



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN BİBER
BAKTERİYEL LEKE HASTALIĞI ETMENİNE ETKİSİ**

AYŞE NAGEHAN BİLAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2022

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN BİBER
BAKTERİYEL LEKE HASTALIĞI ETMENİNE ETKİSİ

AYŞE NAGEHAN BİLAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşe Nagehan BİLAL

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Birimi (BAP Proje No: 2021/2-20 YLS) tarafından desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**BAZI UÇUCU BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN BİBER BAKTERİYEL LEKE
HASTALIĞI ETMENİNE ETKİSİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

AYŞE NAGEHAN BİLAL

ÖZET

Biber bakteriyel keke hastalık etmeni *Xanthomonas* spp. izolatlarına karşı 8 farklı bitkinin ticari olmayan uçucu yağlarının *in vitro* koşullarda etkinliği belirlenmiştir. Kahramanmaraş ilindeki biberlerden izole edilen *Xanthomonas* spp.'nin 6 farklı izolatına karşı yabani nane, okaliptüs, kimyon, ardıç, püren, rezene, taş nanesi ve sarı kantaron uçucu yağlarının disk difüzyon yöntemi ve MİK yöntemi ile etkinliği belirlenmiştir. Uçucu yağ analiz sonucuna göre etkili bileşenler pulegone, α -pinen, cedrol, trans-Anethole, piperitone oxide, nepetalactone, carvacrol, eucalyptol, carvacrol-isomer, cuminal maddeleri olarak saptanmıştır. Disk difüzyon yöntemine göre tüm izolatlarda kimyon uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (21,21 mm) ve rezene uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (14,85 mm) inhibisyon zonu ile yüksek oranda etkili bulunmuştur. Bunları streptomisin antibiyotiği 1 μ l konsantrasyonda (13,53 mm); taş nanesi uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (12,78 mm); yabani nane uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (11,70 mm) inhibisyon zonu ile takip etmiştir. Sarı kantaron uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (5,73 mm); püren uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (5,23 mm) uçucu yağı; okaliptüs uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda (4,84 mm) inhibisyon zonu ile en az etkili olarak tespit edilmiştir. *Xanthomonas* spp. izolatları arasında ise 43 izolatı en dayanıklı izolat; 6Y3-4 ve 379 izolatları ise tüm uçucu yağlarda en duyarlı olduğu belirlenmiştir. Disk difüzyon yöntemi sonuçlarına göre dayanıklı 43 izolatı, orta duyarlı 59 izolatı ve duyarlı 6Y3-4 izolatları seçilerek MİK değerleri belirlenmiştir. MİK sonucuna göre rezene uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda 0,003 OD, kimyon uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda 0,006 OD, okaliptüs uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda 0,005 OD ve yabani nane uçucu yağı 1 μ l konsantrasyonda 0,006 OD değerleri okunmuş olup bakteri gelişimini tamamen durdurmuştur. Yapılan çalışma sonucuna göre araştırmada kullanılan uçucu yağların uygun konsantrasyonda biber bakteriyel leke hastalığının mücadelesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Disk difüzyon, biber yaprak leke hastalığı, antibakteriyel, biyolojik mücadele, uçucu yağ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Ocak/2022

Danışman: Doç. Dr. Mustafa KÜSEK
İkinci Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Osman GEDİK
Sayfa sayısı: 78

**THE EFFECT OF SOME ESSENTIAL HERBAL OILS ON PEPPER BACTERIAL
STAIN DISEASE
(M.Sc. THESIS)**

AYŞE NAGEHAN BİLAL

ABSTRACT

Pepper bacterial cake disease agent *Xanthomonas* spp. The effectiveness of non-commercial essential oils of 8 different plants against isolates in vitro was determined. The effectiveness of wild mint, eucalyptus, cumin, juniper, puree, fennel, spearmint and St. John's Wort essential oils against 6 different isolates of *Xanthomonas* spp. isolated from peppers in Kahramanmaraş province was determined by disk diffusion method and MIC method. According to the essential oil analysis results, the effective components were determined as pulegone, α -pinene, cedrol, trans-Anethole, piperitone oxide, nepetalactone, carvacrol, eucalyptol, carvacrol-isomer, cuminal substances. According to the disc diffusion method, cumin essential oil was found to be highly effective at 1 μ l concentration (21.21 mm) and fennel essential oil at 1 μ l (14.85 mm) inhibition zone in all isolates. These include the antibiotic streptomycin at a concentration of 1 μ l (13.53 mm); peppermint essential oil at 1 μ l concentration (12.78 mm); followed by a zone of inhibition of wild peppermint essential oil at a concentration of 1 μ l (11.70 mm). St. John's Wort essential oil at a concentration of 1 μ l (5.73 mm); puren essential oil essential oil in 1 μ l concentration (5.23 mm); Eucalyptus essential oil was found to be the least effective with a zone of inhibition at a concentration of 1 μ l (4.84 mm). Among the *Xanthomonas* spp. isolates, 43 isolates are the most resistant; 6Y3-4 and 379 isolates were found to be the most sensitive of all essential oils. MIC values were determined by selecting resistant 43 isolates, intermediate susceptible 59 isolates and susceptible 6Y3-4 isolates according to the results of disk diffusion method. According to the MIC result, OD values of fennel essential oil in 1 μ l concentration, 0.003 OD in 1 μ l concentration of cumin essential oil, 0.006 OD in 1 μ l concentration of cumin essential oil, 0.005 OD in 1 μ l concentration of eucalyptus essential oil and 0.006 OD in 1 μ l concentration of wild peppermint essential oil were read. According to the test results, it is thought that essential oils at appropriate concentrations can be effective in the fight against pepper bacterial spot disease.

Key words: Disc diffusion, bacterial spot disease, antibacterial, biological control, essential oil

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection, January/2022

Supervisor: Doç. Dr. Mustafa KÜSEK
Co-supervisor: Dr.Öğr.Üyesi Osman GEDİK
Page number: 78

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, tez konunun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen başta danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa KÜSEK'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bana vermiş olduğu gerek materyal gerek bilgi olarak desteklerinden dolayı ikinci danışman hocam Sayın Dr.Öğr.Üyesi Osman GEDİK'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunmamda görüş ve katkılarından dolayı saygıdeğer Prof. Dr. Şerife Evrim ARICI ŞENKAYNAĞI, Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi İdris BEKTAŞ hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları sırasında, tez yazım aşamasında, veri analizlerimde ve çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen sayın Arş. Gör. Ceyda CEYHAN BAŞARAN'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam için maddi destek sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında yardımlarından dolayı Doktora Öğrencisi Sayın Şebnem KÖKLÜ ARDIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam için gerekli bitki örneklerini toplamama yardımcı olan ve çalışmam boyunca desteklerini bir an olsun esirgemeyen Ziraat Mühendisi İsmail AYGÜN'e ve manevi desteklerinden dolayı yol arkadaşım Ziraat Mühendisi Büşra GÜNEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Doğduğumdan bu yana elimi hiç bırakmadan hayatımın her evresinde bana destek olan özverili sevgili annem Naciye BİLAL ve sevgili babam Yaşar BİLAL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe Nagehan BİLAL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
EKLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1. <i>Xanthomonas</i> spp.'nin Genel Özellikleri	6
2.2. Uçucu Yağların Etkisi.....	9
3. MATERYAL ve METOT	22
3.1. Materyal	22
3.2. Metod	22
3.2.1. Bakteri kültürlerinin geliştirilmesi	22
3.2.2. Patojenite testi için biber bitkilerinin yetiştirilmesi	23
3.2.3. Patojenite testi	23
3.2.4. Patojen izolatlarının MALDI-TOF ile tanınması	24
3.2.5. Uçucu yağların elde edilmesi	24
3.2.6. Uçucu yağların analizi.....	25
3.2.7 Uçucu yağların <i>in vitro</i> koşullarda antimikrobiyal etkisi.....	26
3.2.8 Verilerin analizi.....	28

4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
4.1.Bakteri Kùltürlerinin Seçilmesi	29
4.2.Patojenite Testi	29
4.3. Patojen İzolatların MALDI-TOF ile Tanılaması.....	30
4.4. Uçucu Yağların Analiz Sonuçları.....	31
4.5. Uçucu Yağların <i>in vitro</i> Koşullarda Antimikrobiyal Etkisi.....	40
4.5.1. Disk difüzyon yöntemi.....	40
4.5.2. Minimum inhibisyon konsanstrasyon.....	43
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil.1.1 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> 'in yaşam döngüsü	3
Şekil 3.1 Denemede kullanılan saf <i>Xanthomonas</i> spp. izolatları	23
Şekil 3.2 Bakteri izolatlarının 10 ⁸ hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonun biber yaprağının alt yüzeyinden epidermise uygulanması	24
Şekil 3.3 a) Kurutulmuş bitki örneklerinin öğütülmesi, b) Neo-clevenger tipi distilasyon cihaz düzeneği, c) distilasyon ile elde edilen uçucu yağ.....	25
Şekil 3.4 a) Disk difüzyon yöntemine göre denemenin kurulması, b) uçucu yağların kağıt diskler üzerine damlatılması, c) inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının kumpas yardımıyla ölçülmesi	27
Şekil 4.1 Bakteri izolatlarının NA besi yerinde sarı ve yuvarlak mukoid koloni gelişimi....	29
Şekil 4.2 <i>Xanthomonas</i> spp. izolatlarının biber bitkisinde patojenite çalışması sonunda oluşan belirtiler a) dördüncü gündeki belirtiler, b) yedinci gündeki belirtiler, c) on ikinci gündeki belirtiler	30
Şekil 4.3 Disk difüzyon yöntemine göre uçucu yağların 1 µl/disk konsantrasyonda <i>Xanthomonas</i> spp. izolatları üzerine antibakteriyel etkisi	41
Şekil 4.4 Uçucu yağların 44 kodlu <i>Xanthomonas</i> spp. izolatına karşı oluşturduğu inhibisyon zonu a) kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>), b) streptomisin antibiyotiği, c) sarı kantaron (<i>Hypericum venustum</i>)	43
Şekil 4.5 Uçucu yağların 1 µl/ml konsantrasyonda sıvı besi yerinde <i>Xanthomonas</i> spp. izolatların gelişimi üzerine etkisi (OD)	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1 <i>Xanthomonas</i> izolatlarının MALDI-TOF -MS Biotyper tanılama sonuçları ve güven aralıkları.....	31
Çizelge 4.2 Taş nanesi (<i>Micromeria fruticosa</i> subsp. <i>brachycalyx</i>)’nden elde uçucu yağ bileşenleri.....	32
Çizelge 4.3 Ardiç (<i>Juniperus foetidissima</i>)’tan elde edilen uçucu yağ bileşenleri	33
Çizelge 4.4 Sarı kantaron (<i>Hypericum venustum</i>)’dan elde edilen uçucu yağ bileşenleri.....	34
Çizelge 4.5 Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> subsp. <i>dulce</i>)’den elde edilen uçucu yağ bileşenleri.....	35
Çizelge 4.6 Yabani nane (<i>Mentha</i> sp.)’den elde edilen uçucu yağ bileşenler	36
Çizelge 4.7 Püren (<i>Erica</i> sp.)’den elde edilen uçucu yağ bileşenleri	37
Çizelge 4.8 Okaliptüs (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>)’den elde edilen uçucu yağ bileşenleri.....	38
Çizelge 4.9 Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>)’dan elde edilen uçucu yağ bileşenleri.....	39
Çizelge 4.10 Disk difüzyon yönteminde varyans analiz tablosu.....	41
Çizelge 4.11 Uçucu yağların <i>Xanthomonas</i> spp. izolatlarına karşı disk difüzyon yöntemine göre engelleme zon çapları	42
Çizelge 4.12 Minimum inhibisyon konsantrasyon yönteminde varyans analiz tablosu.....	44
Çizelge 4.13 Uçucu yağların <i>Xanthomonas</i> spp. izolatlarına karşı minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemine göre engelleme ölçümleri	46

EKLER DİZİNİ

	Sayfa No
Ek 1 <i>Xanthomonas</i> izolatlarının MALDI-TOF- MS Biotyper tanılama sonuçları.....	65
Ek 2 Uçucu Yağların GC/MS'e göre analiz sonuçları	72
Ek 2.1 Yabani nane (<i>Mentha</i> sp.) uçucu yağının kromatogram grafiği	72
Ek 2.2 Püren (<i>Erica</i> sp.) uçucu yağının kromatogram grafiği	73
Ek 2.3 Okaliptüs (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>) uçucu yağının kromatogram grafiği	74
Ek 2.4 Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>) uçucu yağının kromatogram grafiği	75
Ek 2.5 a) Sarı kantaron (<i>Hypericum venustum</i>) uçucu yağının ve b) ardıç (<i>Juniperus foetidissima</i>) uçucu yağının kromatogram grafiği	76
Ek 2.6 Taş nanesi (<i>Micromeria fruticosa</i> subsp. <i>brachycalyx</i>) uçucu yağının kromatogram grafiği	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

NA:	Nutrient Agar
NB:	Nutrient Broth
MİK:	Minimum engelleyen doz
DMSO:	Dimethyl sulfoxide
µl:	Mikrolitre
°C:	Santigrat derece
%:	Yüzde
mm:	Milimetre
g:	Gram
mg:	Miligram
l:	Litre
ml:	Mililitre
ppm:	Milyonda bir kısım
sp.:	Tür
syn.:	Sinonim
OD:	Optik dansite
Xav:	<i>Xanthomonas axanopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>
EPPO:	Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü
İZ:	İnhibisyon Zonu (mm)
DD:	Disk Difüzyon
FAO:	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu

1.GİRİŞ

Sebzeler içerdikleri protein, karbonhidrat, vitaminler, enzimler, hormonlar, mineral maddeler ve antibiyotiklerle insan sağlığı ve beslenmesi bakımından önemli bir yere sahiptir (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Türkiye tarım sektöründe sebze üretiminde büyük bir paya sahip olup 2019 yılı itibari ile 39.4 milyon ton sebze üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2020. Erişim tarihi 20.04.2020). Sebze yetiştiriciliği açısından en önemli bitkilerden biri de biberdir. Biber (*Capsicum annuum* L.) dünyada ve ülkemizde farklı şekillerde yüksek oranda tüketilen önemli bir sebze türü olup, domates, patates, patlıcan gibi Solanaceae familyasından, *Capsicum* cinsine aittir Biberin en yaygın kullanılan türü *Capsicum annuum* L. olmakta olup, anavatanı Güney Amerikadır (Krug, 1986). Biber; çeşitli ülkelerde sera, örtü altında ve açıkta yetiştiriciliği yapılan, üretici tüketici ve işleme endüstrisi açısından önemi büyük bir kültür bitkisidir. Biber ılıman ve subtropik ülkelerde bir yıllık, tropik ülkelerde iki yıllık veya çok yıllık yetiştirilen bir sebze türüdür (Şeniz, 1992; Vural ve ark., 2000; Aybak, 2002). Biberin insan beslenmesinde kullanımının yaklaşık 7 bin yıl önceye uzandığı ve yetiştiriciliğinin ise 5 bin yıldan beri yapıldığı yayınlarda belirtilmiştir (Heiser, 1973). Biberin anavatanının Orta Amerika olduğu ve Amerika'da yetiştiriciliği yapılan ilk bitkiler arasında olduğu ve Amerika'nın keşfinden sonra diğer insanlar tarafından öğrenilerek ilk Avrupa'ya daha sonra Çin ve Hindistan'a götürüldüğü düşünülmektedir (Eşiyok, 2012). Dünyada 2018 yılında 1.776.334 ha alandan 4.164.594 ton kuru biber, 1.990.423 ha alandan 36.771.482 ton yaş biber tarımı yapılmıştır (FAO, erişim tarihi 01.06.2020). Türkiye, yaklaşık 2.625.669 ton (TÜİK, 2019. Erişim tarihi 01.06.2020) yıllık biber üretimiyle dünyada üçüncü sırada yer almaktadır ve Akdeniz havzasında bulunan diğer ülkeler içerisinde ise en önemli üretici durumunda yer almaktadır.

Biber yetiştiriciliğini sınırlayan birçok hastalık ve zararlı bulunmaktadır. Bu sorunlar arasında ülkemiz için fitopatolojik açıdan en önemli sorunlarından birisi, *Xanthomonas* spp'nin neden olduğu bakteriyel leke hastalığı olduğu belirtilmiştir (Aysan ve Şahin, 2003). Özellikle çok yağmur alan ve yüksek sıcaklığa sahip alanlar hastalığın şiddetini arttırdığı rapor edilmiştir (Stall,1993).

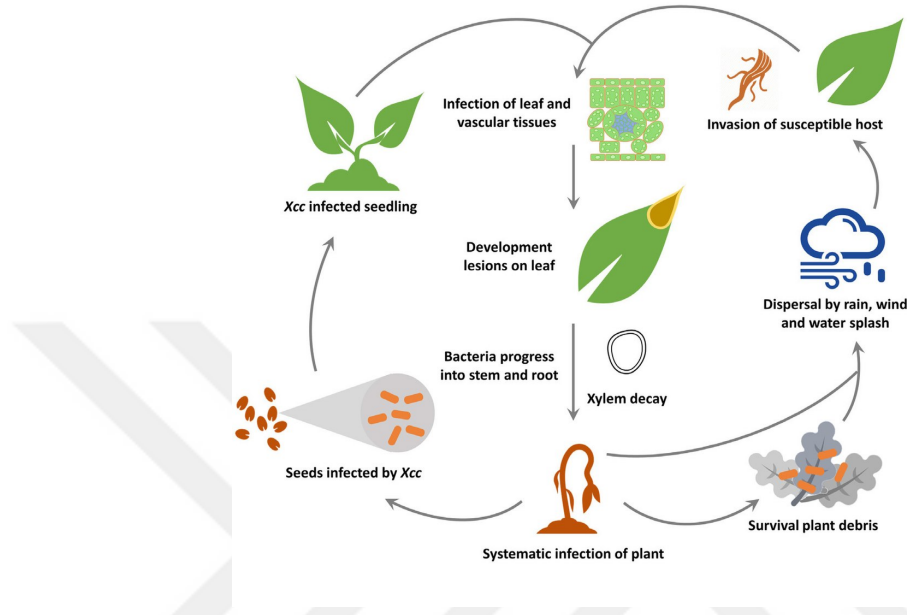
Xanthomonas spp. gram negatif ve obligat aerobik bir bitki patojeni bakteri olup tek bir polar kamçıya sahiptir, hücreler esnek-çubuk (0,4-0,7 x 0,7-1,8 mikrometre) ve genelde tek tek, bazen birkaçı bir arada, nadiren de zincir oluşturabilmektedir. *Xanthomonas* spp. bakterisi nitratları nitrite dönüştüremez, oksidaz negatif veya zayıf pozitif, katalaz pozitif özellik göstermektedir. Karbonhidratlardan asit üretir fakat gaz çıkaramazlar. Biber bakteriyel leke etmenleri 4-37 °C sıcaklıkta gelişebilir, optimum gelişme sıcaklığı 28 °C'dir. Yeast Dextrose Carbonate Agar (YDC)'de düz, sarı ve parlak koloniler oluşturur. Sarı renkli koloni oluşumu ise ksanthomonadin pigmentinden kaynaklanmaktadır. Bu pigment görünür ışık hasarına karşı bakteriyi koruyarak, hayatta kalmasına yardımcı olur ve aynı zamanda çeşitli *Xanthomonas* izolatlarının sınıflandırılmasında da önemlidir (Bradbury, 1984).

Bitki patojen bakteri *Xanthomonas* sp'nin konukçuları arasında domates (*Lycopersicon esculentum*) ve biber (*Capsicum* spp.) gibi kültür bitkilerinin yanı sıra Solanaceae familyasından *Nicotiana rustica*, *Physalis minima*, *Solanum nigrum*, *Solanum dulcamara*, *Solanum rostratum*, *Solanum tuberosum*, *Solanum melongena*, *Solanum* spp., *Hyoscyamus niger*, *Hyoscyamus aureum*, *Lycium chinense*, *Lycium halimifolium*, *Datura* spp, *Nicotiana rustica* ve *Ohysalis* spp. bitkilerinde bulunduğu farklı çalışmalarla belirtilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987; EPPO, 1988; Şahin, 1997). Domates ve biberde bakteriyel leke hastalığına neden olan dört *Xanthomonas* türü (*Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas gardneri*) Avrupa ve Akdeniz Bitki Sağlığını Koruma Örgütü'nün karantina listesinde olup A2 listesinde bulunmaktadır (EPPO, 2015).

Patojenin primer inokulum kaynağının enfekteli tohumlar olduğu; ara konukçular ve bitki artıkları da primer inokulum kaynağını oluşturabildiği belirtilmiştir (Goode ve Sasser, 1980; Jones ve ark., 1986). Patojen daha önce hastalığın bulunduğu alanda 18 ay boyunca hayatta kalabileceği ve enfekteli kuru tohumların yüzeyinden, inokulasyonu yapılmış kumlu tınlı topraktan, konukçunun kuru yaprak ve rizosferinden izole edilebileceği rapor edilmiştir (Bashan ve ark., 1982).

Pohronezny ve ark. (1990) tarafından Xav'ın yaprağa stoma ve yaralardan, gövdeye ise rüzgarla taşınan ufak kum zerreciklerinin veya böceklerin açtığı yaralardan, dolu ve tarımsal işlemler sırasında açılan mekaniksel yaralardan giriş yaptığı belirtilmiştir. *Xanthomonas* spp. hasatla, hasta bitkilerin taşınması ile, enfekteli veya bulaşık tohumların ekilmesi ile, çapalama,

toprak işleme ve sulama suyunun, ya da yağmur sularının etrafa sıçraması ile tarla içinde ve tarlalar arasında yayılabildiği bildirilmiştir (Şekil.1.1) (Bashan, 1986; Pohronezny ve ark., 1990; An ve ark., 2019).



Şekil.1.1 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*'in yaşam döngüsü (An ve ark., 2019)

Biber bakteriyel leke hastalığının en duyarlı kısımların yaprak, meyve sapı ve taç yapraklar olarak bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda hastalık belirtisi olarak önce yaprakların alt yüzeyinde küçük, suda ıslanmış lekeler görülmeye başlar. Bu lekeler 1-5 mm'ye kadar büyür, koyu kahverengiye döner ve hafifçe kabarık oluşur. Yaprak üst yüzeyinde lekelerin etrafı kahverengi bir hale ile kaplanır. Bu yaprak lekelerinin çoğu yaprak kenarı veya uç kısmında toplanır. Yaprak yüzeyinde nemli koşullarda su emmiş gibi görünen küçük sarı yeşil, etrafı sarımsı bir hale ile çevrili lekeler oluşur ve bu lekeler ileri dönemde birleşerek merkezi kahverengi-siyah olan genel bir sarılık simptomu meydana getirir. Bazı durumlarda nektorik kısımlar kuruyarak dökülür ve yapraklar saçma ile delinmiş gibi bir hal alır. Meyvede bakteriyel lekeler önce küçük, hafif kabarık ve düzensizdir. Daha sonra bu lekeler koyu kahverengiye döner ve siğilli bir görünüm alarak meyvede şekil bozukluklarına neden olur. Ayrıca hastalık etmeninin, genç meyvelerde belirti oluşturmadan da meyve dökümüne neden

olabileceği rapor edilmiştir (Nayudu ve Walker, 1960; Bashan ve Okan, 1986; Lelliott ve Stead, 1987; Stall,1993; Şahin, 1997; Aybak, 2002; Aysan ve Sahin, 2003).

