



T.C.  
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kübra İrem ÇAKMAK**

**ZEYTİN DAL KANSERİ ETMENİ  
*Pseudomonas savastanoi* pv.  
*savastanoi*'nin İZOLASYONU, TANISI  
VE UÇUCU YAĞLARLA BİYOLOJİK  
MÜCADELESİ**

**ORGANİK TARIM İŞLETMECİLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE –2025**

**T.C.  
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ZEYTİN DAL KANSERİ ETMENİ *Pseudomonas savastanoi*  
pv. *savastanoi*'nin İZOLASYONU, TANISI VE UÇUCU  
YAĞLARLA BİYOLOJİK MÜCADELESİ**



**Kübra İrem ÇAKMAK**

**ORGANİK TARIM İŞLETMECİLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE  
OCAK-2025**

## TEZ ONAYI

ZEYTİN DAL KANSERİ ETMENİ *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin İZOLASYONU, TANISI VE UÇUCU YAĞLARLA BİYOLOJİK MÜCADELESİ

Kübra İrem ÇAKMAK tarafından Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE .....  
Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, OKÜ

**Üye:** Prof. Dr. Tugay AYAŞAN .....  
Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, OKÜ

**Üye:** Prof Dr. Yeşim AYSAN .....  
Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı, ÇÜ

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Eyyup TEL .....  
Enstitü Müdürü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bu tez çalışması, OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (OKÜBAP-2023-PT2-042) tarafından desteklenmiştir.

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Kübra İrem ÇAKMAK

## ÖZET

### ZEYTİN DAL KANSERİ ETMENİ *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin İZOLASYONU, TANISI VE UÇUCU YAĞLARLA BİYOLOJİK MÜCADELESİ

Kübra İrem ÇAKMAK

Yüksek Lisans, Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE

Aralık 2024, 53 sayfa

*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin neden olduğu zeytin dal kanseri hastalığı zeytin ağacının önemli bir bakteriyel hastalığı olarak kabul edilmektedir. Bitki patojeni bakteriler zeytin yetiştiriciliği için önemli bir tehdit oluşturmakta, önemli ekonomik kayıplara ve verimin düşmesine neden olmaktadır. Antimikrobiyal uygulamaların bu patojenlere karşı etkinliği, sürdürülebilir hastalık yönetimi stratejileri için büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmanın amacı, i: Gaziantep ve Hatay illerinde hastalıklı zeytin ağaçlarından izolasyon yapmak, ii: Urlu dokulardan elde edilen izolatların morfolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF MS ile tür düzeyinde tanısını yapmak, iii: 16 adet uçucu yağ ile *In vitro* ve *In vivo* koşullarda biyolojik mücadelesini araştırmaktır. Çalışmada dal kanseri hastalık belirtileri gösteren 7 adet urlu ağaçtan 27 adet patojen bakteri izolasyonu yapılmıştır. Patojen bakteriler, Gram reaksiyon, LOPAT karakterleri ve Matris Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyonu- Kütle Spektrometresi (MALDI-TOF MS) testiyle tür düzeyinde tanılanmıştır. İkili kültür testinde uçucu yağların 14'ü patojen bakterinin gelişimini baskılayarak 0.32-17 mm arasında engelleme zonu oluşturmuştur. Tarçın uçucu yağının 17 mm inhibisyon zonu oluşturarak en başarılı antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Karanfil 10.42 mm inhibisyon zonu oluşturarak patojeni baskılayan bir diğer başarılı uçucu yağ olmuştur. *Pseudomonas savastanoi* Gazey2-1 ile yapay inokülasyonu yapılan zeytin fidanlarında bu iki uçucu yağın etkisi saksı çalışmasıyla incelenmiştir. *In vivo* deneme sonucunda pozitif kontrol grubunda ortalama ur ağırlığı 0.26 g olarak kaydedilmiş, en etkili olan karanfil ve tarçın uçucu yağları uygulanan fidelerde ise 0.13 g ve 0.15 g olarak ölçülmüştür. Karanfil ve tarçın uçucu yağlarının ortalama ur ağırlıklarına ait varyans analizi sonuçları pozitif kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiş ve sırasıyla %50 ve %42 oranında hastalığı baskılamıştır. Bu bulgular uçucu yağların çevre dostu biyopestisitlerin geliştirilmesi için ilgi çekici bir molekül olarak potansiyelini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomi ceylanici*, Antibakteriyel Etki, Sürdürülebilir Hastalık Yönetimi, Organik Tarım



