*, 225, 57-65.
- Rosenberger, D.A., Meyer, F.W., 1990. Negatively Correlated Crossresistance to Diphenylamine in Benomyl-resistant *Penicillium expansum* *Phytopathology*, 75, 74-79.
- Ryall, A.L., Pentzer, W.T., 1982. Handling, Transportation and Storage of Fruit and Vegetables. Second Edition, 2, 194-245.
- Saharkhiz, M.J. Ashiri, F., Salehi, M.R., Ghaemghami, J., Mohammadi, S.H., 2009. Allelopathic potential of essential oils from *Carum capticum*, *Cuminum cyminum*, *Rosmarinus officinalis* and *Zateria multiflora*. *Medicinal Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 3, 32-35.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C., Filtenborg, O., 1995. Introduction to Food-Borne Fungi. Fourth Edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, 322p, The Netherlands.
- Singh, D., 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.

- Singh, G., Maurya, S., DE Lampasona, M.P., Catalan, C., 2006. Chemical Constituents, Antifungal and Antioxidative Potential of *Foeniculum vulgare* Volatile Oil and its Acetone Extract. *Food Control*, 17, 745-752.
- Shahi, S.K., Patra, M., Shukla, A.C., Dikshit, A. 2003. Use of Essential Oil as Botanical-Pesticide Against Post Harvest Spoilage in *Malus Pumilo* Fruits. *Biocontrol*, 48, 223-232.
- Sharma, N., Tripathi, A. 2006. Fungitoxicity of the Essential Oil of *Citrus sinensis* on Post-Harvest Pathogens. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22, 587-593.
- Sokovic, M., Tzakou, O., Pitarokili, D., Couladis, M. 2002. Antifungal Activities of Selected Aromatic Plants Growing Wild in Greece. *Nahrung-Food*, 46, 317-320.
- Sorour, J., 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., Kaya, A.D., 2005. Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil of *Artemisia annua* L. Against Foliar and Soil-Borne Fungal Pathogens. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 112, 229-239.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E.M., Kurt, S., 2007. Antifungal Effects of Essential Oils from Oregano and Fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 103 (4), 1021-1030.
- Snowdon, A.L., 1990. A Color Atlas of Post-harvest Diseases and Disorders of Fruit and Vegetables: General Introduction & Fruits. Wolfe Scientific, 302p., FL.
- Spotts, R. A., Holmes, R. J., Washington, W. S., 1988. Factors Affecting Wet Core Rot of Apples. *Australasian Plant Pathology*, 17, 53-57.
- Spotts, R.A., Cervantes, L.A., Mielke, E.A., 1999. Variability in Postharvest Decay Among Apple Cultivars. *Plant Disease*, 83, 1051-1054.
- Szczerbanik, M., Jobling, J., Morris, S., Holford, P., 2007. Essential Oil Vapours Control Some Common Postharvest Fungal Pathogens. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 103-109.
- Tantaoui, E.A., Ferhout, H., Errifi, A., 1993. Inhibition of the Fungal Asexual Reproduction Stages by Three Moroccan Essential Oils. *Journal of Essential Oil Research*, 5, 535-545.
- Temur, C., 2012. Elmalarda Hasat Sonu Çürüklüğü Oluşturan *Penicillium expansum*'un Işınlama ve Işınlama + Sodyum Karbonat Kombine

Uygulamasıyla Engellenmesi Üzerine Araştırmalar. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, Kayseri.

- Teixidó, N., Usall, J., Magan, N., Vinas, I., 1999. Microbial Population Dynamics on Golden Delicious Apples From Bud to Harvest and Effect of Fungicide Applications. *Annals of Applied Biology*, 134, 109–16.
- Tiryaki, O., 1990. Inhibition of *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerae*, *Rhizopus stolonifer* and *Alternaria tenuissima*, Which were Isolated from Ankara Pears, by Gamma Irradiation. *Journal of Turkish Phytopatology*, 19(3), 133-140.
- Tiryaki, O., Aydın, G., Gürer, M., 1994. Postharvest Disease Control of Apple, Quince and Peach, with Radiation Treatment. *Journal of Turkish Phytopatology*, 23(3), 143-152.
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B., He, J., 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., 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.
- TÜİK, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim Tarihi: 29.08.2014. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- Tompson, D.P., Canon, C., 1986. Toxicity of Essential Oils on Toxicogenic and Nontoxicogenic Fungi. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 36, 527-532.
- Tsao, R., Zhou, T., 2000. Antifungal Activity of Monoterpenoids Against Postharvest *Botrytis cinerea* and *Monilia fructicola*. *Journal of Essential Oil Research*, 12, 113-121.
- Tzortakis, N.G., Costas, D.E., 2007. Antifungal Activity of Lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) Essential Oil Against Key Postharvest Pathogens. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 253-258.
- Tyagi, A. K., Malik, A., 2011. Antimicrobial Potential and Chemical Composition of *Mentha piperita* Oil in Liquid and Vapour Phase Against Food Spoiling Microorganisms. *Food Control*, 22, 1707-1714.
- Usall, J., Teixido, N., Fonds, E., Ochoa-de-Eribe, J., 1996. Successful Biological Control of the Major Postharvest Diseases on Apple and Pear With New

- Strain of *Candida sake*. Proceedings of International Conferanse. 603-608, Brinhton.
- Unnikrishnan, V., Nath, B.S., 2002. Hazardous Chemical in Foods. Indian Journal of Dairy Biosciences, 11, 155-158.
- Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., 2010. Antifungal Activities of Cinnamon oil Against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* *in 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., Stewart, A., 2001. Control of *Botrytis cinerea* in Grape Using Thyme Oil. Australian Plant Pathology, 30, 21-25.
- Wilson, C. L., Solar, J. M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E. 1997. Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. Plant Disease, 81, 204-210.
- Venturini M.I., Blanco, D., 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., Perez-Alvarez, 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., Perez-Alvarez, J., 2008. Antifungal Activity 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.
- Yılmaz, K. U., Uzun, A., 2011. Kayseri İli'nin Meyvecilik Potansiyeli Açısından Analizi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27(3), 228-233.
- Yılmaz, A., 2012. Bazı Bitki Uçucu Yağlarının Hasat Sonrası Fungal Meyve Çürüklüğü Etmenlerine Karşı *In vitro* ve *In vivo* Etkilerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 170s, Konya.
- Zabka, M., Pavela, R., Slezakova, L., 2009. Antifungal Effect of *Pimenta dioica* Essential Oil Against Dangerous Pathogenic and Toxinogenic Fungi. Industrial Crops and Products, 30, 250-253.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Leyla TAŞ
Doğum Yeri ve Yılı : Antalya, 1991
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : leyla_tas_07@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Antalya Gebiz Lisesi, 2009
Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biti Koruma
2013

Mesleki Deneyim

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fitopatoloji Laboratuvarı - 3 ay staj
Aksu Tarım'da (Antalya-Serik) - 3 ay staj

Yayımları

Ateş, M., Acar, E., Taş, L., 2014. *Trichoderma* türlerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye karşı antagonistik etkilerinin incelenmesi. Domates Yetiştiriciliğinde Entegre Ürün Yönetimi Sempozyumu, 20-22 Kasım, Antalya, 30s.