Tarımda bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede kullanılan kimyasallar çeşitli kanserlere, doğum anormalliklerine, sinir sistemi hastalıklarına, çevre ve hava kirliliğine, yoğun ve yanlış kullanımları nedeni ile patojenlerde dayanıklılık gelişimine, biyolojik mücadele ajanları ve doğal düşman popülasyonların yok olmasına neden olduğu bilinmektedir (Tiryaki, 2010). Tarımsal ürünlerde kalıntı problemi ise pestisitlerin en önemli yan etkilerindedir. Türkiye’de yaş meyve ve sebze ihracatında yaşanan ilaç kalıntı sorunları bunun en bariz örneklerindedir (Yıldırım, 2010). Ayrıca bu nedenlerden dolayı son yıllarda biyolojik mücadele ve alternatif doğal yöntemler önem kazanmış ve bunlar arasında ise uçucu yağlar ve uçucu bileşenler birçok çalışmada ön plana çıktığı belirtilmiştir. Uçucu yağlar doğada çabuk çözünmeleri nedeni ile kalıntı problemi oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Uçucu yağların etken maddeleri tarımda yeni kimyasalların ortaya çıkışına katkı sağlayarak doğal dengenin korunmasında etkili olabileceği araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen çeşitli ekstraktlar ve onların uçucu yağları, doğal bakterisit olarak görev yapmakta olup, bitki bakteriyel hastalıklarının mücadelesinde potansiyel bir alternatif olarak görülmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen antibakteriyel bileşikler, bitki bakteriyel hastalıklarının mücadelesinde antibiyotik ve bakırlı preparatların alternatifi olarak çalışmalarda değerlendirilmiştir (Soylu ve ark., 2009; Mengulluoglu ve Soylu, 2012; Savoia, 2012; Umarusman, 2018). Bilinçsiz şekilde antibiyotik ve bakırlı preparatlar kullanımına bağlı olarak, bakteri kökenli hastalık etmenlerinin dayanıklı formlar oluşturmasının engellenmesi bakımından, uçucu yağların entegre mücadele kapsamında kullanımı son derece önemli varsayılmıştır (Förster ve ark., 2015; Gwinn, 2018).

Uçucu yağlar, hemen hemen bütün kokulu bitkilerden destilasyon yöntemiyle izole edilebilmekte, bitkilerin çiçek, tomurcuk, yaprak, dal, tohum, meyve ve kök gibi farklı kısımlarından elde edilen aromatik ürünler olup genellikle oda sıcaklığında sıvı ve yağ kıvamında olan uçucu bileşiklerdir (Dorman ve Deans 2000; Ceylan 1997).

Bu çalışmada Kahramanmaraş bölgesinde yetiştirilen rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*); Şanlıurfa bölgesindeki yetiştiricilerden temin edilen kimyon (*Cuminum cyminum*);

doğal floradan toplanan yabani nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), , ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *in vitro* koşullarda disk difüzyon ve MİK yöntemine göre biber bakteriyel leke hastalık etmeni *Xanthomonas* spp.'a karşı antibakteriyel etkisi araştırılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Xanthomonas* spp.'nin Genel Özellikleri

Biber, dünyada ve ülkemizde farklı şekillerde yüksek oranda tüketilen önemli bir sebze türüdür. Solanaceae familyası *Capsicum* cinsi içinde yer alan biberin en yaygın kullanılan türü *Capsicum annuum* L. olmakta olup, anavatanı Güney Amerikadır. (Krug, 1986). Biber; çeşitli ülkelerde sera, örtü altında ve açıkta yetiştiriciliği yapılan, üretici tüketici ve işleme endüstrisi açısından önemi büyük bir kültür bitkisidir. Dünyada 2018 yılında 1.776.334 ha alandan 4.164.594 ton kuru biber, 1.990.423 ha alandan 36.771.482 ton yaş biber tarımı yapılmıştır (FAO, erişim tarihi 01.06.2020). Türkiye, yaklaşık 2.625.669 ton (TÜİK, 2019. Erişim tarihi 20.06.2020) yıllık biber üretimiyle dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Biber bakteriyel leke hastalığının bitki büyümesini yavaşlatarak, meyve verimini ve kalitesini düşürdüğü bildirilmiş olup, hastalığın yoğun olarak ortaya çıktığı durumlarda, meyve ağırlığında %52'ye varan ürün kayıplarına neden olacağı belirtilmiştir. Ayrıca hastalık şiddetine ve bitki yaşına bağlı olarak verim kaybının genç bitkide olgun bitkiye göre daha fazla olabileceği birçok araştırmada rapor edilmiştir (Cook ve Stall, 1982; Cook ve Baker, 1983; Jones ve ark, 1986; Pohronezny ve ark, 1992).

Xav; Gram negatif, çubuk şeklinde, tek kamçıya sahip, 0,6x1.0x-1.5 mikrometre büyüklüğünde ve obligat aerobik bir bakteridir. Yeast Dextrose Carbonate Agar (YDC) besi yerinde düz ve sarı parlak koloniler oluşturur. 4 -37 °C arasındaki sıcaklıklarda gelişebilirken optimum gelişme sıcaklığı 28 °C'dir (Bradbury, 1984; EPPO, 1988; Stall, 1993; Şahin, 1997).

Biber bakteriyel leke hastalığı etmeninin primer inokulum kaynağını enfekteli tohumlar oluşturduğu (Goode and Sasser, 1980) ara konukçular ve bitki artıkları da primer inokulum kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Jones et al., 1986). Bashan ve ark., (1982) tarafından yapılan bir çalışmada patojen daha önce hastalığın bulunduğu alanda 18 ay boyunca hayatta kalabileceği bildirilmiştir.

Xanthomonas spp.'in yaprağa stoma ve yaralardan; gövdeye ise rüzgarla taşınan ufak kum zerreciklerinin veya böceklerin açtığı yaralardan veya dolu ve tarımsal işlemler sırasında

açılan mekaniksel yaralardan giriş yaptığı belirtilmiştir (Bashan, 1986; Pohronezny ve ark., 1990).

Karaca ve Saygılı (1982), ülkemizde bakteriyel leke hastalığı domates bitkisinde Çanakkale’de; Aysan ve Çınar (2001) biberde Doğu Akdeniz Bölgesi’nde rapor etmişlerdir.

Bashan ve ark. (1990), biber bakteriyel leke hastalığı ile infekteli biber bitkilerinde %23-44 oranlarında ürün kaybına neden olduğunu belirtmiştir; ürün kaybının yapraklardaki leke sayısına ve bitkinin infektelenme yaşına bağlı olarak değişeceğini rapor etmişlerdir.

Biber bakteriyel leke hastalığına neden olan *Xanthomonas* spp.’nin konukçuları arasında domates (*Lycopersicon esculentum*), biber (*Capsicum* spp.) gibi kültür bitkileri yer aldığı ayrıca Solanaceae familyasından *Nicotiana rustica*, *Physalis minima*, *Solanum nigrum*, *Solanum dulcamara*, *Solanum rostratum*, *Solanum tuberosum*, *Solanum melongena*, *Solanum* spp., *Hyoscyamus niger*, *Hyoscyamus aureus*, *Lycium chinense*, *Halimium halimifolium* L. ve *Datura* spp, *Nicotiana rustica* ve *Ohysalis* spp. gibi yabancı otlarda konukçuları arasında bulunduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987; EPPO, 1988; Şahin, 1997).

Şahin ve Miller (1998), *Xanthomonas* spp. patojeninin neden olduğu bitki bakteriyel leke hastalığı ile mücadele olanaklarını; sanitasyon, kültürel uygulamalar, kimyasal uygulamalar şeklinde sıralandığını belirtmiştir. Hastalığın primer inokulum kaynağı bulaşık tohumlar olduğunu bildirmiş olup, tohum uygulamaları; bulaşık tohumlardan patojenin tamamen uzaklaştırılması için yeterli olmadığını ayrıca tohumun canlılığını da etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Kimyasal uygulamalar ise fazla maliyetli olması, meyvede kimyasal kalıntı riski oluşturması ve dayanıklı patojen ırkları gelişimi nedeniyle avantajlı olmadığı belirtilmiştir.

Yapraklar ve meyve sapı bitkinin hastalığa en duyarlı kısımlarını oluşturduğu bildirilmiştir. Hastalık belirtisi yaprakların alt yüzeyinde küçük, su emmiş lekeler olarak görülmeye başladığı, daha sonra bu lekelerin 1-5 mm’ye kadar büyüyerek koyu kahverengiye dönüp ve hafifçe kabardığı gözlemlenmiştir. Yaprak üst yüzeyinde ise lekelerin etrafı sarımsı bir hale ile çevrilip ileri dönemde birleşerek merkezi kahverengi-siyah olan genel bir sarılık oluşturduğu belirtilmiştir. Bazı durumlarda nektorik alanlar çöküntü oluşturup kuruyarak

döküldüğü ve yapraklar saçma ile delinmiş gibi bir görüntü aldığı saptanmıştır. Meyvede görülen semptomların ise başlangıçta küçük, kabarcık şeklinde ve düzensiz olduğu daha kahverengi ve siğilli bir görünüm olarak meyve şekil bozukluklarına sebep olarak verimde ve kalitede büyük kayıplar görüldüğü belirlenmiştir. Hastalık etmeni genç meyvelerde semptom oluşturmadan meyve dökümüne de neden olabileceği belirtilmiştir. (Nayudu and Walker, 1960; Bashan and Okon, 1986; Lelliott and Stead, 1987; Stall,1993; Şahin, 1997; Aybak, 2002;)

Aysan ve Şahin (2003), biberin üretimini kısıtlayan çok sayıda fungal, viral ve bakteriyel hastalıkların olduğunu, ülkemizde önemli bir gelir kaynağı olan biberin fitopatolojik açıdan en önemli sorunlarından birisinin, *Xanthomonas* spp'nin neden olduğu bakteriyel leke hastalığı olduğunu, domates ve biber tarımı yapılan bölgelerde ciddi problemler oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Mirik ve Aysan (2005), tarafından araştırılan bir çalışma dünyada ticari olarak biber ve domates yetiştirilen her yerde bakteriyel leke hastalığının görülebileceğini, özellikle çok yağmur alan ve yüksek sıcaklığa sahip bölgelerde hastalığın çok şiddetli olabileceğini bildirmiştir.

Mirik ve ark., (2007) tarafından dayanıklı patojen ırklarıyla ilgili Adana ve Osmaniye'de yapılan bir çalışmada biber ve domatesten izole edilen 67 *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* izolatlarının tümünün 100 µg/ml bakır sülfata toleranslı olduğu ve %7'sinin 20 µg/ml streptomycin'e dayanıklı olduğu bildirilmiştir.

Jackson (2009), bakteriyel leke hastalığına neden olan *Xanthomonas* cinsi bakterisinin prokaryota âlemi, Gamma Proteobacteria sınıfından Xanthomonadaceae ailesine ait Gram negatif bakteri grubunda olduğunu bildirmiştir.

Son yıllarda filogenetik akrabalık ilişkilerinin moleküler olarak saptanmasının ardından domates ve biberde bakteriyel leke hastalığına neden olan patojen dört *Xanthomonas* türü (*Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas gardneri*) kabul edilmiş olup, Avrupa ve Akdeniz Bitki Sağlığını Koruma Örgütü'nün karantina A2 listesinde bulunmaktadır (EPPO, 2015).

An ve ark., (2019) *Xanthomonas campestris pv. campestris*'in topraktaki bitki kalıntılarında iki yıla kadar hayatta kalabileceğini, hastalık bulaşmasının önemli bir yolunu temsil eden bitki tohumlarını kolonize etme yeteneğine sahip olduğunu, çeşitli çevresel ve mekanik yollarla enfekteli bitkilerden sağlıklı bitkilere yayılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca buna ek olarak olgun bitkilerde hidatodlar yoluyla, böceklerin neden olduğu yaprak yaraları ve kök sistemi ile giriş yapabileceğini, enfeksiyon sonunda da yaprak kenarlarından uzanan 'V' şeklinde nekrotik lezyonlar ortaya çıkardığını belirtmişlerdir.

2.2. Uçucu Yağların Etkisi

Maruzzella (1962) tarafından yapılan bir araştırmada, uçucu yağ içeren bazı bitkilerin antimikrobiyal etkileri ortaya konmuştur. Uçucu yağların antimikrobiyal etkinlikleri genellikle yapılarında bulunan fenolik (thymol, carvakrol, eugenol, vb.) ve terpenoid bileşiklerden ileri geldiği öne sürülmüştür.

Yapılan birçok çalışma, sentetik pestisitlerin çevreye verdiği zarar yanında, diğer organizmalar üzerinde de yan etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Bunların yanında pestisitlerin uzun süreli kullanımları sonucunda hedef organizmaların direnç kazanması da diğer bir dezavantaj olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sistemik fungusitlerin topraktan kolayca alınabilmeleri besinlerin ve çevrenin bu kimyasal maddelerle kirlenmesine yol açtığı ve bu grup fungusitlerin mutajenik olmasından dolayı da kullanımları büyük risk taşıdığı rapor edilmiştir (Anonymous 1987; Ragsdale ve ark., 1993).

Akgül ve ark. (1989) gıdalardan elde edilen *Aspergillus niger*, *Mucor* sp, *Penicillium chrysogenum* ve *Rhizopus* sp. mikroorganizmaları üzerine sekiz baharat, on iki bitki ve iki narenciye kabuğundan buhar distilasyonu ile elde edilen yirmi iki uçucu yağın etkisini çalışmalarında incelemişlerdir. Sonuç olarak en etkili uçucu yağlar yabani kekik (*Thymus rariflorus* L) ve kekik (*Thymus serpyllum* L) en az etkili uçucu yağlar ise maydanoz (*Penloselinum sativum* Hoffin) ve scivory (*Satureja hortensis* L) uçucu yağları olduğunu rapor edilmiştir.

Bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadelede günümüzde araştırmacıların ilgisini bitkilerden elde edilen uçucu yağlar çekmeye başlamış ve yapılan çalışmalarda aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraların bitki patojenlerinin gelişimini engelleyebilecek potansiyele sahip oldukları belirtilmiştir (Zambonelli ve ark., 1996; Bianchi ve ark., 1997; Wilson ve ark., 1997; Türküsay ve Onoğur 1998; Ristic ve ark., 2000; Walter ve ark., 2001; Abou-Jawdah 2002; Bouchra ve ark., 2003; Daferera ve ark., 2003; Bowers ve Locke, 2004; Soylu ve ark., 2005a, 2005b, 2006; Lee ve ark., 2007).

Okaliptüs uçucu yağını da içeren sekiz farklı uçucu yağın *Staphylococcus aureus* bakterisi üzerine etkinliğinin incelendiği çalışmalarda fesleğen ve okaliptüs uçucu yağlarının %1'lik konsantrasyonda etkili olduğu; kekik, biberiye, nane, limon otu, karanfil ve defne yağlarının ise %0.05'lik konsantrasyonlarda etki etme potansiyeline sahip olduğu rapor edilmiştir (Hammer ve ark.,1999; Hammer ve ark., 2011).

Doğada kolay bir şekilde parçalanabilen ve bitkilerde kalıcılığı olmayan uçucu yağların bitki hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanımına yönelik yapılmış birçok çalışma rapor edilmiştir (Friedman vd., 2002; Mondal ve Khalequzzaman, 2009; Al-Rezaa ve ark., 2010). Bu çalışmalardan bazıları, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde yapılan *in vitro* koşullarda etkili olduğu ve alternatif mücadele aracı olarak kullanılmasını öneren çok sayıda araştırma bulgusu bildirilmiştir (Basım ve ark., 2000; Daferera ve ark., 2003; Şahin ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2006; Altundağ, 2007).

Daferera ve ark. (2003), kekik, giritotu, biberiye, lavanta, adaçayı, yarpuz ve mercanköşk bitkilerinden elde edilen uçucu yağları *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani* var. *coeruleum* patojenleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada; lavanta, biberiye, adaçayı ve yarpuz esansiyel yağlarının kekik ve giritotu esansiyel yağlarına göre daha az gelişmeyi engelleyici aktivite gösterdiği rapor edilmiştir.

Basım ve ark. (2003) tarafından Isparta ilinde yetişen gül bitkisinin (*Rosa damascene*) petal yapraklarından elde edilen uçucu yağının *Xanthomonas axonopodis* subsp. *vesicatoria*'nın üç farklı izolatına karşı olan antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır ve gül

yağının göstermiş olduğu antibakteriyel etkinliğin hastalık etmeninin mücadelesinde kimyasal mücadeleye alternatif olabileceği saptanmıştır.

Thakare ve ark. (2003) tarafından uçucu yağların antibakteriyel etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada *Mentha* sp., *Ocimum* sp., *Lemongrass* sp., *Citronella* sp., *Turmeric* sp., *Palmarosa* sp. bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, hastalık etmenine *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* karşı aktivitesi incelenmiş ve sonuç olarak kekik ve *Ocimum* sp. bitki uçucu yağının patojene karşı yüksek düzeyde antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir.

Cantore ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada *Foeniculum vulgare* ve *Coriandrum sativum* L. bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Escherichia coli* ve *Bacillus megaterium* 'a karşı antibakteriyel etkisinin, antimikrobiyal analizlerde kullanılan bakterilerin ve kültür mantarı hastalıklarından sorumlu 27 fitopatojenik bakteri türü ve iki mikopatojenik tür araştırılmış olup *Coriandrum sativum* 'a göre *Foeniculum vulgare* 'nin etkisinin biraz daha düşük olduğu rapor edilmiştir.

Abou-Jawdah ve ark. (2004) tarafından uçucu yağların antifungal etkisinin incelendiği çalışmada *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, *Rhizoctonia solani* ve *Sphaerotheca cucurbitae* gibi 7 bitki patojeni fungusun Lübnan'da yetişen yabancı 9 bitki çeşidinden elde edilen ekstraktları kullanmışlardır. Sonuç olarak *Origanum syriacum*, *Micromeria nervosa* ve *Plumbago maritima* ekstraktlarının spor çimlenmesi ve misel gelişimini engellemede yüksek düzeylerde etki ettiği bildirilmiştir.

Duru ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada *Micromeria cilicica* uçucu yağının ana bileşeni olan pulegone ve beş farklı ekstraksiyonun antimikrobiyal aktivitesi, insanlarda enfeksiyona neden olduğu bilinen *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans* patojenleri üzerinde incelenmiştir. Sonuç olarak pulegon ve ekstraktları mikroorganizmaların çoğuna karşı antimikrobiyal aktivite sergilendiği bildirilmiştir. Düşük miktarlarda (10 µl) *Micromeria cilicica* 'nın uçucu yağı birçok bakteri ve *Candida albicans* 'ta büyüme inhibisyonuna neden

olduğu, tüm bakteriler ve *Candida albicans* için yüksek konsantrasyonlarda (25 µl) güçlü antimikrobiyal ve antikandidal aktiviteler gözlemlendiği ayrıca rapor edilmiştir.

Rios ve Recio (2005) tarafından aromatik bitkilerin geçmişten günümüze alternatif tıp alanında yaygın bir şekilde kullanıldığını ve bunun en güzel örneği olarak ise uçucu yağların kaynağı olarak kullanılan bitkilerin antik çağlarda mikroorganizmalar hakkında henüz hiçbir bilgi sahibi olunmamasına rağmen o zamandan günümüze kadar bulaşıcı hastalıkların tedavisinde kullanıldığını bildirmiştir.

Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) yağının antimikrobiyal etkisi üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarına göre *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* mikroorganizmalarına belirli oranda etki gösterdiği bildirilmiştir (Kavanagh 1972; Couceiro ve ark. 2006).

Farklı çalışmalarda tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların doğal formda olması; insan sağlığını, diğer canlıları ve doğayı tehdit etmemesi nedeniyle tarımda kullanılan sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Bautista-Banos ve ark., 2006; Szczerbanik ve ark., 2007).

Boyraz ve Koçak (2006) yaptıkları çalışmada nane (*Mentha piperita* L.), okaliptüs (*Eucalyptus* sp. L.), ardıç (*Juniperus communis* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.) gibi uçucu yağlarını *Alternaria mali*, *Botrytis cinerea* Pers. *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum circinans*, *Fusarium oxysporum* fungusları üzerine antifungal etkilerini incelemişlerdir ve tüm yağların, fungusların kolonyal gelişimleri üzerine farklı dozlarda etkili olduğu rapor etmişlerdir.

Ertürk (2006) tarafından yapılan bir çalışmada *Mentha piperita*, *Erica arborea*, *Juniperus oxycedrus*, *Cuminum cyminum*'u da içeren 11 adet bitki ekstraktının ve *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* ve *Aspergillus niger* patojenlerine karşı *in vitro* şartlarda etkinliği incelenmişve *Mentha piperita*, *Laurus nobilis* ve *Juniperus oxycedrus* L. uçucu yağlarından elde edilen ekstraktlar 5mg/mL'den düşük MİK değerleri ile yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği belirtilmiştir.

Koçak ve Boyraz (2006), *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria mali*, *Botrytis cinerea* ve *Colletotrichum circinans* patojenlerine karşı yavşan (*Artemisia* sp.), kekik (*Thymus vulgaris*), okaliptüs (*Eucalyptus* sp.), kimyon (*Cuminum cymimum* L.), ardıç (*Juniperus communis* L.), nane (*Mentha piperita* L.) ve çörtük (tarhana otu, turşu otu) (*Echinophora tenuifolia* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar etkinliği araştırılmış olup; ardıç ve çörtük uçucu yağları hariç diğer uçucu yağların 10 µl ve 50 µl dozlarında fungusların miselyumlarını tamamen engellediği saptanmıştır. Bitkilerin uçucu yağlarının patojenlerin miselyum gelişimlerini engelleme oranları en yüksekten en düşüğe doğru kekik, nane, kimyon, okaliptüs, ardıç ve çörtük olarak sıralanmıştır.

Schelz ve ark. (2006), tarafından nane yağı ve biberiye yağlarının *Saccharomyces cerevisiae*'nin iki izolatına (*Saccharomyces cerevisiae* 0425 52C ve 0425 delta/1) karşı etkileri incelenmiş ve iki yağın da gelişmesini engellemede etkili olduğu saptanmıştır.

Singh ve ark. (2006), rezene uçucu yağını *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum* ve *Fusarium moniliforme* üzerinde antimikrobiyal etkisini araştırılmış ve %100 antifungal aktivite gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Soylu ve ark. (2006), rezene uçucu yağının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir araştırmada rezene bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Phytophthora infestans*'a karşı antifungal etki gösterdiği bildirilmiştir.