## ABSTRACT

### ISOLATION, IDENTIFICATION AND BIOLOGICAL CONTROL OF OLIVE KNOT AGENT *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* WITH ESSENTIAL OILS

Kübra İrem ÇAKMAK

M.Sc., Department of Organic Agriculture Management

Supervisor: Asst. Prof. Benian Pınar AKTEPE

December 2024, 53 pages

Olive knot disease, caused by the bacterium *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, is considered as an important bacterial disease of olive tree. Plant pathogenic bacteria pose a significant threat to olive cultivation, causing significant economic losses and reduced yields. The efficacy of antimicrobial treatments against these pathogens is of great interest in the development of sustainable disease management strategies. The aim of this study was to i: Isolation from diseased olive trees in Gaziantep and Hatay provinces, ii: To carry out morphological, biochemical and MALDI-TOF MS identification of isolates obtained from diseased tissues at species level, iii: To investigate 16 essential oils and their biological control under *In vitro* and *In vivo* conditions. A total of 27 pathogenic bacteria were isolated from seven trees exhibiting symptoms of branch cancer disease. The pathogenic bacteria were identified at the species level by Gram reaction, LOPAT characters and Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) test. In the dual culture test, 14 of the essential oils suppressed the growth of pathogenic bacteria and formed an inhibition zone between 0.32-17 mm. The cinnamon essential oil was found to have the most efficacious antibacterial effect, with an inhibition zone of 17 mm. Clove was also another successful essential oil that suppressed the pathogen by forming an inhibition zone of 10.42 mm. The effect of these two essential oils on olive seedlings artificially inoculated with *Pseudomonas savastanoi* Gazey2-1 was carried out in a pot study. The *In vivo* experiment yielded the following results as a result of the *In vivo* experiment, the average node weight was recorded as 0.26 g in the positive control group and 0.13 g and 0.15 g in the seedlings treated with the most effective essential oils of clove and cinnamon. The results of the analysis of variance of the average ur weights of clove and cinnamon essential oils showed a statistically significant difference compared to the positive control and suppressed the disease by 50% and 42%, respectively. The results of this study highlight the potential of essential oils as a promising molecule for the development of environmentally friendly biopesticides.

**Key Words:** *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomi ceylanici*, Antibacterial Effect, Sustainable Disease Management, Organic Agriculture

## İTHAF SAYFASI



Çok kıymetli aileme...

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumu belirleyerek, tez çalışmamın yürütülmesini destekleyen, tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübesiyle desteğini esirgemeyen, danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince, benden desteğini esirgemeyen ve jüri üyeliğini kabul etme nezaketinde bulunan Sayın Prof. Dr. Yeşim AYSAN hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu yüksek lisans çalışmamda jüri üyeliğini kabul eden Sayın Prof. Dr. Tugay AYAŞAN'a teşekkür ve saygımı sunarım. Ayrıca tez çalışmam boyunca bana destek olan bölüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmamı maddi olarak destekleyen OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (OKÜBAP-2023-PT2-042) teşekkür ederim.