Altundağ (2007) tarafından yapılan çalışmada *Origanum minutiflorum*, *Sideritis erythrantha* subsp. *erythrantha*, *Satureja wiedemanniana*, *Salvia tchihatcheffii*, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus*, *Bentham* subsp. *erythrantha* bitkilerine ait uçucu yağların bitkilerde hastalık oluşturan yirmi bakteriye karşı etkisi incelenmiştir. Denemeler besi ortamı üzerinde kurulmuş ve uçucu yağların oluşturduğu inhibisyon zon çapları 0-54 mm arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca bu uçucu yağların antibakteriyel MİK değerleri de araştırılmıştır ve en düşük 125 µg/ml olarak saptantığı belirtilmiştir. *In vitro* denemeleri sonucu en etkili bulunan *Origanum minutiflorum* bitkisinden elde edilen uçucu yağı, *Xanthomonas vesicatoria* patojenine karşı denenmiştir. *Origanum minutiflorum* bitkisinin uçucu yağını farklı dozlarını *Xanthomonas vesicatoria* üzerinde araştırmış ve önce bitki ekstraktını yapraklara püskürtülerek uygulamış, ardından 24 saat sonra patojen bulaştırılarak ekstraktların hastalığa

karşı koruyucu özelliğinin olup olmadığı incelenmiştir. Sonuç olarak *Origanum minutiflorum* uçucu yağının 1/5 konsantrasyonda 33 mm zon çapı elde ettiği rapor edilmiştir.

Tanovic ve ark. (2007) tarafından uçucu yağların antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 17 adet ticari uçucu yağ kullanılmıştır ve sonuç olarak tarçın, kekik, fesleğen ve rezene uçucu yağlarının antimikrobiyal etki gösterdiği ve özellikle *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* gelişimini engelledikleri belirtilmiştir.

Calsamiglia ve ark. (2007) Uçucu yağların ana etki mekanizmasının gram pozitif ve gram negatif bakterilerin membran bütünlüğünün bozulmasına neden olmalarından kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Çelik ve Çelik (2007) tarafından uçucu yağların uzun zamandır bilimsel ve ticari olarak, kozmetik, ilaç, gıda sanayi, aromaterapi ve fitoterapi gibi birçok alanda kullanıldığı belirtilmiş ve uçucu yağ içeren bazı bitkilerin antimikrobiyal etkileri çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu bitkilerin uçucu yağlarının antimikrobiyal etkinlikleri genelde yapılarında bulunan fenolik (thymol, carvakrol, eugenol, vb.) ve terpenoid gibi bileşenlerden ileri geldiği ve bu bileşenlerce zengin aromatik bitkiler birçok hastalıkların tedavisinde kimyasallara alternatif mücadele amacıyla da kullanıldığı öne sürülmüştür (Maruzzella, 1962; Cerit, 2008).

Uçucu yağların doğasında lipofilik olduğundan hücre duvarı ve hücre zarından kolaylıkla geçebilir. Uçucu yağların ve bileşenlerinin polisakkaritler, yağ asitleri ve fosfolipitler ile etkileşimleri, bakteriyel membranları daha geçirgen hale getirir, böylece iyonların ve hücre içeriğinin kaybı hücre ölümüne yol açar (Edris, 2007; Saad ve ark., 2013).

Cerit ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen mercanköşk (*Origanum onites*), kimyon (*Cuminum cyminum*), defne (*Laurus nobilis*) ve biberiye (*Rosemarinus officinalis*) bitkilerinin uçucu yağlarının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Lactobacillus lactis* ve *Lactobacillus cremoris* bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkilerini incelemiş olup en etkili uçucu yağın mercanköşke ait olduğunu; bunu sırasıyla kimyon, defne ve biberiye uçucu yağlarının takip ettiğini tespit etmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu düştükçe antibakteriyel etkinin azaldığı da gözlemlenmiştir.

Yıldırım (2008), pestisitlerin hem insanlara verdiği zararlı etki ile hem de zararlı etmenleri doğada baskı altında tutan faktörlerden en önemlisi olan parazitoit ve predatörlere de etki ettiğini bildirmiştir. Ayrıca toprakta oluşan kirlilik nedeni ile de topraktaki mikroorganizmaların pestisitlerden etkilenmekte olduğu ve pestisitlerin bilinçsiz kullanılması sonucunda bal arıları, yaban hayat ve evcil hayvanlar da kötü bir şekilde etkilendiği rapor edilmiştir.

Anwar ve ark., (2009) rezene uçucu yağını *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani* mikroorganizmaları üzerine etkinliği araştırılmış ve sırasıyla 14, 29, 28, 26 ve 19 mm inhibisyon zon çaplarıyla yüksek etki gösterdiğini gözlemlemiştir.

Van-Vuuren ve ark. (2009) tarafından minimum inhibisyon konsantrasyonun belirlendiği bir çalışmada biberiye, kekik, nane ve Hint defnesi uçucu yağlarının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923'e karşı MİK değeri makro dilüsyon yöntemi ile sırasıyla 6,00 mg/ml; 4,70 mg/ml; 8,00 mg/ml ve 6,70 mg/ml olarak belirtilmiştir.

Esansiyel yağlar veya eterik yağlar adı verilen uçucu yağlar, distilasyon yoluyla veya preslemeyle elde edilen, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök gibi çeşitli kısımlarından elde edilen, oda sıcaklığında sıvı formda olan, kolaylıkla kristalleşebilme özelliğine sahip, genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu, kuvvetli kokulu, doğal bir karışım olarak çalışmalarda tanımlanmıştır (Ceylan, 1983; Dorman ve Deans, 2000; Burt, 2004). Bu kompleks karışımların güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip ve çevre dostu oldukları için bitki zararlıları ile mücadelede bir alternatif olarak düşünülmektedir (Burt, 2004; Çakır ve ark., 2005; Schnitzler ve ark., 2008; Kotan ve ark., 2008; Soylu ve ark., 2009; Viuda-Martos ve ark., 2010; Soylu ve ark., 2010; Sertkaya ve ark., 2010).

Yapılan birçok çalışmada güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip ve çevre dostu olan uçucu yağlar, bitkisel ve gıda kökenli hastalık etmenlerinin yanı sıra, bitki zararlıları ile mücadelede de ümit verici sonuçların alınmasını sağlayarak alternatif mücadele yöntemi olarak görülebileceği rapor edilmiştir (Soylu ve ark., 2009; Soylu ve ark., 2010; Sertkaya ve ark., 2010).

Tiryaki (2010), pestisitlerin doğrudan veya dolaylı olarak insan sağlığını etkilediğini, pestisitlerin yanı sıra, parçalanma ürünleri olan metabolitleri de insanlara zehir etkili olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca bu maddelerin bir kısmı birikime uğrayarak, bir kısmı da birikmediği halde sinir hücrelerinde bozulmalara neden olduğu için tehlikeli sonuçlar doğurabileceği belirtilmiştir. Pestisitlerin çoğu kanserojenik, mutajenik, alerjik, tahriş edici etkiler gösterebileceği; yoğun ve yanlış kullanımları nedeni ile çevre ve hava kirliliğine, patojenlerde dayanıklılık gelişimine, biyolojik mücadele ajanları ve doğal düşman popülasyonların yok olmasına, neden olabileceği bildirilmiştir.

Abdollahi ve ark. (2010), domateste hasat sonrası görülen *Alternaria alternata* ve *Penicillium digitatum* etmenlerine karşı *Carum capticum* L. (ajowan), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Carum carvi* L. (Frenk kimyonu) uçucu yağlarının aktivitelerinin belirlendiği çalışmada, ajowan uçucu yağının *Alternaria alternata*'ya 200 µl/l ve üzeri konsantrasyonlarında antimikrobiyal etki, kimyon ve rezenenin ise daha az antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Penicillium digitatum*'a ise ajowan uçucu yağının 400 µl/l ve üzeri, rezene uçucu yağının ise 300 µl/l ve üzeri konsantrasyonlarda fungal gelişimi engellediği bildirilmiştir.

Lopez-R. ve ark. (2010) tarafından elmada yapılan bir çalışmada, *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum* etmenlerine karşı, *Foeniculum sativum* (rezene), *Mentha arvensis* (nane), *Ocimum basilicum* (reyhan), *Lavandula officinalis* (lavanta), *Origanum majorana* (güvey otu), *Origanum vulgare* (kekik), *Satureja montana* (zahter), *Rosmarinus officinalis* (biberiye), *Salvia officinalis* (adaçayı), *Tymus vulgaris* (kekik) uçucu yağları uygulandığında kekik, *Origanum vulgare*, *Satureja montana* ve *Tymus vulgaris* uçucu yağlarının % 1'lik emülsiyonlarının elmalarda yüksek antifungal etki gösterdiği bildirilmiştir.

Hashem ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, fesleğen, kimyon ve sardunya bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Fusarium* spp. patojenlerine karşı antimikrobiyal etkisi denenmiş olup tüm izolatların önemli antimikrobiyal etkiye neden olarak etkili bir şekilde engelleme bölgeleri oluşturduğu belirlenmiştir.

Yıldırım (2010) tarafından ortaya konulan çalışmada ülkemizde yaş meyve-sebze ihracatında yaşanan ilaç kalıntı problemlerinin bu faktörlerin en önemli göstergesi olduğu

belirtilmiştir. Bu faktörler nedeni ile biyolojik ve organik mücadele yöntemlerinden uçucu yağların önemi artmış olup, bu uçucu yağların birçok bileşene sahip olması nedeniyle bakteriyel etmenlerin kolaylıkla dayanıklılık sorunu oluşturamaması ise tercih edilebilir bir alternatif olabileceğinin göstergesi olarak düşünülmüştür.

Tyagi ve Malik (2011) tarafından *Mentha piperita* (nane) uçucu yağının *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Mucor* spp. ve *Fusarium oxysporum* patojenlerine karşı değme etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, uçucu yağın minimum engelleme oranlarının 1.13 ile 2.25 mg/ml dozları arasında, antimikrobiyal etkinin ise 2.25 ile 4.5 mg/ml konsantrasyonları arasında olduğunu saptamışlardır.

Ramadan et al (2012), tarafından yapılan çalışmada kimyon(*Cuminum cyminum* L.) uçucu yağının antimikrobiyal etkisi incelenmiştir ve uçucu yağın çeşitli mikroorganizmalara karşı 9-13 mm inhibisyon zon çapı ile antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir.

Soylu ve ark. (2012) tarafından disk difüzyon yöntemi ile *Origanum*, rezene, lavanta uçucu yağlarının antibakteriyel etkisini denediği çalışmada; uygulanan 5 µl/ml dozun *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* bakterisi üzerine gelişimini 9.3-35.6 mm zon ile değişen oranlarda engellediği bildirilmiştir.

Nashwa ve Abo-Elyousr (2012), okaliptüs bitkisinin de yer aldığı 5 bitki ekstraktını *Alternaria solani*'ye karşı domates bitkisinin yeşil aksamına püskürtme yöntemi ile incelemişlerdir ve deneme sonucuna göre %5 konsantrasyonda *Allium sativum*, *Datura stramonium* ve *Azadirachta indica* ekstraktlarının en yüksek etki gösterdiğini saptamışlardır.

Oraby ve El-Borollosy (2013), bazı aromatik bitkilerden (*Mentha piperita*, *Ocimum basilicum* ve *Thymus vulgaris*) elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal etkinliğini incelendiği çalışmada; uçucu yağların, bazı zararlı bakteri ve mayalar (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* ve *Candida albicans*) üzerinde inhibe edici aktiviteleri olduğunu belirtmişlerdir.

Kotan ve ark. (2013) tarafından çibriska (*Satureja hortensis* L.) bitkisinden elde edilen uçucu yağı, ekstraktları ve çibriskanın iki önemli bileşeninin (carvacrol ve thymol) bitki patojeni bakterilerine karşı tohum dezenfektanı olarak kullanılma potansiyelini araştırılmıştır.

Bu araştırmada disk difüzyon, MİK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) ve seri dilüsyon metotlarını kullanmışlardır ve sonuç olarak *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ve *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* bakterileri ile bulaşık tohumların kullanıldığı çalışmada uçucu yağ, carvacrol ve thymol güçlü bir antibakteriyel etki gösterirken ekstraktların (n-hexane, chloroform, acetone ve methanol) zayıf etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Birçok çalışmada uçucu yağların, doğal bakterisit olarak kullanılması ile birlikte, bitki bakteriyel hastalıklarının kontrolünde entegre mücadelenin bir parçası olarak kullanılmasında etkili bir alternatif olarak görüldüğü belirtilmiş olup ayrıca bu uçucu yağların etken maddeleri tarımda yeni pestisitlerin ortaya çıkışına da katkı sağladığı rapor edilmiştir. Buna göre tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen antibakteriyel bileşiklerin, bakteriyel hastalıkların kontrolünde antibiyotiklerin ve bakırın alternatifi olarak kullanabileceği sonucuna varılmıştır (Soylu ve ark., 2009; Mengülluoğlu ve Soylu, 2012; Savoia, 2012; Umarusman, 2018).

Yılmaz ve ark. (2014) tarafından rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), ardıç (*Juniperus communis* L.), nane (*Mentha piperita* L.) uçucu yağlarını da içeren 20 tane ticari uçucu yağın domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmenini (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) tohum uygulaması ve film kaplama çalışmaları üzerinde etkinliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Sonucunda ise *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı en etkili uçucu yağın *Origanum vulgare* olduğu ve bunu sırasıyla *Origanum onites*, *Lavandula stoechas* ve *Rosmarinus officinalis* izlediği bildirilmiştir. Uçucu yağların MİK değerleri 62.5-500 ppm arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Çalışılan 20 adet ticari uçucu yağdan 10 tane uçucu yağ (*Origanum vulgare*, *Origanum onites*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Mentha piperita*, *Rosa damascena*, *Matricaria rucutita*, *Myrtus communis* ve *Lavandula angustifolia*) *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı %65 ve üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği çalışmalarında rapor edilmiştir.

Bitki bakteri hastalıkları ile mücadelede etkili bir kimyasal mücadelesinin olmaması bu tip hastalıkların kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bundan dolayı bitki bakteri hastalıklarının kontrolü kültürel önlemler, yasal tedbirler ve koruyucu ilaçlamalar şeklinde yürütüldüğü ve genel olarak bakteriler ile mücadelede antibiyotik ilaçlar kullanıldığı bildirilmiştir. Fakat ülkemizde tarım alanında antibiyotik içeren zirai mücadele ilaçlarının kullanımı yasak olması

sebebiyle, bu tip ilaçlara ruhsat verilmediği belirtilmiş olup ruhsat verilmemesinin ve kullanılmamasının nedeni olarak yoğun ve bilinçsiz kullanımı sonucu dayanıklı bakteri ırklarının ortaya çıkması, kalıntı ihtimali oluşturabilmesi gösterilmiştir. Günümüzde bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede uygulanan kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif olarak ekolojik mücadele yöntemleri önerilmiştir. Bunların içinde de antimikrobiyal etkiye sahip, doğada kolay şekilde parçalanabilen, bitkilerde kalıcılığı olmayan, aromatik bitkilerden elde edilen ekstraktların ve uçucu yağların kullanılması çalışmalarda rapor edilmiştir (Şahin ve ark., 2003; Şahin ve ark., 2004; Daferera ve ark., 2003; Altundağ ve Aslım 2005; Iacobellis ve ark., 2005; Kızıl ve Uyar 2006; Mondal ve Khalequzzaman 2009; Soylu ve ark., 2009; Al-Reza ve ark., 2010; Kotan ve ark., 2010; Sertkaya ve ark., 2010; Soylu ve ark., 2010; Mengulluoglu ve Soylu 2012; Soylu ve ark., 2012, Görmez ve ark., 2014; Yılmaz ve ark., 2014; Belgüzar ve ark., 2016; Yanar ve ark., 2016; Kaya ve ark., 2018).

Haşimi ve ark. (2014) tarafında kimyon uçucu yağının antimikrobiyal etkisini inceledikleri çalışmada, kimyon uçucu yağının 22 ± 0.9 mm'lik inhibisyon zon çapı ile *Candida albicans* 'a karşı yüksek antimikrobiyal aktivite (inhibisyon zonu >20 mm) gösterdiği ve bu değer pozitif kontrol olarak kullanılan, antifungal ajan olan nystatinin gösterdiği etkiye (25.5 ± 0.6 mm) çok yakın bir değer olduğu rapor edilmiştir.

Mehani ve ark. (2014), *Eucalyptus camaldulensis* uçucu yağının *Fusarium graminearum* ve *Fusarium sporotrichioides* patojenleri üzerine antifungal aktivitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada okaliptüs uçucu yağının 1.25, 2.5, 5 ve 10 µl konsantrasyondaki artışla birlikte antifungal etkinin de arttığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak *Eucalyptus camaldulensis* uçucu yağının belirgin antifungal aktiviteye sahip olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Antibiyotik ve bakırlı preparatların kullanımına bağlı olarak, bakteri kökenli hastalık etmenlerinin dayanıklı formlar geliştirmesi engellenebileceği ve bu uçucu yağların entegre mücadelede kullanımı son derece önemli olduğu çalışmalarda değerlendirilmiştir (Förster ve ark., 2015; Gwinn, 2018).

Turhan (2015), kimyon uçucu yağının *Staphylococcus aureus*'a karşı aktivitesini incelediği çalışmanın sonucuna göre 2,5 µl yağ miktarında dahi bakteri gelişimini tamamen inhibe ederek yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Al-hamwi ve ark. (2015), *Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx* bitkisinden elde edilen ekstraktın antioksidant aktivitesi incelemiş ve *Staphylococcus aureus*'a karşı en güçlü antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiği bildirilmiştir.

Sharma ve ark. (2017), *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* 1322' ye karşı uçucu yağların antifungal etkilerinin incelediği bir çalışmada, karanfil (*Syzygium aromaticum*), limon otu (*Cymbopogon citratus*), nane (*Mentha x piperita*) ve okaliptüs (*Eucalyptus globulus*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar kullanılmış ve yağların inhibisyon etkilerinin doza bağlı etki gösterdiğini bildirmişlerdir. En iyi etki gösteren uçucu yağın karanfil yağı olduğu belirtmişlerdir. Limon otu, nane ve okaliptüs esansiyel yağlarının nispeten daha yüksek konsantrasyonlarda inhibe edici olduğu rapor edilmiştir.

Ünlü (2018) Uçucu yağların *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerine etkilerinin *in vitro* koşullarda disk difüzyon metodu ile araştırıldığı ve sonra en etkin miktar belirleme çalışması antibiyogram disklerinin petri kapağına yapıştırılması yöntemi ile belirlendiği bir çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucunda Cmm bakterisi üzerine okaliptüs yağının etkili olduğu, en etkili miktarın 25 µl yağ ve 23 mm inhibisyon zon çapı olduğu tespit edilmiş ve sarı kantaron, karanfil, anason ve hardal yağlarının Cmm üzerine herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

Kaya ve ark. (2018) baklagil tohum böceği (*Callosobruchus maculatus*) ergini üzerine origanum (*Origanum syriacum* L.), lavanta (*Lavandula angustifolia* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenleri ve fümigant insektisit etkinliği üzerine bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak uçucu yağlar arasında, origanum uçucu yağı daha düşük konsantrasyonda (30.0 µg ml⁻¹ hava) en yüksek etkinlik gösterdiği; rezene, defne, adaçayı ve lavanta uçucu yağlarının ise 40.0 µgml⁻¹ hava konsantrasyonunda %100 ergin ölümlerine neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Aktepe ve ark. (2019) tarafından *Mentha arvensis* dahil 16 bitki uçucu yağının *Erwinia amylovora*'ya karşı etkisinin araştırıldığı çalışma sonucuna göre *Mentha arvensis* uçucu yağının 15.11 mm'lik engelleme zonuyla streptomisinden daha güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir.

Elçi ve ark. (2019) tarafından *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı ticari okaliptüs uçucu yağının etkinliğinin incelendiği çalışmada 20 µl konsantrasyonda okaliptüs uçucu yağ içeren disklerin etrafında yaklaşık 23 mm çapında inhibisyon zonu oluşturmak suretiyle en etkili yağ olarak saptandığı rapor edilmiştir.

Tlas ve ark. (2021), *Erica manipuliiflora*'nın bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. Sonuç olarak *Erica manipuliiflora*'dan elde edilen uçucu yağın bazı patojenik bakterilere karşı orta düzeyde bir aktiviteye sahip olduğunu, minimum bakterisidal konsantrasyon (MBC) değerlerinin 8 ila 32 mg/ml arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca *Erica manipuliiflora*'nın çiçeklenme öncesi dönemi ile tam çiçeklenme dönemi arasında farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

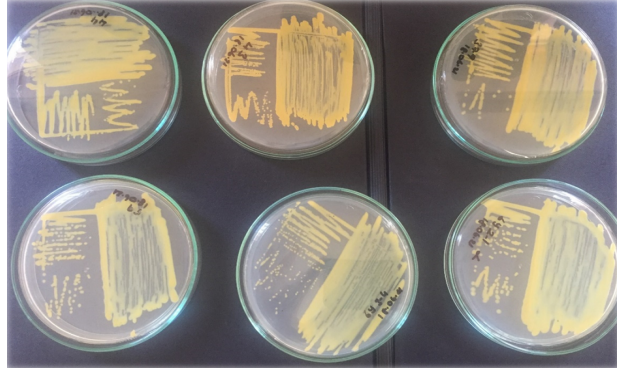
3.1. Materyal

Daha önce Kahramanmaraş ili hastalık belirtisi gösteren biber bitkilerinden izole edilen 133 tane *Xanthomonas* spp. izolatu, besi yerleri, çeşitli kimyasallar, laboratuvar malzemeleri, inkübatör, etüv, otoklav, türbidimetre, spektrofotometre, dijital kumpas, DMSO (Dimethyl sulfoxide), patojenite çalışmalarında biber (*Capsicum annuum* L.), clevenger tipi distilasyon düzeneği; uçucu yağlar için Kahramanmaraş bölgesinde yetiştirilen rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) ve Şanlıurfa bölgesindeki yetiştiricilerden temin edilen kimyon (*Cuminum cyminum*); doğal floradan toplanan taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), yabani nane (*Mentha* sp.), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkileri bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Biber tohumu olarak Sena çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Bakteri kültürlerinin geliştirilmesi

Daha önce Kahramanmaraş ili hastalıklı biber bitkilerinden izole edilen ve stok olarak -20 °C'de % 30'luk gliserol içerisinde saklanan *Xanthomonas* spp. izolatları Nutrient Agar besi yerinde geliştirilmiştir. Taze hazırlanan NA besi yeri içeren petrilere bakteri kültürleri çizgi ekim şeklinde ekimi yapılmıştır. Petrilere 48 saat 25°C'de inkübe edildikten sonra sarı ve parlak renkli koloni gelişimleri gösteren izolatlar seçilerek alınmış (Şekil 3.1) ve patojenitesi kontrol edilmiştir.



Şekil 3.1 Denemede kullanılan saf *Xanthomonas* spp. izolatları

3.2.2. Patojenite testi için biber bitkilerinin yetiştirilmesi

Patojenite testi amacıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Fitobakteriyoloji Laboratuvarı İklim Odasında biber (*Capsicum annum* L.) yetiştirilmiştir. Çeşit olarak Sena çeşidi kullanılmıştır. Sena çeşidi, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiş, Kahramanmaraş bölgesine uygun bir çeşittir. Ekim için gerekli toprak otoklavda sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Steril edilen topraklar viyollere koyulmuştur ve biber tohumları ekilmiştir. Tohum ekiminden 20-25 gün sonra oluşan fideler 15 cm çapındaki saksılara şaşırtılmıştır. İklim odasında bitkiler 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık florasan lambalarla ışıklandırılmış, iklim odasının sıcaklığı 25 °C nemi ise %60-70 arasında tutulmuştur.