Benim bu günlere gelmemde her türlü desteği sağlayan ve her zaman benim başarılı olmamdan mutluluk duyan sevgili aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| TEZ ONAYI .....                                                                                                                          | 3    |
| TEZ BİLDİRİMİ .....                                                                                                                      | i    |
| ÖZET .....                                                                                                                               | i    |
| ABSTRACT .....                                                                                                                           | iii  |
| TEŞEKKÜR .....                                                                                                                           | v    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                                                                         | vi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                                                                  | viii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                                                                    | ix   |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                                           | 1    |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                                                                                                | 10   |
| 3. MATERYAL VE METOD.....                                                                                                                | 17   |
| 3.1. Materyal.....                                                                                                                       | 17   |
| 3.2. Yöntem .....                                                                                                                        | 18   |
| 3.2.1 Hasta Bitkilerden Uurların Toplanması.....                                                                                         | 18   |
| 3.2.2. Patojen Bakteri İzolasyonu ve Tanısı .....                                                                                        | 18   |
| 3.2.3. Patojenite Testleri.....                                                                                                          | 21   |
| 3.2.4. Uçucu Yağların <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i> 'ye Karşı <i>In Vitro</i> Antimikrobiyal Etkisi.....           | 22   |
| 3.2.5 Uçucu Yağların Zeytin Fidanlarında <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i> 'nin Neden Olduğu Ur Oluşumuna Etkisi ..... | 23   |
| 4. BULGULAR .....                                                                                                                        | 25   |
| 4.1. Patojen Bakteri İzolasyonu ve Tanısı .....                                                                                          | 25   |
| 4.2. Patojenite Testleri.....                                                                                                            | 26   |
| 4.3. Uçucu Yağların <i>Pseudomonas savastanoi</i> 'ye karşı Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi.....                                   | 27   |
| 4.4. Uçucu Yağların Zeytin Fidanlarındaki Dal Kanseri Hastalığını Engelleyici Etkisi .....                                               | 30   |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                                                                        | 32   |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....                                                                                                                | 35   |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                                          | 37   |

|               |    |
|---------------|----|
| ÖZGEÇMİŞ..... | 50 |
| EKLER.....    | 51 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. Dünya çapında zeytin üretim miktarları ve üretim alanları .....                         | 1  |
| Çizelge 1.2. Türkiye il düzeyinde zeytin üretim miktarları ve üretim alanları .....                  | 2  |
| Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan uçucu yağlar.....                                                  | 17 |
| Çizelge 4.1. Hatay ve Gaziantep illerinden elde edilen izolatlar ve LOPAT karakterizasyonu .....     | 25 |
| Çizelge 4.2. Zeytin fidanlarında patojenite sonucu oluşan urların çap uzunlukları ..                 | 26 |
| Çizelge 4.3. Bitki uçucu yağlarının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkinlikleri ..... | 28 |
| Çizelge 4.4. Tarçın ve Karanfil uçucu yağlarının zeytin fidanlarında ur oluşumuna etkisi .....       | 30 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i> 'nin zeytin dallarında meydana getirdiği ur belirtisi .....                 | 5  |
| Şekil 3.1. Hasta bitkilerden urların toplanması .....                                                                                      | 18 |
| Şekil 3.2. Urlu dallardan patojen bakteri izolasyonu .....                                                                                 | 19 |
| Şekil 4.1. Gazey2-1, Gazey4-2, HatayZeytin2-1, Gazey3-4 ve HatayZeytin1-4 izolatlarının havuç dilimlerinde oluşturduğu urlar .....         | 27 |
| Şekil 4.2. Zeytin fidanlarında oluşan urlar .....                                                                                          | 27 |
| Şekil 4.3. Tarçın uçucu yağının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkisi .....                                                 | 29 |
| Şekil 4.4. Karanfil uçucu yağının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkisi .....                                               | 29 |
| Şekil 4.5. <i>Pseudomonas savastanoi</i> Gazey2-1 ile yapay inokülasyondan sonra fidanların inoküle edilen bölgelerinde oluşan urlar ..... | 31 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR

|           |                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| %         | Yüzde                                                                                                                                   |
| °C        | Celsius (derece)                                                                                                                        |
| µl        | Mikrolitre                                                                                                                              |
| Cm        | Santimetre                                                                                                                              |
| dk        | Dakika                                                                                                                                  |
| g         | Gram                                                                                                                                    |
| kg        | Kilogram                                                                                                                                |
| LSD       | Least Significant Difference (En Az Önemli Fark)                                                                                        |
| lt        | Litre                                                                                                                                   |
| MALDI-TOF | Matriks Assisted Laser Desorption Ionization Timeof Flight<br>(Matris Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyonu- Kütle<br>Spektrometresi) |
| ml        | Mililitre                                                                                                                               |
| mm        | Milimetre                                                                                                                               |
| NA        | Nutrient Agar                                                                                                                           |
| NaCl      | Sodyum Klorür                                                                                                                           |
| pv        | Pathovar (Alt tür)                                                                                                                      |
| TSA       | Tryptic Soy Agar                                                                                                                        |
| TÜİK      | Türkiye İstatistik Kurumu                                                                                                               |
| YDC       | Yeast Deskstroz Kalsiyum Karbonat                                                                                                       |

## 1. GİRİŞ

*Oleaceae* familyasına ait olan zeytin ağacı (*Olea europaea* L.), palmiyeden sonra dünyanın en önemli ikinci yağlı meyve ağacı olarak kabul edilmektedir (Baldoni ve Belaj, 2009). Zeytin ağacı, insanlık tarihi boyunca kültürel ve toplumsal yaşamın önemli bir unsuru olmuştur. Tarihin farklı dönemlerinde, zeytinin kültürel yaşamda derin bir anlam ve yer edindiği dikkat çekmektedir. Zeytinin Doğu Akdeniz havzasında yaklaşık on bin yıl öncesine kadar doğal bitki örtüsünün bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, son çalışmalar, zeytinin varlığına ilişkin daha eski bir tarihe işaret etmektedir. Milattan önce yaklaşık 12 bin yıl öncesine ait fosillerin, Akdeniz'in batısında yabani zeytin dallarına ait olduğuna dair bulgular sunmaktadır (Ünsal, 2023). Dünya genelinde 10 milyon hektardan fazla bir alanda yetiştirilen zeytin, özellikle Akdeniz bölgesinde geleneksel ve yaygın bir şekilde tarımı yapılan önemli bir türdür. Zeytin, iklim gereksinimleri açısından incelendiğinde, 30°-45° kuzey ve güney enlemleri arasında bulunan tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında yetiştirilmektedir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde ise dünya genelinde 58 ülkede zeytin üretimi gerçekleştirilmektedir. Dünya genelinde 2022 yılı zeytin üretim miktarına ilişkin verilerine göre toplam üretim 21.449.867 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim miktarına en fazla katkı sağlayan ülkeler sırasıyla İspanya (3.940.070 ton), Türkiye (2.976.000 ton), İtalya (2.160.400 ton), Fas (1.968.110 ton) ve Tunus (1.200.000 ton) olmuştur (FAO, 2022) (Çizelge 1). Bu veriler, zeytin üretiminde Akdeniz havzasının belirgin üstünlüğünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 1.1. Dünya çapında zeytin üretim miktarları ve üretim alanları

|   |          | Üretim Miktarı (Ton) | Üretim Alanı (hektar) |
|---|----------|----------------------|-----------------------|
| 1 | İspanya  | 3940070.0            | 2635280.0             |
| 2 | Türkiye  | 2976000.0            | 901126.0              |
| 3 | İtalya   | 2160400.0            | 1076520.0             |
| 4 | Fas      | 1968110.9            | 1201308.0             |
| 5 | Tunus    | 1200000.0            | 1799251.0             |
| 6 | Mısır    | 1137075.6            | 112851.0              |
| 7 | Suriye   | 990948.0             | 676338.0              |
| 8 | Cezayir  | 822973.6             | 457609.0              |
| 9 | Portekiz | 791660.0             | 379570.0              |
|   | Dünya    | 21449867.5           | 10948521.0            |