3.2.3.Patojenite testi

Patojenite testinde 4-5 yapraklı biber bitkileri kullanılmıştır. NA besi yerinde geliştirilen 24-48 saatlik bakteri izolatlarının türbidimetrede hazırlanan 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu biber yaprağının alt yüzeyinden epidermise püskürtülerek inokule edilmiş (Şekil 3.2) ve bitkiler polietilen torbada 2 gün bekletildikten sonra polietilen torbalardan çıkarılmıştır. Negatif kontrol olarak fizyolojik su (%0.85) kullanılmıştır. İnokulasyon sonrası bitkiler 25 °C sıcaklık ve %60±5 nemde bekletilerek her gün kontrolü sağlanmıştır. İnoküle edilen alanlarda 14-21 gün sonra nekrotik görünüm oluşmuştur. Belirti gösteren biber fidelerinde nektrotik lekeli kısımlar bir bisturi ile hastalıklı ve sağlıklı bölgeyi içerecek şekilde küçük bir kesit alınarak kesilerek %70 alkol emdirilmiş bir pamuk

arasında 30-40 saniye bekletilmiştir. Bu parçalar daha sonra steril porselen havan içerisinde ezilmiş ve üzerine steril fizyolojik su (% 0,85 NaCl) ilave edilerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örnek 15-20 dk bekletildikten sonra bir öze alınarak içinde NA besi yeri içeren petrilere ekim yapılmış ve petriler $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübatörde inkübe edilmiştir. Ekim yapılan petriler üzerinde oluşan açık sarı renkli koloniler seçilerek saflaştırılmıştır. Elde edilen izolatlar tekrar patojenite çalışması yapılmış ve patojen olan izolatlar daha sonra çalışmalarda kullanılmak üzere eğik olarak hazırlanmış YDC agar besi yerinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında ve %15 gliserin içerisinde -20°C 'de saklanmıştır.



Şekil 3.2 Bakteri izolatlarının 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonun biber yaprağının alt yüzeyinden epidermise uygulanması

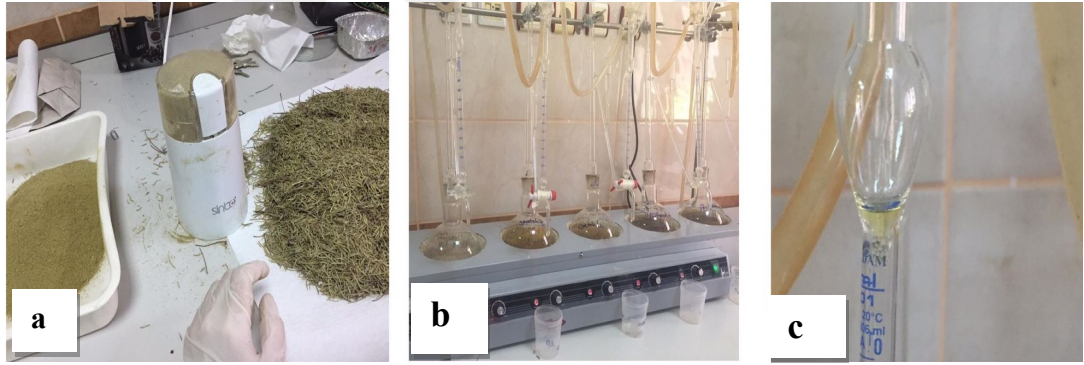
3.2.4 Patojen izolatların MALDI-TOF ile tanınması

Xanthomonas spp. izolatlarının tür teşhisleri MALDI-TOF MS (Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) (Pavlovic ve ark., 2012) ile Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi'nde hizmet alımı ile yapılmıştır.

3.2.5. Uçucu yağların elde edilmesi

Çalışmada uçucu yağ eldesi için farkı bitki materyalleri temin edilmiştir. Toplanan bitkilerin toprak üstü kısımları gölgede hava sirkülasyonunun sağlandığı bir yerde sık sık karıştırılarak kurutulmuştur. Uçucu yağların elde edilmesi Kahramanmaraş Sütçü İmam

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yabani nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerinden uçucu yağ elde etmek için bu bitkilere ait kurutulmuş bitki örneklerinden rezene ve kimyonda tohumlar, sarı kantaron, taş nanesi, püren ve yabani nanenin toprak üstü kısımları, okaliptüs ve ardıç bitkilerinin ise yaprakları uçucu yağ eldesi için kullanılmıştır. Toz haline getirilen örneklerden 40-50 gram alınmış ve üzerine 500 ml su ilave edilerek şilifli balona konulmuştur. Hidrodistilasyon yöntemi ile Neo-clevenger tipi distilasyon cihazında 3 saat süre ile uçucu yağ elde edilmiştir. (Şekil 3.3). Distilasyon sonucu elde edilen uçucu yağlar denemelerde kullanılıncaya kadar +4 °C’de koyu renkli cam şişelerde saklanmıştır.



Şekil 3.3 a) Kurutulmuş bitki örneklerinin öğütülmesi, b) Neo-clevenger tipi distilasyon cihaz düzeneği, c) distilasyon ile elde edilen uçucu yağ

3.2.6. Uçucu yağların analizi

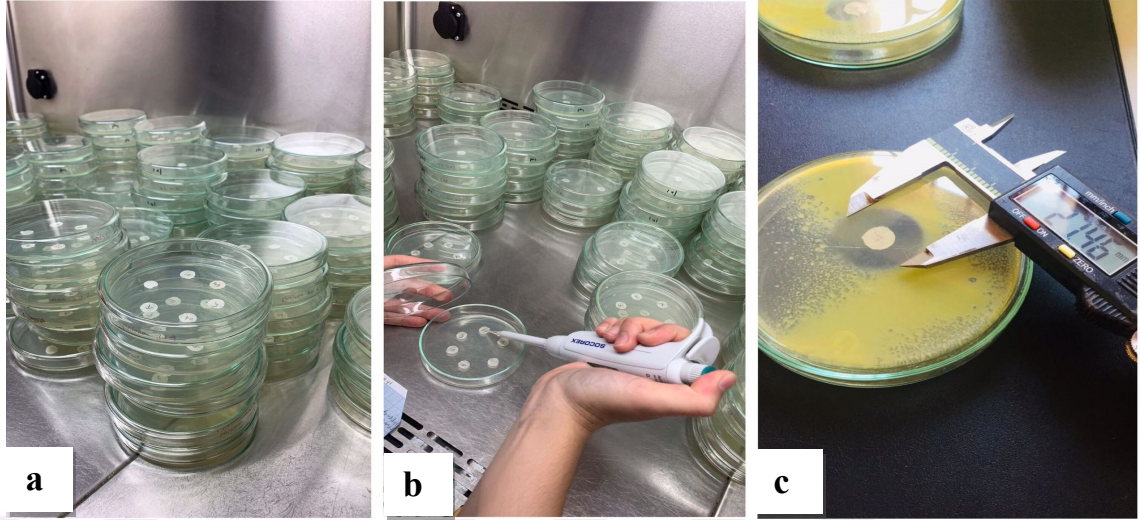
Yabani nane (*Mentha* sp.), püren (*Erica* sp.), kimyon (*Cuminum cyminum*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) bitkilerine ait uçucu yağ bileşenleri ve oranları GC/MS cihazı kullanılarak Iğdır Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi (ALUM)’den hizmet alımı ile yapılmıştır. Taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), ardıç (*Juniperus foetidissima*) ve sarı kantaron (*Hypericum venustum*) numunelerine ait uçucu yağ analizleri Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)’de, rezene (*Foeniculum vulgare* subsp. *dulce*) tohumlarından elde edilen uçucu yağ

bileşenleri ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM laboratuvarından hizmet alımı ile yapılmıştır.

3.2.7. Uçucu yağların *in vitro* koşullarda antimikrobiyal etkisi

Bitki ekstraktlarından elde edilmiş olan uçucu yağların *Xanthomonas* spp. izolatlarının gelişimine antimikrobiyal etkisi kağıt disk yöntemi ve sıvı besi yerine uçucu yağları ekleme yöntemi olmak üzere iki farklı yöntemle yapılmıştır.

Disk difüzyon yöntemi; Uçucu yağların *Xanthomonas* spp.'ye karşı antibakteriyel etkileri *in vitro* petrilere kağıt difüzyon disk yöntemine göre belirlenmiştir (Mangamma ve Sreeramulu, 1991; Mirik ve Aysan, 2005; Umarusman, 2018). Araştırmada yabancı nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) olmak üzere 8 farklı uçucu yağ kullanılmıştır. Disk difüzyon yöntemi ile uçucu yağın en etkin yağ miktarının belirlenmesi için: 0; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 µl/disk şeklinde altı farklı konsantrasyonda uçucu yağ kullanılmıştır. Konsantrasyon değerleri yapılan ön çalışmaların, daha önce yürütülmüş olan diğer benzeri araştırma bulgularının sonuçları ve kullanılacak olan dozun ekonomik olarak uygulanabilir bir doz olması kriterleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışmada daha önce Kahramanmaraş ili biber tarlalarından izole edilen 43, 44, 59, 379, 6Y3-4, 6Y2-1 kodlu *Xanthomonas* spp. izolatları kullanılmıştır. NA besi yeri içeren 9.0 cm çaplı petrilere *Xanthomonas* spp.'nin 24 saatlik taze bakteri kültüründen 10⁸ hücre/ml konsantrasyonda solüsyon hazırlanarak bu solüsyondan 100 µl süspansiyon alınarak besi yeri üzerine cam bagetle ekim yapılmıştır. Petriler kurduktan (yaklaşık 3 saat) sonra, 1 cm çapında yuvarlak steril kağıt disk birbirinden eşit uzaklıkta olacak şekilde petrilerin altı ayrı noktasına yerleştirilmiştir. Uçucu yağların 0,5 ve 1 µl olan dozları doğrudan; 0,01; 0,05; 0,1 µl dozları ise %0,01 oranında dimetilsülfoksit (DMSO) ile çözülerek her bir kağıt disk üzerine ayrı ayrı damlatılmıştır. DMSO'nun antibakteriyel etkisinin olmadığını göstermek için negatif kontrol olarak DMSO (%10) ve pozitif kontrol olarak streptomisin antibiyotiği (0,01 ve 0,1 g/l) kullanılmıştır (Mangamma ve Sreeramulu, 1991; Mirik ve Aysan, 2005; Umarusman, 2018). Deneme üç tekerrür olarak kurulmuştur. Petriler 25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra engelleme zon çapları (inhibisyon) kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 a) Disk difüzyon yöntemine göre denemenin kurulması, b) uçucu yağların kağıt diskler üzerine damlatılması, c) inkübasyon sonunda inhibisyon zonlarının kumpas yardımıyla ölçülmesi

Minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) yöntemi; Yabani nane (*Mentha sp.*), taş nanesi (*Micromeria fruticosa subsp. brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica sp.*), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare var. dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerine ait uçucu yağlarının antibakteriyel etkilerinin minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) sıvı besi yerinde belirlenmiştir. Deneme üç tekrerrür halinde kurulmuştur. Uçucu yağlar 0; 0,01; 0,1; 1; 10 µl/ml olmak üzere beş farklı konsantrasyonda denenmiştir. Uçucu yağlar dimetilsülfoksit (DMSO) ile seyreltilerek kullanılmıştır. DMSO'nun antibakteriyel etkisinin olmadığını göstermek için negatif kontrol olarak DMSO ve pozitif kontrol olarak streptomisin antibiyotiği kullanılmıştır. Deneme 2 ml'lik eppendorf tüplerine yapılmış olup her bir tüp içerisine 1,5 ml NB besi yeri konulmuştur. Hazırlanan tüplere, 10^8 hücre/ml konsantrasyonda *Xanthomonas spp.*in farklı izolatların süspansiyonu hazırlanmış ve her bir tüpe ayrı ayrı 10 µl inokule edilmiştir. Tüpler 25°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra bakterilerin gelişip gelişmediği kontrol edilmiştir (Klement ve ark. 1990). Bakteri gelişimini kontrol etmek için spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Solvent körü olarak 1ml NB besi yeri ve 1 ml DMSO (%10) kullanılmıştır.

3.2.8. Verilerin analizi

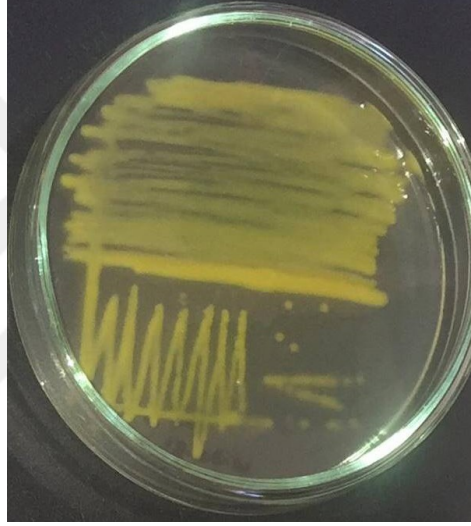
Elde edilen veriler ANOVA testine tabi tutularak ve ortalamalar arasındaki farklılıklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0,05$ önem seviyesinde belirlenmiştir. Veri analizleri SPSS (SPSS Version 20.0 for Windows; SPSS Inc., Chicago, IL) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bakteri Kùltürlerinin Seçilmesi

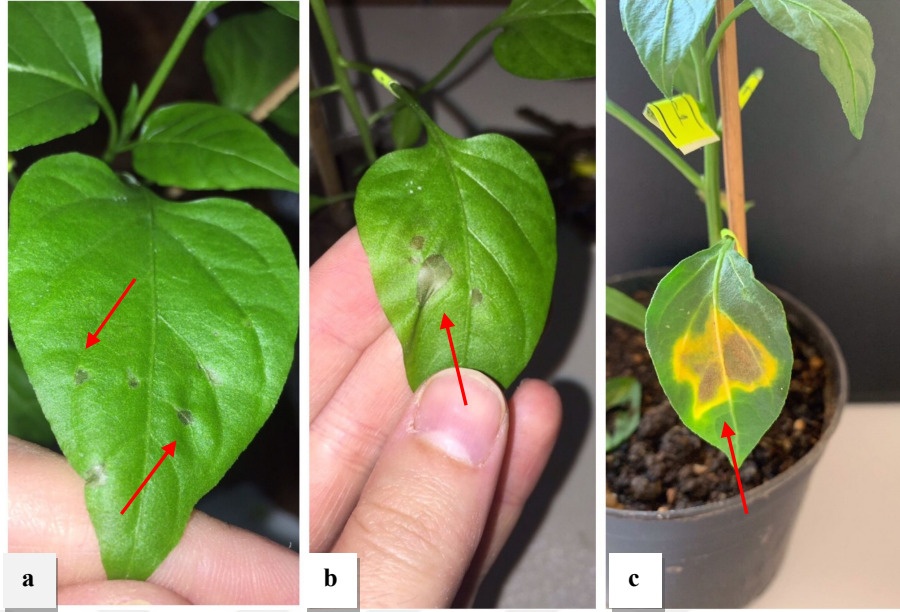
Stok kùltürdeki bakteri izolatlarının tekrar canlandırılması ve bu izolatların patojenitesini kontrol etmek için -20 °C’de gliserol içerisinde saklanan 133 tane izolatu NA besi yerinde geliştirilmiştir. Petriler 48 saat 25 °C’de inkübe edildikten sonra sarı ve parlak renkli koloni gelişimleri gösteren bakteri izolatları içerisinde 32 izolat seçilerek alınmış ve patojenite testi için kullanılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Bakteri izolatlarının NA besi yerinde sarı ve yuvarlak mukoid koloni gelişimi

4.2. Patojenite Testi

Seçilen 32 tane *Xanthomonas* izolatu patojenite testinde kullanılmıştır. Kontroller sonucunda en hızlı simptom gösteren izolatlar seçilmiştir. İnokulasyon sonrasında bu izolatlardan 43 ve 44 izolatları 4 gün içerisinde, 379 ve 6Y2-1 izolatları 5 gün içerisinde, 6Y3-4 izolatu 8 gün içerisinde, 59 izolatu ise 12 gün içerisinde karakteristik sarı haleli lekeler olarak belirti gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.2). Negatif kontrol olarak inokule edilen fizyolojik suyun bitkilerde bir belirti göstermediği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2 *Xanthomonas* spp. izolatlarının biber bitkisinde patojenite çalışması sonunda oluşan belirtiler a) dördüncü gündeki belirtiler, b) yedinci gündeki belirtiler, c) on ikinci gündeki belirtiler

4.3. Patojen İzolatların MALDI-TOF ile Tanınması

Ön tanınması yapılan ve cins bazında *Xanthomonas* olarak tanılanan 6 izolatın tamamı tür düzeyinde tanılanmıştır. MALDI-TOF ile bakterilerin tanılama sonuçları 0 ile 1,699 güven aralığı güvenilir olmayan tanılama; 1,700 ile 1,999 güven aralığı olası cins güvenilir, tür düzeyinde şüpheli; 2,0 ile 2,299 güven aralığı cins düzeyinde muhtelif tanılama, muhtemel tür tanılama; 2,3 ile 3,0 güven aralığı yüksek olasılıkla tür tanılaması olarak belirlenmektedir. Analiz sonuçlarına göre 6Y 2-1 izolatının yüksek olasılıkla tür tanılaması *Xanthomonas axonopodis*, 6Y 3-4, 44, 379, 59 izolatlarının muhtemel tür tanılaması *Xanthomonas axonopodis*, 43 izolatının olası cins tanılaması *Sphingomonas desiccabilis* olarak bulunması şüphe oluşturmuştur fakat patojenite testinde pozitif sonuç vermesi *Xanthomonas* spp. izolatı olarak kabul etmemize neden olmuştur. Bu izolatın daha sonra detaylı olarak çalışılması gerekecektir. *Xanthomonas* türleri olarak tanılanan izolatların MALDI-TOF-MS Biotyper sonuçları detaylı olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 *Xanthomonas* izolatlarının MALDI- TOF-MS Biotyper tanılama sonuçları ve güven aralıkları

	Tanılama Sonucu		Güven Aralığı
	<i>Xanthomonas</i>	6Y 2-1	<i>Xanthomonas axonopodis</i>
6Y 3-4		<i>Xanthomonas axonopodis</i>	2,495
44		<i>Xanthomonas axonopodis</i>	2,53
43		<i>Sphingomonas desiccabilis</i>	1,854
379		<i>Xanthomonas axonopodis</i>	2,588
59		<i>Xanthomonas axonopodis</i>	2,452

4.4. Uçucu Yağların Analiz Sonuçları

Yapılan GC/MS analiz sonucuna göre uçucu yağların kimyasal bileşimlerinin % 99,90'ı belirlenmiştir. Taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) uçucu yağının analiz sonucuna göre 17 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 78,15 pulegone maddesi oluşturmuştur (Çizelge 4.2). Ardiç (*Juniperus foetidissima*) uçucu yağının analiz sonucuna göre 17 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 24 ile α -pinen ve % 23,32 cedrol maddeleri oluşturmuştur (Çizelge 4.3). Sarı kantaron (*Hypericum venustum*) uçucu yağının analiz sonucuna göre 33 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 15,06 α -pinene maddesi oluşturmuştur (Çizelge 4.4). Rezene (*Foeniculum vulgare* subsp. *dulce*) uçucu yağının analiz sonucuna göre 22 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 79,62 trans-Anethole maddesi oluşturmuştur (Çizelge 4.5). Yabani nane (*Mentha* sp.) uçucu yağının analiz sonucuna göre 51 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 28,04 piperitone oxide ve % 20,81 nepetalactone maddeleri oluşturmuştur (Çizelge 4.6). Püren (*Erica* sp.) uçucu yağının analiz sonucuna göre 33 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 31,65 carvacrol ve % 29,04 eucalyptol maddeleri oluşturmuştur (Çizelge 4.7). Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) uçucu yağının analiz

sonucuna göre 58 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 28,68 eucalyptol ve % 14,78 carvacrol-isomer maddeleri oluşturmuştur (Çizelge 4.8). Kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağının analiz sonucuna göre 40 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşeni % 64,42 cuminal maddesi oluşturmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.2 Taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*)'nden elde edilen uçucu yağ bileşenleri (Gedik ve ark. 2021)

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	10,34	α -pinene	0,58
2	13,42	β -pinene	0,62
3	15,72	β -myrcene	0,34
4	17,36	limonene	0,80
5	26,98	1-octen-3-ol	0,41
6	28,09	menthone	5,56
7	29,00	isomenthone	3,55
8	30,29	linalool	0,81
9	32,04	isopulegone	1,57
10	32,35	terpinen-4-ol	0,27
11	34,01	pulegone	78,15
12	35,12	alpha-terpineol	0,40
13	35,83	germacrene	2,00
14	36,48	bicyclogermacrene	1,28
15	41,66	piperitenone	2,55
16	42,37	piperitenone oxide	0,73
17	46,30	spathulenol	0,40

*: Alıkoyulma zamanı

Çizelge 4.3 Ardıç (*Juniperus foetidissima*) ‘dan elde edilen uçucu yağ bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	1021	α -pinen	24,00
2	1120	sabinene	14,64
3	1160	β -myrcene	2,32
4	1198	limonene	8,34
5	1243	γ -terpinene	1,03
6	1293	isoamyl valerianate	0,57
7	1427	β -thujone	0,94
8	1446	α -thujone	8,67
9	1540	linalool	2,61
10	1579	β -funebrene	2,00
11	1582	bornyl acetate	0,94
12	1604	terpinen-4-ol	3,89
13	1651	sabinyl acetate	2,03
14	1680	trans-verbenol	0,91
15	2122	allo-cedrol	1,74
16	2129	sesquithuriferol	0,68
17	2140	cedrol	23,32

*: Alıkoyulma zamanı

Çizelge 4.4 Sarı kantaron (*Hypericum venustum*)’dan elde edilen uçucu yağ bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	1022	α -pinene	15,06
2	1101	undecane	1,45
3	1106	β -pinene	1,56
8	1268	cymene	1,57
11	1495	α -copaene	2,08
12	1524	camphor	2,67
13	1540	linalool	10,41
14	1552	linalyl acetate	2,69
15	1597	β -copaene	1,64
16	1602	β -caryophyllene	3,46
17	1615	aromadendrene	2,13
18	1662	trans- β -farnesene	8,69
19	1672	p-allylanisole	1,96
20	1692	γ -muurolene	7,98
21	1699	α -terpineol	0,99
24	1720	γ -amorphene	3,46
25	1729	δ -guaiene	1,49
27	1760	δ -cadinene	7,55
28	1766	α -amorphene	4,47
29	1796	cuminal	0,70
30	1840	cis-calamenene	8,66
31	2007	caryophyllene oxide	3,55
32	2137	spathulenol	2,42
33	2220	α -bisabolol	1,48

*: Alıkoyulma zamanı

Çizelge 4.5 Rezene (*Foeniculum vulgare* subsp. *dulce*)’den elde edilen uçucu yağ bileşenleri (Ağca, 2021)

No	RT*	Bileşen adı	Oran(%)
1	9,544	Sabinene	0,13
2	9,603	β -Pinene	0,25
3	9,823	α -Phellandrene	0,04
4	10,054	Limonene	5,59
5	10,304	Δ -3 Carene	0,80
6	10,547	γ -Terpinene	0,61
7	11,040	1,8 Cineole	1,03
8	11,425	p-Cymene	0,29
10	14,512	Linalool	0,04
11	14,708	Fenchone	0,94
13	15,438	Caryophyllene	0,26
14	15,812	β -Bisabolene	0,13
15	16,002	Terpinen-4.ol	0,26
16	16,886	Estragole	7,41
17	17,432	Borneol-(Endo-Borneol)	0,73
18	18,049	cis-Anethole	0,26
19	19,213	trans-Anethole	79,62
20	21,996	Thymol	0,12
22	23,326	p-Anisaldehyde	0,91

*: Alıkoyulma zamanı

Çizelge 4.6 Yabani nane (*Mentha sp.*)'den elde edilen uçucu yağ bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)	No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	11,176	Camphene	0,07	35	25,847	Carvone	0,27
2	11,682	Benzaldehyde	0,02	36	26,439	Anethole	1,35
3	12,222	Pseudolimonen	0,11	37	26,625	Lavandulyl acetate	0,48
4	12,357	β -Pinene	0,19	38	26,861	Thymol	0,32
5	12,789	3-Octanone	0,11	39	27,125	Geranyl vinyl ether	0,02
6	12,975	β -Myrcene	0,14	40	27,268	Rosefuran	0,50
7	13,19	3-Octanol	0,38	41	28,353	Hexyl tiglate	0,07
8	13,981	Hexyl acetate	0,09	42	28,863	Piperitenone	0,25
9	14,485	p-Cymene	0,14	43	29,823	Nerol acetate	0,44
10	14,672	Limonene	0,28	44	30,051	Nepetalactone	20,81
11	14,787	Eucalyptol	3,12	45	31,02	β -Elemene	0,03
12	15,093	β -cis-Ocimene	0,11	46	31,292	cis-Jasmone	0,03
13	15,572	3-Carene	0,10	47	31,496	Methyleugenol	0,07
14	16,466	Sabinene hydrate	0,04	48	31,817	Tetrahydroactinidiolide	0,02
15	16,711	cis-Linalool oxide	0,18	49	32,18	Caryophyllene	3,68
16	17,437	trans-Linalool oxide	0,17	50	33,407	Dihydropseudoionone	0,04
17	18,048	Linalool	16,24	51	33,543	α -Caryophyllene	0,78
18	18,527	1-Octen-3-yl-acetate	0,06	52	33,743	unknown	0,04
19	19,074	3-Octanol, acetate	0,05	53	33,864	Lavandulyl isobutyrate	0,02
20	19,631	Humulene epoxide 2	0,03	54	34,571	Germacrene D	0,15
21	19,822	Pinocarveol	0,08	55	35,526	Humulene	0,16
22	20,032	Camphor	1,83	56	36,072	β -copaene	0,05
23	20,198	Hexyl isobutyrate	0,05	57	37,978	Spathulenol	0,36
24	21,046	endo-Borneol	3,44	58	38,079	Caryophyllene oxide-isomer	0,81
25	21,567	4-terpineneol	0,42	59	38,156	Caryophyllene oxide	4,86
26	21,974	cis-Ocimene	0,12	60	38,788	α -acorenol	0,05
27	22,199	α -Terpineol	3,27	61	38,997	Humulene epoxide 2	0,47
28	22,51	Estragole	0,14	62	39,961	tau-Cadinol	0,14
29	23,884	Nerol	0,49	63	40,889	Caryophyllene oxide	0,19
30	24,455	Cumic aldehyde	0,13	64	41,199	α -Bisabolol	0,16
31	24,592	Carvone	0,02	65	46,061	Platambin	0,15
32	25,114	Piperitone oxide	28,04	66	47,474	Isoaromadendrene epoxide	0,08
33	24,592	Carvone	0,02	67	48,249	8S,14-Cedrandiol	0,02
34	25,114	Piperitone oxide	28,04	68	48,736	Retinal	0,06

*: Alıkoyulma zamanı

Çizelge 4.7 Püren (*Erica sp.*)'den elde edilen uçucu yağ ve bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)	No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	11,17	Camphene	0,66	31	27,37	Carvacrol	31,65
2	12,36	β -Pinene	0,18	32	28,13	5-Isopropenyl-2-methylcyclopent-1-enecarboxaldehyde	0,02
3	12,49	1-Octen-3-ol	0,11	33	29,55	Eugenol	0,14
4	12,98	β -Myrcene	0,47	34	30,16	Carvacrol acetate	0,05
5	13,21	6-Methyl-3-heptanol	0,01	35	30,35	Copaene	0,01
6	13,57	α -Phellandrene	0,04	36	31,50	Methyleugenol	0,16
7	13,82	3-Carene	0,11	37	32,18	Caryophyllene	0,87
8	14,13	Terpinolene	0,14	38	32,95	Aromandendrene	0,03
9	14,50	o-Cymene	0,92	39	33,52	Humulene	0,17
10	14,86	Eucalyptol	29,04	40	34,39	γ -Muurolene	0,02
11	16,06	γ -Terpinene	0,13	41	34,57	β -ylangene	0,02
12	17,42	2-Carene	0,09	42	35,52	Isocaryophyllene	0,06
13	17,97	Linalool	1,18	43	35,81	isolekene	0,08
14	18,62	Fenchol	0,13	44	36,08	δ -Cadinene	0,07
15	18,98	2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethyl)	0,04	45	37,09	Caryophylladienol II	0,09
16	19,18	α -Campholenal	0,05	46	37,72	Caryophyllenyl alcohol	0,09
17	19,79	Pinocarveol	0,08	47	37,98	Espatulenol	0,13
18	20,03	Camphor	1,27	48	38,15	Caryophyllene oxide	0,70
19	20,23	2-Norbornanol	0,08	49	38,99	Humulene epoxide 2	0,17
20	20,64	Bicyclo(2.2.1)heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-	0,02	50	39,26	Widdrol	0,05
21	20,88	Pinocarvone	0,01	51	39,71	Alloaromadendrene oxide-(1)	0,16
22	21,09	endo-Borneol	10,62	52	39,84	10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5 β -ol	0,25
23	21,58	4-terpineneol	1,09	53	39,96	tau-Cadinol	0,15
24	21,96	p-Cymen-8-ol	0,12	54	40,11	Methyl jasmonate	0,14
25	22,23	α -Terpineol	4,50	55	40,48	7-Isopropyl-4,10-dimethylenecyclodec-5-enol	1,15
26	22,46	Myrtenol	0,06	56	40,73	Isoaromadendrene epoxide	0,04
27	22,72	Isoborneol	0,04	57	40,89	Diepicedrene-1-oxide	0,47
28	23,51	cis-Carveol	0,03	58	41,20	α -Bisabolol	0,22
29	26,50	Bornyl acetate	2,69	59	43,46	Lanceol	0,05
30	26,84	Thymol	8,82	60	47,80	Terpinyl isobutyrate	0,03

*: Alikoyulma zamanı

Çizelge 4.8 Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*)’den elde edilen uçucu yağ bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)	No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	12,357	β-Pinene	0,05	37	30,2	isolekene	0,12
2	12,988	β-Pinene-isomer	0,03	38	30,328	alfa-Copaene	0,04
3	13,203	3-Octanol	0,02	39	31,499	Methyleugenol	0,22
4	13,579	3-Carene	0,02	40	31,752	α-Gurjunene	0,19
5	13,953	Ethyl linalool	0,02	41	32,161	Caryophyllene	0,56
6	14,494	o-Cymene	2,28	42	32,497	Guaia-1(10),11-diene	0,08
7	14,691	Limonene	1,01	43	32,674	β-Gurjunene	0,28
8	14,828	Eucalyptol	28,68	44	32,954	Aromandendrene	3,71
9	16,058	γ-Terpinene	1,58	45	33,11	Selina-5,11-diene	0,12
10	16,714	trans-Linalool oxide	0,04	46	33,803	epi-β-Caryophyllene	1,47
11	17,447	1,6-Dihydrocarveol	0,07	47	34,24	γ-Gurjunene	0,23
12	17,966	Linalool	0,34	48	34,76	β-Selinene	0,21
13	18,616	Fenchol	0,11	49	34,841	Alloaromadendrene	0,16
14	18,949	p-Mentha-2,8-dien-1-ol	0,04	50	35,087	Ledene	0,28
15	19,177	α-Campholenal	0,04	51	35,252	α-Murolene	0,05
16	19,781	Sabinol	0,60	52	35,52	β-Bisabolene	0,04
17	20,07	trans-Verbenol	0,03	53	35,759	γ-Cadinene	0,19
18	20,229	Camphene hydrate	0,03	54	35,964	β-Vatirenene	0,13
19	20,876	Pinocarvone	0,12	55	36,072	δ-Cadinene	0,12
20	21,042	Borneol	0,70	56	37,133	Neointermedeol	0,06
21	21,563	Terpinen-4-ol	2,54	57	37,365	Epiglobulol	1,71
22	21,947	p-Cymen-8-ol	0,25	58	37,615	Intermedeol	0,74
23	22,195	α-Terpineol	3,03	59	37,967	Spathulenol	0,19
24	22,467	Myrtenol	0,02	60	38,199	Viridiflorol	11,49
25	22,507	Estragole	0,02	61	38,446	Viridiflorol-isomer	2,87
26	23,19	Sabinyl acetate	0,45	62	38,764	Rosifoliol	1,18
27	23,464	p-Cymene	0,12	63	39,406	Rosifoliol-isomer	2,07
28	23,978	Verbenone	0,13	64	39,961	tau-Cadinol	0,50
29	24,395	p-Cumic aldehyde	0,09	65	40,269	β-Eudesmol	0,45
30	24,581	Carvone	0,03	66	40,383	α-Cadinol	0,65
31	24,993	Piperitone oxide	2,32	67	42,261	trans-Geranylgeraniol	0,10
32	26,529	Thymol	1,18	68	42,551	Widdrenal	0,18
33	26,81	Carvacrol	3,35	69	42,747	Palustrol	0,37
34	26,95	Thymol-isomer	0,42	70	43,385	10-epi-Acora-3,11-dien-15-al	0,05
35	27,252	Carvacrol-isomer	14,78	71	43,624	α-Atlantone	0,12
36	28,877	2-Hydroxycineole acetate	0,18	72	52,021	Phytol	0,94

*: Alikoyulma zamanı

Çizelge 4.9 Kimyon (*Cuminum cyminum*)'dan elde edilen uçucu yağ bileşenleri

No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)	No	RT*	Bileşen adı	Oran (%)
1	12,226	β-Pinene	0,06	29	25,967	Phellandral	0,07
2	12,360	Sabinene	4,87	30	26,361	α-Terpinen-7-al	0,44
3	12,977	β-Pinene-isomer	0,08	31	26,435	Epiglobulol	0,16
4	14,488	o-Cymene	11,10	32	26,653	γ-Terpinen-7-al	4,48
5	14,666	Limonene	0,15	33	26,811	Thymol	0,19
6	14,802	Eucalyptol	0,16	34	27,220	Thymol-isomer	0,95
7	16,050	γ-Terpinene	0,54	35	28,083	Myrtenol	0,09
8	16,461	Sabinene hydrate	0,06	36	28,670	4-Isopropylphenylacetic acid	0,07
9	16,714	cisLinalool oxide	0,03	37	28,940	2,3,4-Trimethylacetophenone	0,12
10	17,442	trans-Linalool oxide	0,03	38	32,565	Cuminic acid	1,39
11	17,650	unknown	0,03	39	34,087	Myrtenol-isomer	0,09
12	17,971	Linalool	0,16	40	34,307	Acoradiene	0,02
13	18,979	p-2-Menthen-1-ol	0,07	41	35,135	Cyclohexanebutanal, 2-methyl-3-oxo	0,36
14	19,180	α-Campholenal	0,08	42	35,319	Caryophyllene oxide	0,15
15	19,716	Nopinone	0,15	43	35,653	Drimenol	0,08
16	19,781	Pinocarveol	0,13	44	38,144	Caryophyllene oxide-isomer	0,34
17	21,042	2-Caren-4-ol	0,14	45	38,436	Viridiflorol	0,05
18	21,099	β-Pinene oxide	0,18	46	38,590	Carotol	0,58
19	21,567	Terpinen-4-ol	0,10	47	39,786	unknown	0,29
20	21,942	p-Cymen-8-ol	0,11	48	39,939	Daucol	0,97
21	22,192	α-Terpeneol	0,06	49	41,495	Cymen-7-yl tiglate	0,20
22	22,315	3-p-Menthen-7-al	0,57	50	41,850	Aromadendrene oxide	0,01
23	22,443	Myrtenol	0,36	51	44,337	Caryophylladienol II	0,04
24	22,513	Estragole	0,57	52	45,551	Hexahydrofarnesyl acetone	0,08
25	22,961	Piperitol	0,07	53	50,889	Epimanol	0,09
26	23,951	m-Cumamol	0,56	54	51,397	Citrylideneethanol	0,06
27	24,521	Cuminal	64,42	55	54,068	α-acorenol	0,12
28	25,063	Piperitone	0,04	56	55,763	Limonen-6-ol, pivalate	0,24

*: Alıkoyulma zamanı

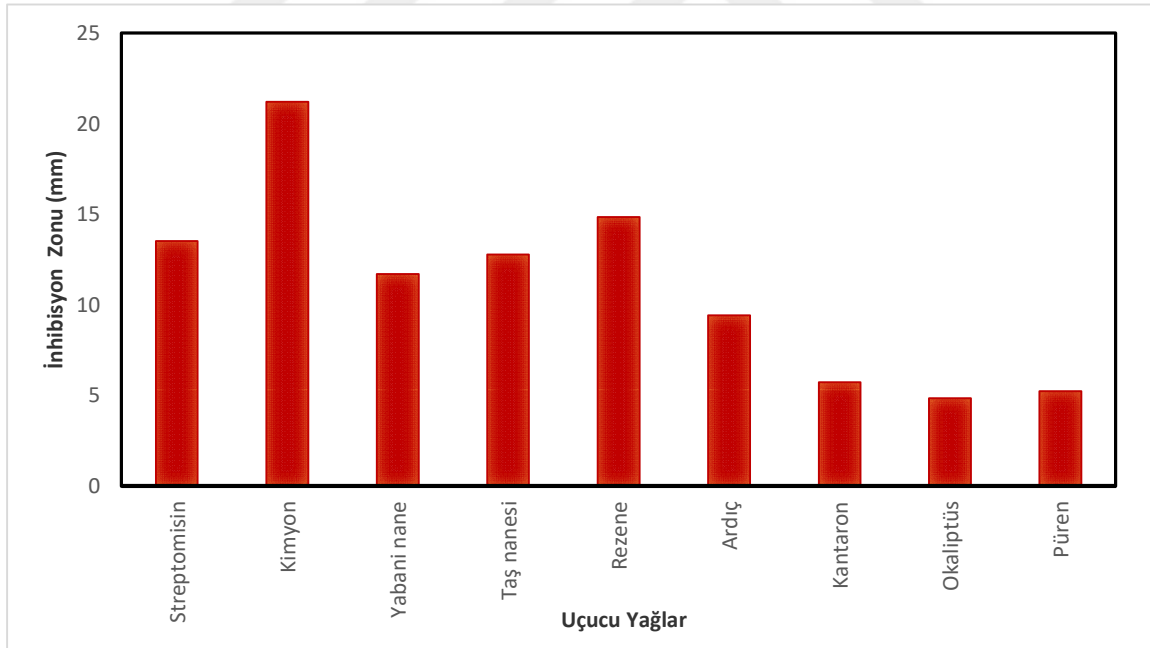
4.5. Uçucu Yağların *in vitro* Koşullarda Antimikrobiyal Etkisi

4.5.1. Disk difüzyon yöntemi

Patojenite testi için seçilen 32 *Xanthomonas* spp. izolatından en yüksek virülensliğe sahip 6 izolat seçilerek disk difüzyon yönteminde kullanılmıştır. Yabani nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerine ait uçucu yağların ve Streptomisin antibiyotığının 0; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1 µl/disk konsantrasyonlarının *Xanthomonas* spp. izolatlarının gelişmesi üzerine etkisi belirlenmiştir. Disk difüzyon yönteminde varyans analiz tablosu incelendiğinde uçucu yağlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur ($F_{8,475}=174,788$; $p<0,01$). Uçucu yağların konsantrasyonlar ($F_{4,475}=1476,208$; $p<0,01$), *Xanthomonas* spp. izolatları ($F_{5,475}=117,319$; $p<0,01$), Uçucu yağ * konsantrasyon ($F_{32,475}=64,619$ $p<0,01$), uçucu yağ * *Xanthomonas* spp. izolatı ($F_{40,475}=20,573$; $p<0,01$), konsantrasyon * *Xanthomonas* spp. izolatı ($F_{20,475}=35,364$; $p<0,01$) ve uçucu yağ * konsantrasyon * *Xanthomonas* spp. izolatı ($F_{160,475}=10,068$; $p<0,01$) arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.10). Buna göre kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyon (21,21 mm) inhibisyon zonu ile yüksek oranda etkili bulunmuştur (Şekil 4.3). Bunları rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (14,85 mm); streptomisin antibiyotiği 1 µl konsantrasyonda (13,53 mm); taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (12,78 mm); yabani nane (*Mentha* sp.) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (11,70 mm) inhibisyon zonu ile takip etmiştir. Ardıç (*Juniperus foetidissima*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (9,42 mm) orta derecede etkili bulunmuştur. Sarı kantaron (*Hypericum venustum*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (5,73 mm); püren (*Erica* sp.) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (5,23 mm) uçucu yağı; okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda (4,84 mm) inhibisyon zonu ile en az etkili olarak tespit edilmiştir. *Xanthomonas* spp. izolatlarının farklı uçucu yağların etkinliğinde farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 4.4). Ayrıca 43 izolatı en dayanıklı izolat; 6Y3-4 ve 379 izolatları ise en duyarlı izolat olarak belirlenmiştir. Uçucu yağların *Xanthomanas* spp. izolatlarına karşı disk difüzyon yöntemine göre engelleme zon çapları Çizelge 4.11’da detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.10 Disk difüzyon yönteminde varyans analiz tablosu

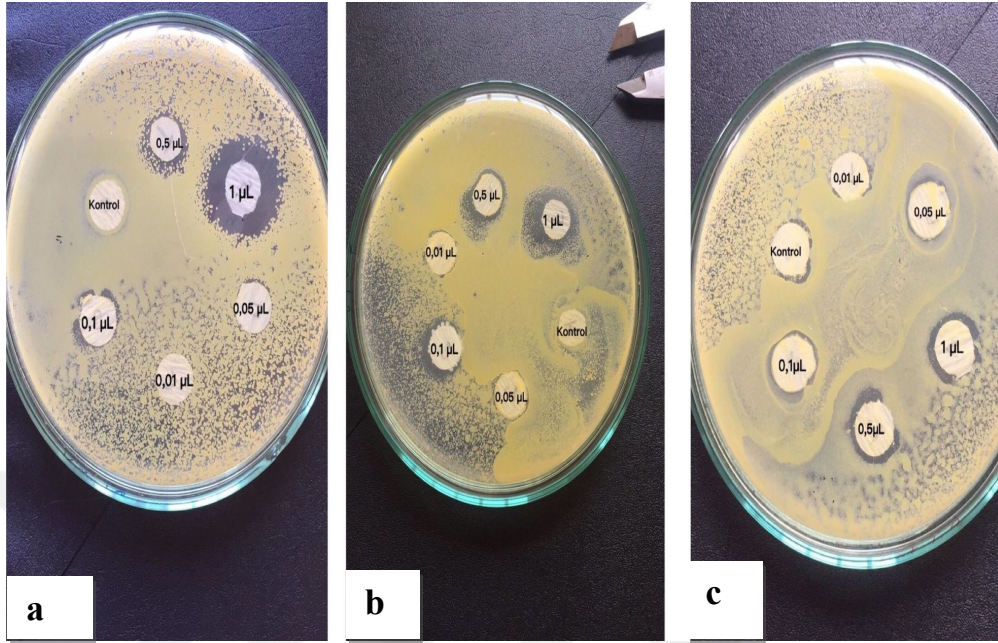
KAYNAK	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı	Kareler Ortalama	F Değeri	P Değeri
Yağ	8	2520,733	315,092	174,788	,000
Konsantrasyon	4	10644,667	2661,167	1476,208	,000
İzolot	5	1057,457	211,491	117,319	,000
Yağ *	32	3727,662	116,489	64,619	,000
Konsantrasyon					
Yağ * İzolat	40	1483,500	37,088	20,573	,000
Konsantrasyon *	20	1275,027	63,751	35,364	,000
İzolot					
Yağ *	160	2904,014	18,150	10,068	,000
Konsantrasyon *					
İzolot					
Hata	475	856,285	1,803		
Toplam	745	39657,055			
Düzeltilmiş	744	25403,807			
Toplam					
Düzeltilmiş R Kare = ,966 (Düzeltilmiş R Kare = ,947)					



Şekil 4.3 Disk difüzyon yöntemine göre uçucu yağların 1 µl/disk konsantrasyonda *Xanthomonas* spp. izolatları üzerine antibakteriyel etkisi

Çizelge 4.11 Uçucu yağların *Xanthomanas* spp. izolatlarına karşı disk difüzyon yöntemine göre engelleme zon çapları

Uçucu Yağ	Doz (µl/disk)	İzolatlar						Ort	Gen. Ort
		Zon Çapı (mm)							
		43	44	6Y2-1	59	6Y3-4	379		
Yabani nane	0,01	0,21±0,21	0,11±0,06	0,88±0,07	0,05±0,05	1,28±0,18	2,1±0,40	0,77	4,94 ^b
	0,05	0,29±0,29	0,8±0,40	1,5±0,10	1±0,07	1,51±0,16	1,79±1,00	1,14	
	0,1	0,78±0,41	1,3±0,70	2,12±0,40	1,44±0,13	1,86±0,07	0,83±0,75	1,38	
	0,5	3,44±1,80	9,1±0,30	6,6±0,50	2,8±0,40	12,13±1,40	13,3±0,90	8,67	
	1	8,1±2,20	17,03±1,05	11,71±0,74	4,64±0,36	15,53±0,33	17,88±1,53	11,70	
Taş nanesi	0,01	0,13±0,13	1,09±0,24	1,16±0,9	1,68±0,4	2,1±0,2	0,1±0,1	1,04	4,73 ^b
	0,05	0,85±0,43	1,4±0,22	1,2±0,7	1,11±0,6	5,1±1,4	0,9±0,07	1,76	
	0,1	2,14±0,7	1,5±0,2	2,64±0,13	1,4±0,7	2,0±0,13	1,71±0,3	1,89	
	0,5	2,71±0,42	6,3±0,9	3,5±0,5	2,23±0,42	2,25±0,55	11,0±0,34	4,66	
	1	3,0±0,35	12,0±0,41	9,4±1,04	3,87±0,22	27,02±1,82	21,4±0,64	12,78	
Okaliptüs	0,01	1,12±0,69	1,78±0,45	0,94±0,47	1,69±0,31	2,56±1,0	0,36±0,13	1,56	2,45 ^d
	0,05	1,31±0,21	2,69±1,66	1,89±0,52	1,99±0,41	2,68±1,03	0,36±0,18	1,66	
	0,1	1,73±0,32	1,80±1,08	1,66±0,22	2,24±0,50	2,52±0,48	0±0	1,65	
	0,5	2,16±0,64	2,61±0,71	3,65±0,95	2,21±0,31	2,86±0,34	1,86±0,93	2,55	
	1	4,70±1,61	3,34±0,23	7,21±1,06	4,78±0,91	5,70±2,37	3,32±0,21	4,84	
Kimyon	0,01	1,03±0,67	0±0	0±0	1,09±0,55	0±0	0±0	0,35	7,33 ^a
	0,05	1,37±0,22	0±0	0±0	1,61±0,82	0±0	0±0	0,49	
	0,1	1,82±0,39	4,79±0,26	2,68±0,59	3,94±0,46	2,46±0,42	2,36±0,58	3,01	
	0,5	3,75±0,96	8,53±0,75	17,38±0,67	4,33±2,21	17,88±1,31	17,75±1,26	11,60	
	1	9,54±0,96	16,55±2,37	19,18±0,64	17,44±1,78	33,02±1,10	31,56±1,14	21,21	
Püren	0,01	0,55±0,39	1,30±0,13	0,75±0,11	0,98±0,98	0,30±0,30	0,45±0,23	0,75	2,30 ^d
	0,05	1,34±0,69	1,88±0,74	0,98±0,11	1,15±0,93	0,27±0,14	0±0	0,90	
	0,1	2,30±1,94	3,98±0,96	1,82±0,14	3,05±0,36	1,48±1,48	0±0	2,38	
	0,5	3,97±0,86	5,54±0,39	2,73±0,56	4,12±0,87	2,80±0,90	1,71±0,09	3,2	
	1	4,56±0,46	8,77±0,24	3,65±0,47	8,05±2,44	3,72±0,47	2,63±0,34	5,23	
Rezene	0,01	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,42±0,21	0,07	4,67 ^b
	0,05	0,75±0,75	0±0	0±0	0±0	0±0	1,05±0,57	0,3	
	0,1	0,66±0,66	1,89±0,68	1,74±0,40	2,21±1,02	1,05±0,65	2,89±0,44	1,74	
	0,5	2,10±0,57	6,65±0,37	3,88±2,03	7,78±0,65	4,67±0,71	9,33±1,02	5,73	
	1	5,81±0,83	22,89±1,18	19,98±0,92	12,76±0,79	17,83±1,19	9,87±4,95	14,85	
Kantaron	0,01	0,29±0,29	0,97±0,44	0,39±0,39	0,56±0,17	2,59±1,20	0±0	0,8	2,49 ^d
	0,05	0,18±0,18	0,97±0,19	0,28±0,20	0,36±0,36	2,42±0,93	0,91±0,67	0,85	
	0,1	1,41±0,61	1,25±0,24	1,0±0,26	1,89±0,99	1,40±0,13	0±0	1,15	
	0,5	2,06±1,74	1,82±0,15	2,96±1,62	8,54±1,10	3,30±0,59	1,45±0,82	3,35	
	1	4,25±0,93	4,26±1,80	4,12±0,81	11,55±0,83	4,76±0,26	5,48±2,89	5,73	
Ardıç	0,01	0±0	2,87±1,44	0±0	0±0	2,66±1,23	0±0	1,18	3,62 ^c
	0,05	1,54±0,58	1,20±0,60	0±0	0±0	1,22±0,61	0±0	0,66	
	0,1	1,55±0,93	1,23±0,79	0±0	0,92±0,05	0,93±0,93	0±0	0,51	
	0,5	1,24±1,24	4,33±0,61	4,05±0,45	2,48±0,27	9,21±3,12	11,74±1,27	5,50	
	1	4,69±1,37	8,52±4,27	11,83±0,41	3,60±0,19	9,62±1,69	18,27±1,28	9,42	
Streptomycen	0,01	0±0	3,45±0,37	3,49±0,24	1,67±0,23	2,40±0,55	2,91±0,36	2,32	7,73 ^a
	0,05	0,65±0,24	5,24±0,13	4,91±0,31	4,78±0,31	8,14±0,44	8,75±0,55	5,41	
	0,1	1,01±0,07	10,09±0,08	10,07±0,45	8,55±1,07	9,39±0,51	9,67±0,06	8,13	
	0,5	1,56±0,55	12,77±1,17	10,22±0,53	10,75±0,06	10,25±1,06	10,32±0,03	9,31	
	1	2,09±0,10	15,0±0,17	17,39±2,16	14,33±2,06	14,0±0,19	18,38±2,95	13,53	



Şekil 4.4 Uçucu yağların 44 kodlu *Xanthomonas* spp. izolatına karşı oluşturduğu inhibisyon zonu a) kimyon (*Cuminum cyminum*), b) streptomisin antibiyotiği, c) sarı kantaron (*Hypericum venustum*)

4.5.2. Minimum inhibisyon konsantrasyonu

Yabani nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerine ait uçucu yağların ve Streptomisin antibiyotiğinin 0; 0,01; 0,1; 1; 10 µl/ml konsantrasyonlarının *Xanthomonas* spp. izolatlarına karşı MİK değerleri belirlenmiştir. Disk difüzyon yöntemi sonuçlarına göre uçucu yağlara karşı dayanıklı 43, orta duyarlı 59 ve duyarlı 6Y3-4 izolatları seçilerek MİK çalışmasında kullanılmıştır. Minimum inhibisyon konsantrasyon varyans analiz tablosu incelendiğinde uçucu yağlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmamıştır ($F_{8,250}=2,256$; $p>0,01$). Yağ asit konsantrasyonları arasındaki fark ($F_{2,250}=13,695$; $p<0,01$), izolatlar arasındaki fark ($F_{4,250}=321,376$; $p<0,01$), yağ asit ve konsantrasyon interaksiyonu arasındaki fark ($F_{14,250}=2,863$; $p<0,01$), yağ asit ve izolat interaksiyonu arasındaki fark ($F_{56,250}=1,840$; $p<0,01$), yağ asit konsantrasyonu ve izolat interaksiyonu arasındaki fark ($F_{8,250}=30,242$; $p<0,01$), yağ asit- konsantrasyon - izolat

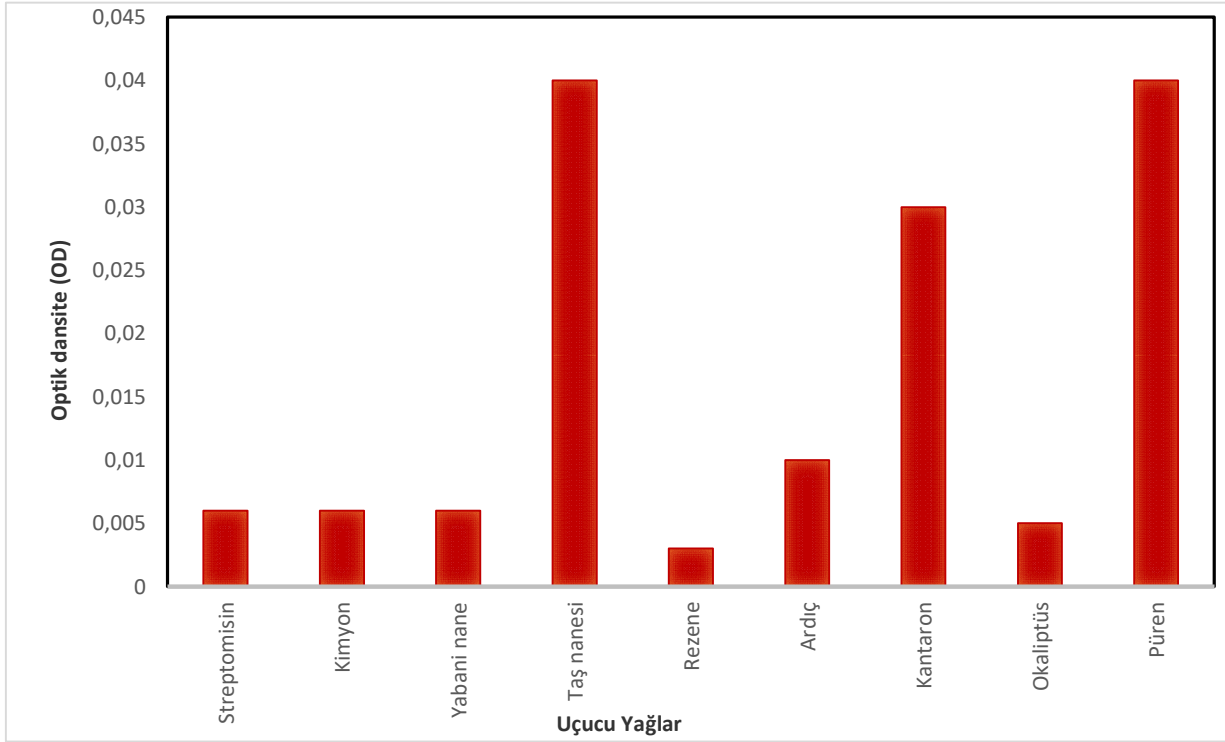
interaksiyonu arasındaki fark ($F_{8,250}=1,957$; $p<0,01$) istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. MİK'e ait varyans analiz tablosu detaylı bir şekilde Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Minimum inhibisyon konsantrasyon yönteminde varyans analiz tablosu

KAYNAK	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı	Karelerin Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Yağ	8	,027	,003	2,256	,024
Konsantrasyon	2	,041	,021	13,695	,000
İzolat	4	1,930	,483	321,376	,000
Yağ * Konsantrasyon	14	,060	,004	2,863	,001
Yağ * İzolat	56	,155	,003	1,840	,001
Konsantrasyon * İzolat	8	,363	,045	30,242	,000
Yağ * Konsantrasyon * İzolat	32	,094	,003	1,957	,002
Hata	250	,375	,002		
Toplam	375	5,670			
Düzeltilmiş Toplam	374	3,018			
Düzeltilmiş R Kare = ,876 (Düzeltilmiş R Kare = ,814)					

Bakteri kültürleri 24 saat inkübasyondan sonra spektrofotometrede rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda 0,003 OD; okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda 0,005 OD; kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda 0,006 OD; streptomisin antibiyotiği 1 µl konsantrasyonda 0,006 OD; yabani nane (*Mentha* sp.) uçucu yağı 1 µl konsantrasyonda 0,006 OD değerleri okunmuş olup bakteri gelişimini tamamen durdurmuştur. Bunları taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) uçucu yağı 10 µl konsantrasyonda 0,02 OD; püren (*Erica* sp.) uçucu yağı 10 µl konsantrasyonda 0,03 OD; ardiç (*Juniperus foetidissima*) uçucu yağı 10 µl konsantrasyonda 0,003 OD; sarı kantaron (*Hypericum venustum*) uçucu yağı ise 10 µl konsantrasyonda 0,04 OD olarak takip etmiştir (Şekil 4.5). Yağların MİK yöntemine göre 1 ve 10 µl konsantrasyonlarında etkinliği yüksek olarak belirlenmiştir. Uçucu yağların 0,01 ve 0,1 µl konsantrasyonlarında yüksek OD değerleri okunduğu için etkisiz olarak kabul edilmiş olup 0,1 µl konsantrasyonda streptomisin antibiyotiği (0,06) ve taş nanesi (0,07) en düşük OD değerine sahip bulunmuştur. Uçucu yağların *Xanthomonas* spp. izolatlarına karşı minimum

inhibisyon konsantrasyon yöntemine göre engelleme ölçümleri Çizelge 4.13’de detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 4.5 Uçucu yağların 1 µl/ml konsantrasyonda sıvı besi yerinde *Xanthomonas* spp. izolatların gelişimi üzerine etkisi (OD)

Turhan (2015) tarafından kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağının *Staphylococcus aureus*'a karşı aktivitesini incelediği çalışmanın sonucuna göre 2,5 µl yağ miktarında dahi bakteri gelişimini tamamen inhibe ederek yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği bildirilmiş olup bizim tespitimizle uyum içerisindedir.

Haşimi ve ark. (2014) tarafında kimyon uçucu yağının antimikrobiyal etkisini inceledikleri çalışmada, kimyon uçucu yağının 22±0.9 mm’lik inhibisyon zon çapı ile *C. albicans*'a karşı yüksek antimikrobiyal aktivite (inhibisyon zonu >20 mm) gösterdiği ve bu değer pozitif kontrol olarak kullanılan, antifungal ajan olan nystatinin gösterdiği aktiviteye (25.5±0.6 mm) çok yakın bir değer olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçta bizim çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.13 Uçucu yağların *Xanthomanas* spp. izolatlarına karşı minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemine göre engelleme ölçümleri

Uçucu Yağ	Doz (µl/ml)	İzolatlar / OD değeri				Genel ortalama
		43	59	6Y3-4	Ortalama	
Yabani nane	0,01	0,12±0,01	0,16±0,02	0,11±0,004	0,13	0,0818 ^b
	0,1	0,11±0,05	0,13±0,04	0,11±0,02	0,11	
	1	0±0,002	0±0,005	0,02±0,002	0,006	
	10	0±0,03	0±0,008	0,006±0,01	0,002	
Taş nanesi	0,01	0,01±0,008	0,13±0,003	0,25±0,12	0,13	0,0935 ^b
	0,1	0±0,002	0,15±0,01	0,07±0,0006	0,07	
	1	0,06±0,006	0,06±0,01	0,01±0,004	0,04	
	10	0,05±0,003	0±0,006	0,02±0,008	0,02	
Okaliptüs	0,01	0,05±0,02	0,16±0,03	0,12±0,006	0,11	0,0714 ^a
	0,1	0,04±0,02	0,15±0,03	0,12±0,001	0,10	
	1	0,01±0,008	0±0,008	0,007±0,009	0,005	
	10	0±0,0005	0±0,01	0,02±0,006	0,006	
Kimyon	0,01	0,15±0,008	0,15±0,03	0,01±0,006	0,10	0,0744 ^a
	0,1	0,1±0,06	0,17±0,006	0,07±0,002	0,11	
	1	0±0,04	0±0,006	0,02±0	0,006	
	10	0±0,001	0±0,02	0,006±0,004	0,002	
Püren	0,01	0,12±0,003	0,17±0,006	0,13±0,006	0,14	0,0891 ^b
	0,1	0,11±0,02	0,13±0,04	0,11±0,006	0,11	
	1	0,004±0,002	0,08±0,04	0,02±0,005	0,04	
	10	0±0,02	0,09±0	0±0,005	0,03	
Rezene	0,01	0,12±0,002	0,17±0,006	0,08±0,005	0,12	0,0844 ^b
	0,1	0,11±0,002	0,13±0,01	0,07±0,003	0,10	
	1	0±0,01	0±0,03	0,01±0,003	0,003	
	10	0±0,01	0±0,003	0,006±0,004	0,002	
Kantaron	0,01	0,10±0,002	0,13±0,006	0,10±0,0006	0,11	0,0944 ^c
	0,1	0,09±0,006	0,12±0,02	0,15±0,03	0,12	
	1	0,001±0,003	0,09±0,006	0±0,02	0,03	
	10	0±0,0003	0,06±0	0,02±0,001	0,04	
Ardıç	0,01	0,15±0,02	0,15±0,008	0,14±0,06	0,14	0,0930 ^b
	0,1	0,11±0,01	0,14±0,03	0,14±0,04	0,11	
	1	0±0,002	0,02±0,05	0,02±0,007	0,01	
	10	0±0,02	0±0,006	0,01±0,01	0,003	
Streptomycen	0,01	0,17±0,07	0,15±0,006	0,09±0,003	0,13	0,0748 ^a
	0,1	0,11±0,01	0±0,006	0,07±0,001	0,06	
	1	0±0,002	0±0,003	0,02±0,006	0,006	
	10	0±0,001	0±0,003	0,02±0,002	0,006	
Kon.	0	0,28±0,05	0,17±0,005	0,09±0,003	0,18	

Ramadan ve ark. (2012) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise kimyon (*Cuminum cyminum* L.) uçucu yağının *Bacillus subtilis* NRRL B-94, *Escherichia coli* NRRL B-3703, *Pseudomonas aeruginosa* NRRL, *Staphylococcus aureus* NRRL, *Aspergillus niger* NRRL313, *Aspergillus flavus* NRC, *Saccharomyces cerevisiae* NRC ve *Candida albicans* NRRL477 mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkisi incelenmiştir ve uçucu yağın çeşitli mikroorganizmalara karşı 9-13 mm inhibisyon zon çapı ile antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir ve yaptığımız çalışma ile yakın sonuçlar içermektedir.

Boyraz ve Koçak (2006) yaptıkları çalışmada nane (*Mentha piperita* L.), okaliptüs (*Eucalyptus* sp. L.), ardıç (*Juniperus communis* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.) gibi uçucu yağlarını *Alternaria mali*, *Botrytis cinerea* Pers. *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum circinans*, *Fusarium oxysporum* fungusları üzerine antifungal etkilerini incelemiştir ve kimyon ekstraktının yüksek dozları fungusların miseliyal gelişimini tamamen engellediği, çörtlük, nane, okaliptüs, ardıç ve zakkum ekstraktları etmenlerin misel gelişimlerini %26-%100 oranlarında engellediği belirtilmiştir. Bu bulgular bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Aradaki bazı farkların bitkilerin farklı bölgelerden, farklı dönemlerden elde edilmesinden ve patojenler arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği sonucuna varılabilir.

Soylu ve ark. (2006) çalışmalarında, Clevenger aparatı ile taze çıkarılmış *Foeniculum vulgare* uçucu yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'ye karşı disk difüzyon yöntemine göre 9.62 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar çalışmamızla farklılıklar gösterse de antibakteriyel etkinin söz konusu olduğu iki çalışmada da belirtilmiştir. Çalışmamız arasındaki farkların uçucu yağ içerikleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği söylenebilir.

Ünlü (2018) Uçucu yağların *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerine etkilerinin *in vitro* koşullarda disk difüzyon metodu ile araştırıldığı bir çalışmada Cmm bakterisi üzerine okaliptüs yağının etkili olduğu, en etkili miktarın 25 µl yağ ve 23 mm inhibisyon zon çapı olduğu tespit edilmiş ve sarı kantaron, karanfil, anason ve hardal yağlarının Cmm üzerine herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sarı kantaron uçucu yağının *Xanthomonas* spp. izolatları üzerinde etkisinin olmaması yönünden benzerlik görülmektedir.

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada uçucu yağ elde etmek için toplanan yabancı nane (*Mentha* sp.), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), püren (*Erica* sp.), sarı kantaron (*Hypericum venustum*), rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve ardıç (*Juniperus foetidissima*) bitkilerinden hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağlar elde edilmiştir. Elde edilen bu uçucu yağlar daha önce Kahramanmaraş ilindeki biberlerden izole edilen biber bakteriyel leke hastalık etmeni olan *Xanthomonas* spp.'nin 6 farklı izolatına karşı, farklı konsantrasyonlarda uçucu yağların etkisinin belirlendiği ilk çalışmadır. Antibakteriyel etki disk difüzyon ve MİK yöntemine göre incelenmiştir. Disk difüzyon yöntemi uçucu yağların 0; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1 µl/disk konsantrasyonlarında incelenmiştir ve uçucu yağların 1 µl konsantrasyonunda kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağı (21,21 mm) inhibisyon zonu ile yüksek oranda etkili bulunmuştur ve bunu rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) uçucu yağı (14,85 mm), streptomisin antibiyotiği (13,53 mm), taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) uçucu yağı (12,78 mm), yabancı nane (*Mentha* sp.) uçucu yağı (11,70 mm) takip etmiştir. Ardıç (*Juniperus foetidissima*) uçucu yağı (9,42 mm) orta derecede etkili bulunmuştur. Sarı kantaron (*Hypericum venustum*) uçucu yağı (5,73 mm), püren (*Erica* sp.) uçucu yağı (5,23 mm) uçucu yağı ve okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) uçucu yağı (4,84 mm) en az etkili olarak tespit edilmiştir. Bazı uçucu yağların 0,01 ve 0,05 µl/disk konsantrasyonlarında çok düşük inhibisyon zonları oluşturduğu görülmüş olsada çok düşük bir etki yapmıştır. Genel olarak uçucu yağların 0,1 µl/disk konsantrasyonlarında da çok az inhibisyon zonu oluşsa da genel olarak etkisiz olmuş, ancak streptomisin antibiyotiği (8,13) etkili bulunmuştur. Uçucu yağların 0,5 µl/disk konsantrasyonlarında ise yine düşük inhibisyon zonları görülmüş olup kimyon (11,60) ve yabancı nane (8,67) etkili bulunmuş olup bazı izolatlara bu dozda yeterince etki etmediği görülmüştür. *Xanthomonas* spp. izolatları arasında farklı uçucu yağların etkinliğinde farklılıklar gözlenmiş olup 43 izolatı en dayanıklı izolat; 6Y3-4 ve 379 izolatları ise en duyarlı izolat olarak belirlenmiştir. Minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemi için dayanıklı 43 izolatı, orta duyarlı 59 izolatı ve duyarlı 6Y3-4 izolatları seçilerek 0; 0,01; 0,1; 1; 10 µl/ml konsantrasyonlarında incelenmiştir. MİK sonuçlarına göre uçucu yağların 1 µl/ml konsantrasyonunda rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) (0,003 OD), okaliptüs (*Eucalyptus*

camaldulensis) (0,005 OD), kimyon (*Cuminum cyminum*) (0,006 OD), streptomisin antibiyotiği (0,006 OD), yabani nane (*Mentha sp.*) (0,006 OD) uçucu yağları en düşük MİK değerleri ile bakteri gelişimini tamamen durdurmuştur. Bunları 10 µl/ml konsantrasyonu ile taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) (0,02 OD), püren (*Erica sp.*) (0,03 OD), ardıç (*Juniperus foetidissima*) (0,003 OD), sarı kantaron (*Hypericum venustum*) (0,04 OD) uçucu yağları takip etmiştir. MİK yöntemine göre yağların 1 ve 10 µl/ml konsantrasyonlarında etkinliği yüksek olarak belirlenmiştir. Disk difüzyon ve MİK yöntemlerine göre uçucu yağların konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etkinliğin de arttığı gözlemlenmiştir. Etkili bulunan uçucu yağların içeriğinde en fazla bulunan bileşenlerin pulegone, α-pinen, cedrol, trans-Anethole, piperitone oxide, nepetalactone, carvacrol, eucalyptol, carvacrol-isomer, cuminal olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar antibiyotiklere karşı bazı izolatların dayanıklılık kazanabileceğini ve alternatif mücadele yöntemlerinin daha da önem kazanacağını göstermektedir. Bu doğrultuda farklı uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının kombinasyonları belirlenerek antibakteriyel mücadelede kullanılması kimyasalların kullanımına alternatif olacaktır. Çalışmada kullanılan uçucu yağların patojene karşı etkinliğini ve tarımsal mücadelede kullanım olanaklarının belirlenebilmesi için iklim odası, sera ve tarla koşullarında uygulanarak hastalık gelişimini engelleme etkinliği, çevreye karşı herhangi bir olumsuz etkisinin ve bitkiler üzerinde fitotoksik etkisinin olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, A., Hassani, Ghosta, Y., Javadi, T., Meshkatalasadat, M.H. (2010). Essential oils as control of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. *Journal of Food Safety*, 30, 341-352.
- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A. (2002). Antimycotic activities of selected plant flora growing wild in lebanon against phyathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (11), 3208-3213.
- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A. (2004). Antifungal activities of extracts from selected lebanese wild plants against plant pathogenic fungi. *Phytopathologie Mediterranea*, 43, 377-386.
- Ağca, F. (2021). *Kahramanmaraş şartlarında rezene (Foeniculum vulgare var. dulce) popülasyonlarında farklı sıra arası mesafelerin verim, verim unsurları ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. 67.
- Akgül, A., Kivanç, M. (1989). Sensitivity of four foodborne moulds to essential oils from turkish spices, herbs and citrus peel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 47(1), 129– 132.
- Aktepe P.B., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2019, 16(1).
- Al-hamwi, M., Aboul-ela, M., El-lakany, A., El-Achi, N., Ghanem, N., El hamaoui, B., Bakkour, Y., El-Omar, F. (2015). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the ethanolic extract of *Micromeria fruticosa* growing in Lebanon. *International Journal of Science and Research*, 13 (1), 325–335.
- Al-Rezaa, S.A., Rahman, A., Ahmed, Y., Kanga, 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.

- Altundağ, Ş., (2007). *Labiatae familyasına ait bazı endemik türlerin önemli bitki patojeni bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 85.
- An, S.Q., Potnis, N., Dow, M., Vorholter, F.J., He, Y.Q., Becker, A., Teper, D., Li, Y., Wang, N., Bleris, L., Tang, J. (2019). Mechanistic insights into host adaptation, virulence and epidemiology of the phytopathogen *Xanthomonas*. *FEMS Microbiology Reviews*, 24.
- Anonim, (1987). *Regulating pesticides in food. The delaney paradox*. National Academy Pres, 272.
- Anonim, (2017). *Uludağ ihracatçı birlikleri biber raporu*, Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, Bursa, 9.
- Anwar F., Ali M., Hussain A.I., Shahid M. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan, *Flavour and Fragrance Journal*, 24, 170–176.
- Aybak, H.Ç. (2002). *Biber yetiştiriciliği*. Hasad, 155.
- Aysan, Y., Çınar, Ö. (2001). Çukurova bölgesinde biberlerde bakteriyel leke hastalığının (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*) çıkışı ve kontrolü üzerine araştırmalar, *Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi*, Tekirdağ, 549- 554.
- Aysan, Y., Sahin, F. (2003). Occurrence of bacterial spot disease, caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, on pepper in the eastern mediterranean region of Turkey. *Plant Pathology*, 52, 781.
- Bashan, Y., Okan, Y., Heins, Y. (1982). Long-term survival of *Pseudomonas* tomato and *Xanthomonas vesicatoria* in tomato and pepper seeds. *Phytopathology*, 72,1143-1144.
- Bashan, Y., Okan, Y. (1986). Internal and external infections of fruits and seeds of pepper by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Canadian Journal of Botany*. 64, 2865-2871.

- Bashan, Y., Azaizeh, M., Diab, S., Yunis, H., Okan, Y. (1990). Crop loss of pepper plants artificially infected with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in relation to symptom expression. *Crop Protection*, 4(1), 77-84.
- Basim, H., Yeğen, O., Zeller, W. (2000). Antibacterial effect of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 279, 279-284.
- Basim, H., Yegen, O., Zeller, W. (2003). Antimicrobial effects of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 279, 279-284.
- 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.
- Belgüzar S., Yılar M., Yanar Y., Kadioğlu İ., Doğar G. (2016). *Thymus vulgaris* L. (kekik) ekstrakt ve uçucu yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerine antibakteriyel etkisi. *Turkish Journal Weed Science*, 19 (2), 20-22.
- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bellesia, F. (1997). Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Plant Disease*, 81, 1241-1246.
- Bosland. P.W., (1999). Encyclopedia chiles, p. 22-37. In: Hanson (ed.) Chile peppers. *Brooklyn Botanic Garden Handbook*. New York, 90, 13-6.
- 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.
- Bowers, J.H., Locke, J.C. (2004). Effect of formulated plant extract and oils on population density of *Phytophthora nicotianae* in soil and control of *Phytophthora blight* in the Greenhouse. *Plant Disease*, 88, 11-16.

- Boyras, N., Koçak, R. (2006). Bazı bitki ekstraktlarının *in vitro* antifungal etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38), 82-87.
- Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D. (2010). Biber (*Capsicum annum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2), 123-134.
- Bradbury, J.F. (1984). *Genus II. Xanthomonas* Dowson 1939, 187 *Al*, *Bergey's manual of systematic bacteriology*, N. R. Krieg(ed), Williams and Wilkins Co. Baltimore, (1) 673.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223- 253.
- Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo P.W., Castillejos L, Ferret A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90, 2580-95.
- Cantore P.L., Iacobellis N.S., Marco A.D., Capasso F., Senatore F. (2004). Antibacterial activity of *Coriandrum Sativum* L. and *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* (Miller) essential Oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, 7862-7866.
- Cerit, L.S., Gökçe, R. (2008) Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Akademik Gıda*. 6(1), 29-32.
- Ceylan, A. (1983). *Tıbbi Bitkiler-II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- Ceylan, A. (1997). Uçucu yağ bitkileri. Tıbbi bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, İzmir.
- Cook, A.A., Stall, R.E. (1982). Distributionn of races of *Xanthomonas vesicatoria* pathogenic on pepper. *Plant Disease*, 66, 388-389.

- Cook, R.J., Baker, K.F. (1983). The nature and practice of plant pathogens. *St. Paul:Am. Phytopathological Society*, 539.
- Couceiro M.A., Afreen F., Zobayed S.M.A., Kozai T. (2006). Variation in concentrations of major bioactive compounds of St. John's wort: effects of harvesting time temperature and germplasm. *Plant Science* 170(1), 128-134.
- Çakır, A., Kordali, S., Kilic, H., Kaya, E. (2005). Antifungal properties of essential oil and crude extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33 (3), 245-256.
- Çelik, E., Çelik, G.Y. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.
- Daferera, D.J., 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.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88 (2), 308-316.
- Duru, M.E., Oztürk, M., Uğur, A., Ceylan, O. (2004). The constituents of essential oil and *in vitro* antimicrobial activity of *Micromeria cilicica* from Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*. 94, 43-8. 22.
- Edris, A.E. (2007). Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *Phytotherapy Research*, 21, 308-23.
- Elçi, E., Ünlü, N. (2019). Okaliptüs ve bazı ticari uçucu yağlarının domates bakteriyel kanser hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) üzerine antibakteriyel etkileri. *Bitki Koruma Bülteni*, 2019, 59(2), 39-47.
- EPPO, (1988). *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. *Bulletin OEPP/EPPO Bullelein*, 18, 521-525.

- EPPO, (2013). PM 7/110 (1) *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper, *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 43(1), 7-20.
- EPPO, (2015). A2 List of pest recommended for regulation as quarantine pests (version 2015-09), <http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm> (Erişim Tarihi: 16 Kasım 2015).
- Ertürk Ö. (2006). *Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants*. *Biologia*, Bratislava, 61/3, 275-278.
- Eşiyok, D. (2012). *Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği*, Meta Basım, İzmir, 402.
- FAO, (2005). Statistical database, <http://faostat.fao.org/faostat/collection=Production>.
- FAO, (2020). www.fao.org (Erişim Tarihi: 01.06.2020).
- Förster, H., McGhee, G.C., Sundin, G.W., Adaskaveg, J.E. (2015). Characterization of streptomycin resistance in isolates of *Erwinia amylovora* in California. *Phytopathology*, 105 (10), 1302-1310.
- Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E. (2002). Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 65(10), 1545-60.
- Gedik, O., Kocabaş, Y.Z., Çınar, O., Uslu, Ö.S. (2021). *Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx* türünün uçucu yağ bileşenleri ve bitki besin element değerleri. *IV. International Agriculture Congress*, 16-17 December 2021. (Tam metin/Sözlü Sunum)
- Goode, M.J., Sasser, M. (1980). Prevention-the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato, *Plant Disease*, 64, 831-834.
- Görmez A., Bozari S., Yanmis D., Gulluce M., Agar G., Sahin F. (2014). The use of essential oils of *Origanum rotundifolium* as antimicrobial agent against plant pathogenic bacteria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19 (3), 656-663.

- Günay, A., (2005). *Sebze yetiştiriciliği*. Cilt II, Çağ Basım, İzmir, 351.
- Gwinn, K.D. (2018). *Bioactive natural products in plant disease control*. *Studies in Natural Products Chemistry*, 56, 229-246.
- Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985-90.
- Hammer K.A., Carson C.F. (2011). *Antibacterial and antifungal activities of essential oils*. H. Thormar (Ed.), *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*, UK: John Wiley and Sons, Ltd; 255-306.
- Hashem, M., Moharam, A.M., Zaied, A.A., Saleh, F.E.M. (2010). Efficacy of essential oils in the control of *Cumin* root rot disease caused by *Fusarium* spp. *Crop Protection*. 29, 1111-1117.
- Haşimi, N., Tolun, V., Kızıl, S., Kılınç, E. (2014). Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının uçucu yağ kompozisyonu ile antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2014) 19-26.
- Heiser, B. (1973). *Seed to civilization*. The story of man's food. Freeman. San Francisco/Reading. 243.
- Iacobellis N.S., Lo Cantore P., Capasso F., Senatore F. (2005). Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (1), 57-61.
- Jackson, R.W. (2009). *Plant pathogenic bacteria: Genomics and molecular biology*, 3.Baskı, Caster Academic Basımı, Norfolk.
- Jenkins, C.L., Starr, M.P. (2006). Formation of halogenated aryl-polyene (Xanthomonadin) pigments by the type and other yellow-pigmented strains of *Xanthomonas maltophilia*, *Annual Pasteur Microbiology*, 136, 257–264.

- Jones, J.B., Pohronezny, K.L., Stall, R.E., Jones, J.P. (1986). Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop residue, weeds, seeds, and volunteer tomato plants. *Phytopathology*. 76, 430-434.
- Karaca, İ., Saygılı, H. (1982). *Batı Anadolu'nun bazı illerinde domates ve biberde görülen bakteriyel hastalıkların oranı, etmenleri, belirtileri ve konukçu çeşitlerinin duyarlılığı üzerine araştırmalar*. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildiri Özetleri, Adana, 182-192.
- Kaya, K., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Soylu, S. (2018). Determination of chemical composition and fumigant insecticidal activities of essential oils of some medicinal plants against the adults of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (5), 708-714. DOI:10.18016/ksudobil.386176
- Kavanagh, F. (1972). *Analytical microbiology*. Academic Press, New York, 650.
- Kızıl S., Uyar F. (2006). Antimicrobial activities of some thyme (*Thymus*, *Staureja*, *Origanum* and *Thymbra*) species against important plant pathogens. *Asian Journal of Chemistry*, 18 (2), 1455-1461.
- Klement, Z, Goodman, R.N. (1967). The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 5, 17-44.
- Koçak, R., Boyraz, N. (2006). Bazı bitki uçucu yağlarının fungusidal ve fungustatik etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38), 76-81.
- Kotan, R., Kordali, S., Çakır ,A., Kesdek, M., Kaya, Y., Kılıç, H. (2008). Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 360-368.
- Kotan, R., Çakır, A., Dadaşoğlu, F., Aydın, T., Çakmakçı, R. Özer, H., Kordali, S., Mete, E., Dikbaş, N. (2010). Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (1), 145-160.

- Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Çakır, A., Özer, H., Kordali, S., Çakmakçı, R., Dikbaş, N. (2013). Antibacterial activity of the essential oil and extracts of *Satureja hortensis* against plant pathogenic bacteria and their potential use as seed disinfectants. *Scientia Horticulturae*, 153, 34-41.
- Krug, H. (1986). *Gemüseproduktion. Ein lehr-und nachschlagewerk für studium und praxis.* Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg, 446.
- Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J. (2007). Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soilborne plant pathogenic fungi. *The Plant Pathology Journal*, 23 (2), 97-102.
- Lelliot, R.A., Stead, D.E. (1987). Diagnostic procedures for bacterial plant diseases. In methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants 58-59. *Blackwell Scientetific Publications*, 216.
- Lopez-Reyes, 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.
- Mangamma, P., Sreeramulu, A. (1991). Garlic extract inhibitory to growth of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Indian Phytopathology*, 44 (3), 372-374.
- Maruzzella, J.C. (1962). *The germicidal properties of perfume oils and perfumery chemicals.* Amer. Perfumer. Cosmetics., 77, 67.
- Mehani, M., Salhi, N., Valeria, T., Ladjel, S. (2014). Antifungal effect of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* plant on *Fusarium graminearum* and *Fusarium sporotrichioide*. *International Journal of Current Research*, 6(12), 10795- 10797.
- Mengulluoglu, M., Soylu, S. (2012). Antibacterial activities of essential oils extracted from medicinal plants against seed-borne bacterial disease agent, *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Research on Crops*, 13, 641-646.

- Mirik, M., Aysan, Y. (2005). Effect of some plant extracts as seed treatments on bacterial spot disease of tomato and pepper. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 34 (1-2-3).
- Mirik, M., Aysan, Y., Çınar, O. (2007). Copper-resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) dye in the eastern mediterranean region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89(1), 153- 154.
- Mondal, M., Khalequzzaman, M. (2009). Ovicidal activity of essential oils against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Bioscience*, 17, 57-62.
- Nashwa, S.M., Abo-Elyousr, K.A. (2012). Evaluation of various plant extracts against the early blight disease of tomato plants under greenhouse and field conditions. *Plant Protection Science*, 48 (2), 74-79.
- Nayudu, M.V., Walker, J.C. (1960). Bacterial spot of tomato as influenced by temperature and by age and nutrition of the host. *Phytopathology*, 50, 360-364.
- Oraby, M.M. El-Borollosy, A.M. (2013). Essential oils from some egyptian aromatic plants as an antimicrobial agent and for prevention of potato virüs y transmission by aphids. *Annals of Agricultural Science*, 58(1), 97-103.
- Pohronezny, K., Moss, M.A., Dankers, W.W., Schenk, J. (1990). Dispersal and management of *Xanthomona campestris* pv. *vesicatoria* during thinning of direct-seeded tomato. *Plant Disease*, 74, 800-805.
- Pohronezny, K., Hewitt, M., Infante, J., Datnoff, L. (1992). Wind and wind-generated sand injury as factors in infection of pepper by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Plant Disease*, 76, 1036-1039.
- Poplawsky, A.R., Chun, W. (1995). Strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* with atypical pigmentation isolated from commercial crucifer seeds. *Plant Pathology Division*, 79, 1021-1024.

- Poplawsky, A.R., Urban, S.C., Chun, W. (2000). Biological role of xanthomonadin pigments in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 5123–5127.
- Ramadan, M.F., Asker, M.M.S., Tadros, M. (2012). Antiradical and antimicrobial properties of cold pressed black cumin and cumin oils. *European Food Research Technology*, 234, 833-844.
- Ragsdale, N.N., Henry, M.J., Sisler, H.D. (1993). Minimizing nontarget effects of fungicides. Pest control with enhanced environmental safety. *Acs Symposium Series*, 524,332-341.
- Rios, J.L., Recio, M.C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100, 80.
- Ristic, M.D., Duletic-Lausavic, S., Knezevic-Vukcevic, J., Marin, P.D., Simic, D., Vukojevic, J., Janackovic, P., Vajs, V. (2000). Antimicrobial activity of essential oils and ethanol extracts of *Phlomis fruticosa* L. (Lamiaceae). *Phytotherapy Research*, 14, 267-271.
- Saad, N.Y., Muller, C.D., Lobstein, A. (2013). Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. *Flavour and Fragrance Journal*, 28, 269-79.
- Savoia, D. (2012). Plant-derived antimicrobial compounds: Alternatives to antibiotics. *Future microbiology*, 7 (8), 979-990.
- Schelz, Z., Molnar, J., Hohmann, J. (2006). Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. *Fitoterapia*, 77(4), 279-285.
- Schnitzler, P., Schneider, S., Stintzing, F.C., Carle, R., Reichling, J. (2008). Efficacy of an aqueous pelargonium sidoides extract against herpesvirus. *Phytomedicine*, 15(12), 1108-1116.
- 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.

- Sertkaya, E., Kaya, K., Soylu, S. (2010). Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31, 107-112.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., Kundu, B. (2017). Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 123(3), 308-313.
- Singh G., Maurya S., 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.
- Soylu, E.M., Tok, M.F., Soylu, S., Kaya, A.D., Evrendilek, G.A. (2005a). Antifungal activities of the essential oil on post-harvest disease agent *Penicillium digitatum*. *Pakistan Journal of Biological Science*, 8, 25-29.
- Soylu, E.M., Yiğitbaş, H., Tok, M.F., Soylu, S., Baysal, O., Kaya, A.D. (2005b). 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-Journal of Plant Diseases and Protection*, 112 (3), 229-239.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kurt, S. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119-128.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Evrendilek, G.A. (2009). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) and dill (*Anethum graveolens* L.) against the growth of food-borne and seed-borne pathogenic bacteria. *Italian Journal of Food Science*, 21, 347-355.
- Soylu, E.M., Kurt, Ş., Soylu, S. (2010). *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143, 183-189.

- Soylu, S., Eriş, M., Soylu, E.M. (2012). Bitki uçucu yağlar ve ana bileşenlerinin tohum kökenli domates bakteriyel hastalık etmenlerine karşı antibakteriyel etkinliklerinin belirlenmesi. *9. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 12-14 Eylül 2012, Konya, 368-371.
- Stall, R.E. (1993). *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*: Cause of bacterial spot of tomato and pepper. In: *Xanthomonas* (Edts. J. G., Swings and E. L. Civerolo) , Chapman & Hall, Bradbury, J.F., 1984, Genus II. *Xanthomonas* Dowson 1939, 187 Al, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, N. R. Krieg(ed), *Williams and Wilkings Co. Baltimore*, (1) p673 London, UK.
- Şahin, F. (1997). Detection, identification and characterization of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by traditional and molecular methods, and resistance in *Capsicum* species to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. PhD Thesis. The Ohio State University. 181.
- Şahin, F., Miller, S.A. (1998). Resistance in *Capsicum pubescens* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. *Plant Disease*, 82, 794-799.
- Şahin F., Karaman, M., Güllüce, H., Ögütçü, M., Şengül, A., Adıgüzel, S., Öztürk, S., Kotan, R. (2003). Evaluation of antimicrobial activities of *Satureja hortensis* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 87 (1), 61-65.
- Şeniz, V. (1992). *Domates biber patlıcan yetiştiriciliği kitabı*, Tav vakfı, Yalova, 128-152.
- Tanovic, B., Milijasevic, S., Obradovic, A. (2007). *In vitro* effect of plant essential oils on growth of some soil-borne pathogens. *Acta Horticulturae*, 729, 467-471.
- Thakare, A.R., Wankhade, S.G., Somani, R.B., Raut, B.T. (2003). Growth inhibition in *Rhizoctonia bataticola* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* by herbal oils. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 12, 83- 85.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2), 154-169.

- Tlas, T.L., Chamaa I., Fandi J., Haddad A.E. (2021). *In vitro* antibacterial activity and chemical composition of Syrian *Erica manipuliflora* essential oil. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences*, Assiut University, Vol. 44, Issue 1, 2021, pp. 63-71.
- Turhan, D. (2015). *Bazı esansiyel yağların Staphylococcus aureus ve Escherichia coli üzerine antimikrobiyal etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 109.
- TÜİK, (2018). Bitkisel üretim istatistikleri. TÜİK, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. (Erişim Tarihi: 01.06.2019).
- TÜİK, (2019). www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 01.06.2020)
- TÜİK, (2020). “İstatistiki Göstergeler” (Erişim Tarihi: 20.04.2020)
- Türküsay, H., Onoğur, E. (1998). Bazı bitki ekstratlarının *in vitro*'da antifungal etkinliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 267-271.
- 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.
- Umarusman, M.A. (2018). *Farklı bitki ekstratlarının bezelye bakteriyel yaprak yanıklığına (Pseudomonas syringae pv. pisi) antibakteriyel etkilerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 64.
- Ünlü, N. (2018). *Bitkisel ekstraktların domates bakteriyel kanser hastalığı (Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis) üzerine antibakteriyel etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Niğde. 57.
- Van-Vuuren S.F., Suliman S., Viljoen A.M. (2009). The antimicrobial activity of four commercial essential oils in combination with conventional antimicrobials. *Letters in Applied Microbiology*, 48, 440–446.

- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J.A. (2010). Spices as functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51, 13-28.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 440.
- Walter, M., Jaspers, M. V., Eade, K., Frampton, C.M., Stewart, A. (2001). Control of *Botrytis cinerea* in grape using thyme oil. *Australasian Plant Pathology*, 30, 21-25.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E. (1997). Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 81, 204-210.
- Yanar, Y., Belgüzar, S., Telci, İ. (2016). *Origanum* spp., *Mentha* spp. ve *Lippia* sp. türlerine ait uçucu yağların *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ve *Botrytis cinerea*'ya karşı antimikrobiyal etkisi. *Turkish Journal of Weed Science*, 19 (1), 18-25.
- Yıldırım, A.E. (2008). *Tarımsal zararlılarla mücadele yöntemleri ve kullanılan ilaçlar*. 2.Baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 350.
- Yıldırım, A.E. (2010). Yaş meyve sebze ilaç kalıntısı. www.tarimdunyasi.net/p:785. (Son erişim tarihi:10.5.2010).
- Yılmaz, M. (2014). *Bazı uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk (Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis) etmeninin kontrolündeki etkinliğinin belirlenmesi ve bu yağların film kaplamada kullanımı*. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya. 137.
- Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bianchi, A., Albasin, A. (1996). Effects of essential oils on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Journal of Phytopathology*, 144, 380-383.
- Zeren, O.M., Yaşarbaş, M. (1989), Tarım ilaçlarının insan sağlığı üzerindeki etkisi, *II. Ulusal Ergonomi Kongresi*, Mpm Yayınları, 379, 268-277.

Ek 1 *Xanthomonas* izolatlarının MALDI-TOF-MS Biotyper tanılama sonuçları

Meaning of Score Values

Range	Description	Symbols	Color
2.300 ... 3.000	highly probable species identification	(+++)	green
2.000 ... 2.299	secure genus identification, probable species identification	(++)	green
1.700 ... 1.999	probable genus identification	(+)	yellow
0.000 ... 1.699	not reliable identification	(-)	red

Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Description
A	Species Consistency: The best match was classified as 'green' (see above). Further 'green' matches are of the same species as the first one. Further 'yellow' matches are at least of the same genus as the first one.
B	Genus Consistency: The best match was classified as 'green' or 'yellow' (see above). Further 'green' or 'yellow' matches have at least the same genus as the first one. The conditions of species consistency are not fulfilled.
C	No Consistency: Neither species nor genus consistency (Please check for synonyms of names or microbial mixture).

<u>D1</u> (+++)(C)	6Y2-1	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis	<u>2.393</u>	CFBP-2526_Xanthomonas axonopodis	<u>2.255</u>
<u>D2</u> (+++)(C)	6Y3-4	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis	<u>2.495</u>	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis	<u>2.463</u>
<u>D3</u> (+++)(C)	44	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis	<u>2.533</u>	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis	<u>2.526</u>
<u>D4</u> (+)(B)	43	Sphingomonas desiccabilis	1.854	not reliable identification	1.401
<u>D5</u> (+++)(C)	379	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis	<u>2.588</u>	CFBP-7293_Xanthomonas perforans_20161010	<u>2.581</u>
<u>D6</u> (+++)(C)	59	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis	<u>2.452</u>	CFBP-7293_Xanthomonas perforans_20161010	<u>2.415</u>

Analyte Name: D4
 Analyte Description: 43
 Analyte ID: 2021-07-05T08:50:37.556
 Analyte Creation Date Time: 2021-07-05T08:50:37.556
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Spingomonas desiccabilis DSM 16792T DSM	1.854	429134
2 (-)	Acidovorax delafieldii DSM 64T HAM	1.401	47920
3 (-)	Spingomonas molluscorum DSM 19588T DSM	1.358	418184
4 (-)	Spingomonas adhaesiva DSM 7418T HAM	1.282	28212
5 (-)	Gardnerella vaginalis CCUG 44033 CCUG	1.276	2702
6 (-)	<u>Proteus vulgaris DSM 13625 DSM</u>	1.235	585
7 (-)	Lactobacillus kalixensis DSM 16044 DSM	1.217	227944
8 (-)	Lactobacillus plantarum DSM 2601 DSM	1.212	1592
9 (-)	Corynebacterium striatum 23086514 MLD	1.204	43770
10 (-)	Kurtzia senegalensis DSM 24642 DSM	1.193	1649

Analyte Name:
 Analyte Description:
 Analyte ID:
 Analyte Creation Date/Time:
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree:

D3
 44
 2021-07-05T08:50:37.838
 Taxonomy: Projects, Bruber Taxonomy:

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis pv. maculifoliogardeniae_20161028	2.53	100134258
2 (+++)	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis pv. alfalfae_20160826	2.526	100134258
3 (+++)	CFBP-3371_Xanthomonas citruseolo_20170213	2.51	100134258
4 (+++)	Xanthomonas perforans DSM 18975T DSM	2.399	442694
5 (+++)	CFBP-7289_Xanthomonas perforans_20161010	2.382	100134258
6 (+++)	Xanthomonas axonopodis pv. begoniae DSM 50850 DSM	2.379	53413
7 (+++)	CFBP-2526_Xanthomonas axonopodis pv. glycines_20160826	2.347	100134258
8 (+++)	CFBP-3369_Xanthomonas citri_20150215	2.327	100134258
9 (+++)	CFBP-7153_Xanthomonas axonopodis pv. manihoti_20160825	2.317	100134258
10 (+++)	CFBP-5868_Xanthomonas campestris pv. viticola_20161010	2.306	100134258

Analyte Name: D6
 Analyte Description:
 Analyte ID: 59
 Analyte Creation Date/Time: 2021-07-05T08:50:37.578
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis pv. maculifoliigardensae_20161028	2.452	100134258
2 (+++)	CFBP-7293_Xanthomonas perforans_20161010	2.415	100134258
3 (+++)	Xanthomonas axonopodis pv. begoniae DSM 50850 DSM	2.399	52413
4 (+++)	CFBP-3371_Xanthomonas citrumelo_20170213	2.374	100134258
5 (+++)	CFBP-6107_Xanthomonas axonopodis pv. allii_20160822	2.308	100134258
6 (+++)	CFBP-2525_Xanthomonas axonopodis pv. citri_20160822	2.305	100134258
7 (+++)	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis pv. albiziae_20160826	2.304	100134258
8 (++)	Xanthomonas perforans DSM 18975T DSM	2.294	442694
9 (++)	Xanthomonas citri pv. malvacearum DSM 3849 DSM	2.278	346
10 (++)	CFBP-2534_Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli_20160825	2.271	100134258

D2

Analyte Name:
Analyte Description:
Analyte ID: 6Y3-4
Analyte Creation Date/Time: 2021-07-05T08:50:37.695
Applied MSP Library(ies):
Applied Taxonomy Tree: Projects, Broker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis pv. alfalfae_20160826	2.495	100134258
2 (+++)	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis pv. masculifoligardensis_20161028	2.463	100134258
3 (+++)	CFBP-793_Xanthomonas perforans_20161010	2.454	100134258
4 (+++)	CFBP-6107_Xanthomonas axonopodis pv. allii_20160822	2.402	100134258
5 (+++)	CFBP-2525_Xanthomonas axonopodis pv. citri_20160822	2.381	100134258
6 (+++)	CFBP-3371_Xanthomonas citrumelo_20170213	2.352	100134258
7 (+++)	Xanthomonas axonopodis pv. begoniae DSM 50850 DSM	2.332	53413
8 (+++)	CFBP-2526_Xanthomonas axonopodis pv. glycines_20160826	2.329	100134258
9 (+++)	Xanthomonas citri pv. malvacearum DSM 3849 DSM	2.306	346
10 (+++)	CFBP-3369_Xanthomonas citri_20150215	2.304	100134258

Analyte Name: D1
 Analyte Description: 6Y2-1
 Analyte ID: 2021-07-05T08:50:37.843
 Analyte Creation Date/Time:
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

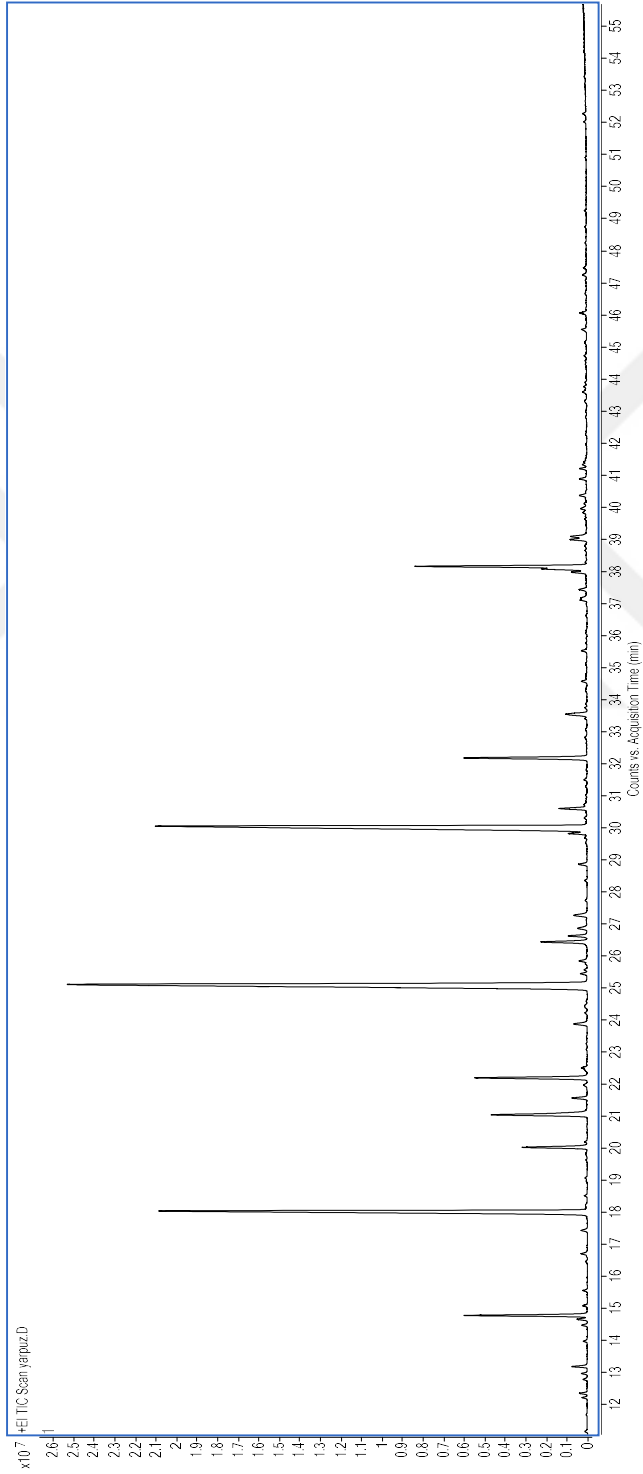
Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	CFBP-1152_Xanthomonas axonopodis pv. maculifoligardeniae_20161028	2.393	<u>100134258</u>
2 (++)	CFBP-2526_Xanthomonas axonopodis pv. glycines_20160826	2.255	<u>100134258</u>
3 (++)	CFBP-7283_Xanthomonas perforans_20161010	2.236	<u>100134258</u>
4 (++)	CFBP-3371_Xanthomonas citrumelo_20170213	2.214	<u>100134258</u>
5 (++)	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis pv. alfaifae_20160826	2.203	<u>100134258</u>
6 (++)	Xanthomonas axonopodis pv. begoniae DSM 50830 DSM	2.192	<u>53413</u>
7 (++)	CFBP-2524_Xanthomonas axonopodis pv. begoniae_20160822	2.17	<u>100134258</u>
8 (++)	CFBP-7112_Xanthomonas axonopodis pv. vignicola_20160825	2.168	<u>100134258</u>
9 (++)	Xanthomonas perforans DSM 18975T DSM	2.16	<u>442694</u>
10 (++)	CFBP-6165_Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli var. fuscans_201610	2.151	<u>100134258</u>

Analyte Name: D5
 Analyte Description: 379
 Analyte ID: 2021-07-05T08:50:37.745
 Analyte Creation Date Time:
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

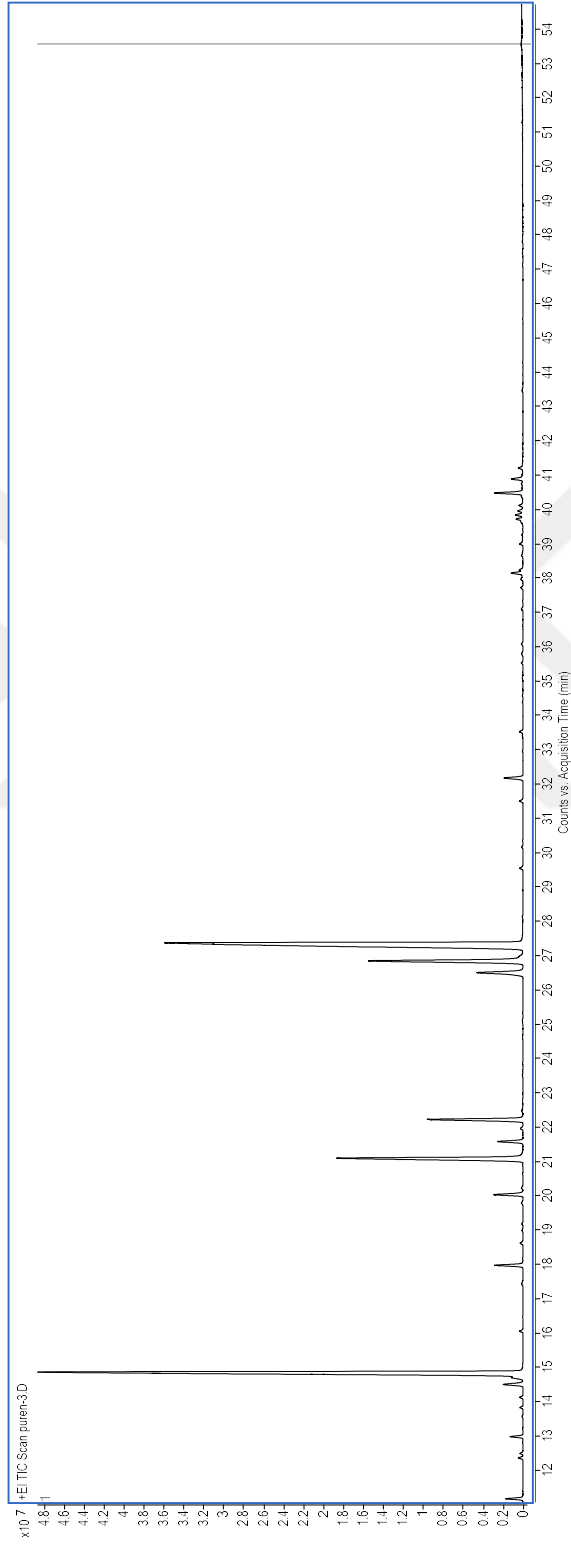
Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	CFBP-1155_Xanthomonas axonopodis pv. masculifoligardanae_20161028	2.588	100134258
2 (+++)	CFBP-7293_Xanthomonas perforans_20161010	2.581	100134258
3 (+++)	CFBP-6107_Xanthomonas axonopodis pv. alni_20160822	2.502	100134258
4 (+++)	CFBP-2525_Xanthomonas axonopodis pv. citri_20160822	2.492	100134258
5 (+++)	CFBP-3836_Xanthomonas axonopodis pv. alfalfae_20160826	2.49	100134258
6 (+++)	CFBP-3371_Xanthomonas citrumelo_20170213	2.428	100134258
7 (+++)	CFBP-2534_Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli_20160825	2.42	100134258
8 (+++)	CFBP-3369_Xanthomonas citri_20150215	2.373	100134258
9 (+++)	CFBP-7153_Xanthomonas axonopodis pv. manihoti_20160825	2.357	100134258
10 (+++)	Xanthomonas perforans DSM 18975T DSM	2.339	442664

Ek 2 Uçucu Yağların GC/MS'e göre analiz sonuçları

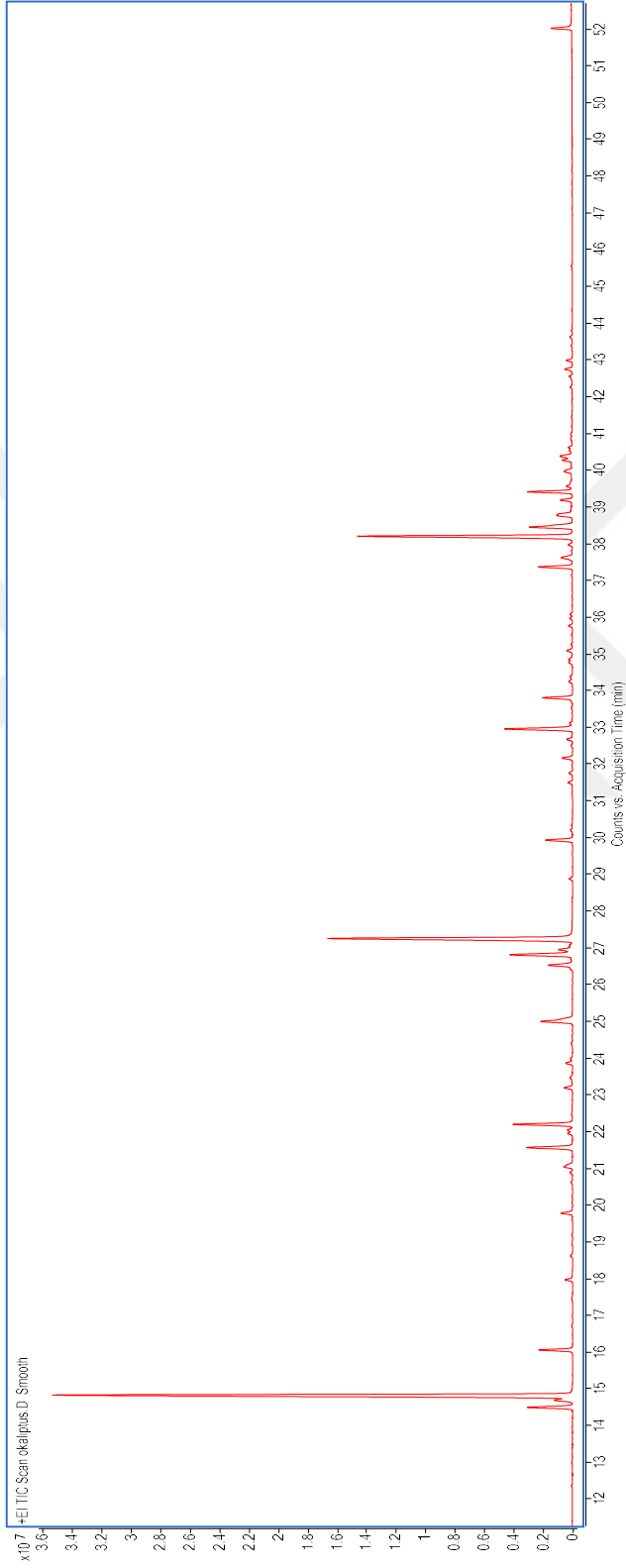
EK 2.1 Yabani nane (*Mentha sp.*) uçucu yağının kromatogram grafiği



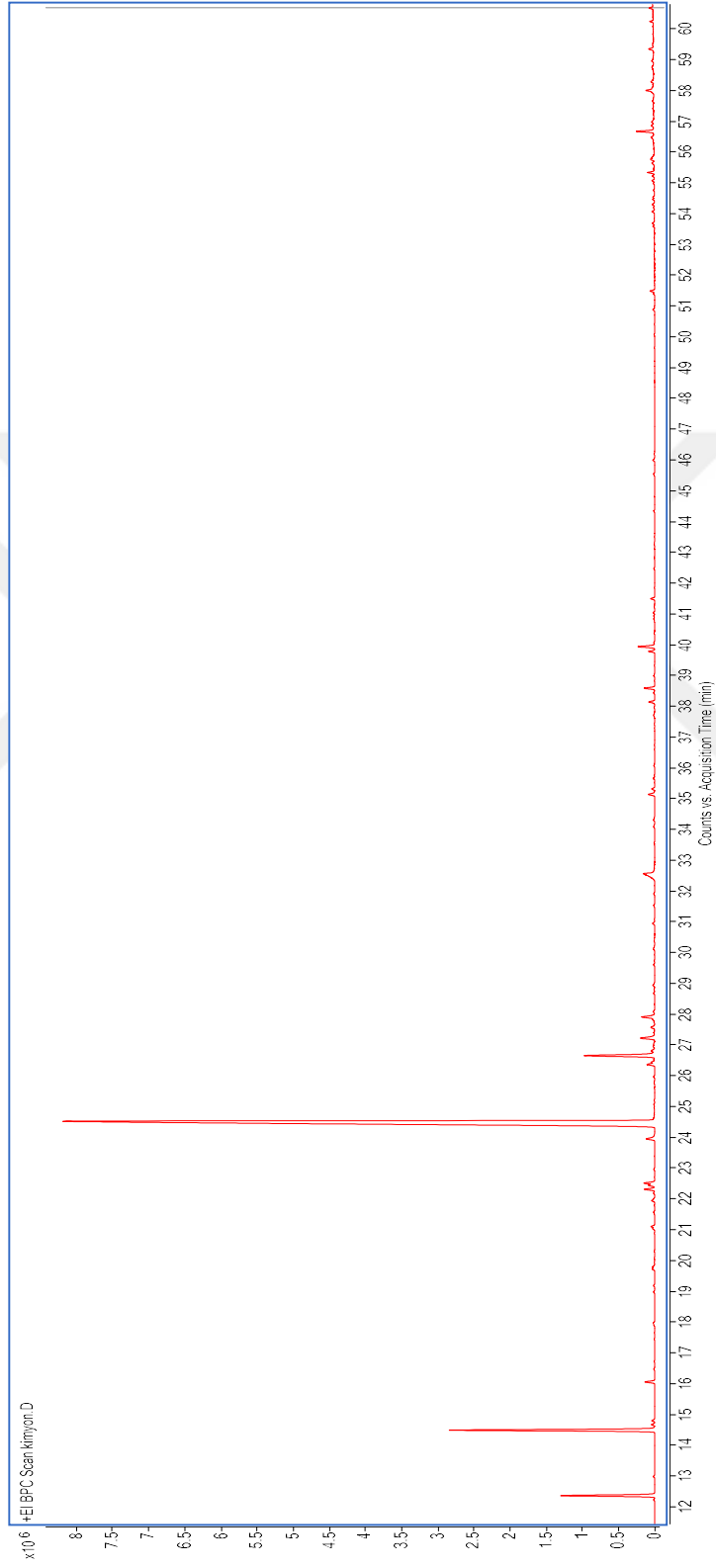
Ek 2.2 Püren (*Erica* sp.) uçucu yağının kromatogram grafiği



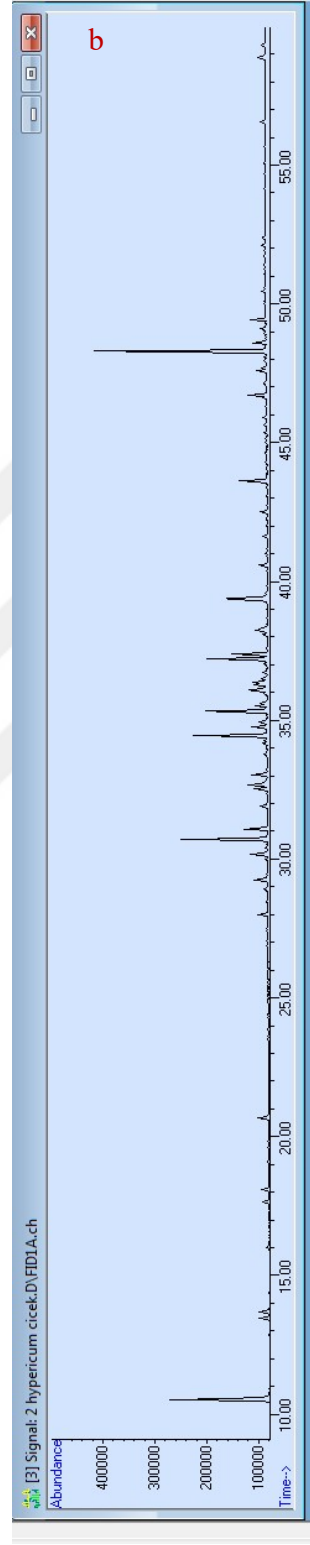
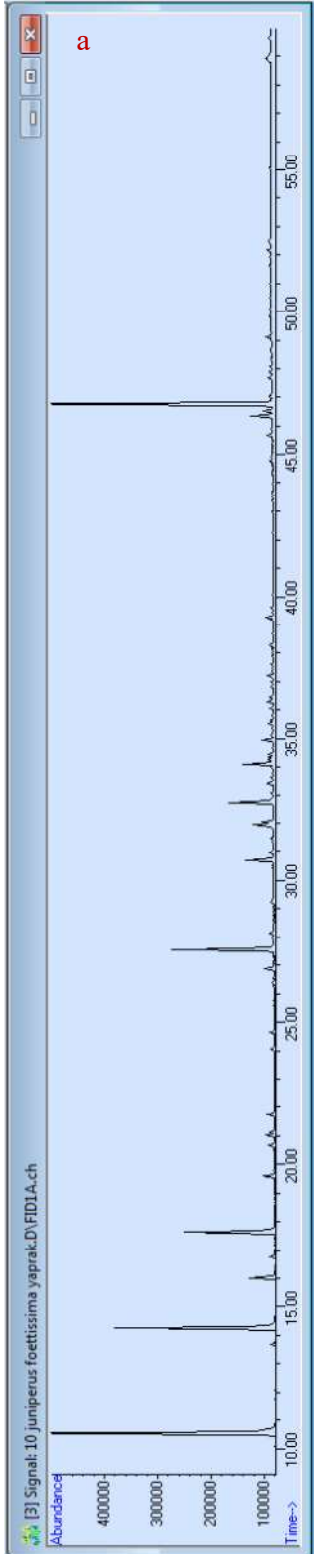
Ek 2.3 Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*) uçucu yağının kromatogram grafiği



Ek 2.4 Kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağının kromatogram grafiği



Ek.2.5 a) Sarı kantaron (*Hypericum venustum*) uçucu yağının ve b) ardıç (*Juniperus foetidissima*) uçucu yağının kromatogram grafiği



Ek.2.6 Taş nanesi (*Micromeria fruticosa* subsp. *brachycalyx*) uçucu yağının kromatogram grafiği