Türkiye'nin toplam zeytin üretimi 1.519.998 ton, üretim alanı ise 9.030.611 dekadır. Türkiye'nin 41 ilinde ve 270 ilçesinde zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Özellikle İzmir, Aydın ve Manisa'da üretim miktarı ve alan açısından Ege Bölgesi zeytincilikte öne çıkmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde Hatay, Mersin ve Gaziantep gibi iller önemli üreticilerdir. Marmara'da Balıkesir ve Bursa zeytincilikte kritik bir role sahiptir. İl düzeyinde zeytin üretim ve yetiştiricilik alanlarına bakıldığında İzmir, 219.622 tonluk üretim miktarıyla Türkiye'de zeytin üretiminde lider konumundadır ve 949.417 dekar alanda zeytin yetiştirilmektedir. İzmir'i, 199.387 ton üretim ile Manisa takip etmektedir. Aydın, 173.037 tonluk üretimiyle üçüncü sıradadır ve 1.549.756 dekarlık üretim alanına sahiptir. Bu alan, Türkiye'deki en geniş zeytin üretim alanıdır. Hatay, 178.933 tonluk üretimle dördüncü sıradadır, ancak üretim alanı (566.389 dekar) diğer lider illere kıyasla daha küçüktür. Bu durum, Hatay'da birim alan başına verimin yüksek olabileceğini göstermektedir. Muğla, benzer şekilde 174.398 ton üretim yaparken, üretim alanı 995.531 dekadır. Balıkesir, 98.198 ton üretim yaparak Marmara Bölgesi'nde önemli bir yere sahiptir (Çizelge 2) (TÜİK, 2023).

Çizelge 1.2. Türkiye il düzeyinde zeytin üretim miktarları ve üretim alanları

| No | İller     | Üretim Miktarı (Ton) | Üretim Alanı (Dekar) |
|----|-----------|----------------------|----------------------|
| 1  | İzmir     | 219.622.0            | 949.417.0            |
| 2  | Manisa    | 199.387.0            | 1.184.833.0          |
| 3  | Hatay     | 178.933.0            | 566.389.0            |
| 4  | Muğla     | 174.398.0            | 995.531.0            |
| 5  | Aydın     | 173.037.0            | 1.549.756.0          |
| 6  | Balıkesir | 98.198.0             | 850.317.0            |
| 7  | Bursa     | 96.498.0             | 440.215.0            |
| 8  | Mersin    | 95.451.0             | 398.069.0            |
| 9  | Gaziantep | 73.951.0             | 461.442.0            |
| 10 | Çanakkale | 62.391.0             | 327.989.0            |
|    | Türkiye   | 1.519.998.0          | 9.030.611.0          |

Botanik açıdan "ölümsüz" olarak nitelendirilen zeytin ağacı, genellikle killi-kumlu topraklarda gelişim göstermeyi tercih etmektedir. Zeytin ağacının en belirgin özelliği, periyodisite sergileyerek "var yılı" ve "yok yılı" olarak adlandırılan düzensiz bir ürün döngüsüne sahip olmasıdır. Ömrü 100 yılı aşabilen bu ağaç, ekonomik verimliliğini genellikle 50 yaşına kadar koruyabilmekte, bu yaştan sonra ise plantasyonların gençleştirilmesi gereklilik arz etmektedir. Zeytin ağacının yaşam ve verimlilik döngüsü: 1-7. yıllar gençlik dönemi, 8-40. yıllar verim artış dönemi olarak

değerlendirilmektedir. Zeytin ağacı, odun yapısının çürümeye karşı yüksek dayanıklılığı ile dikkat çekmektedir. Hem olumsuz çevre koşullarına hem de mekanik hasarlara karşı direnç gösterme yeteneği sayesinde, zarar gördüğünde dahi yeni sürgünler oluşturabilmektedir. Bu özellikleri, zeytin ağacının uzun ömürlü ve sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürebilmesini sağlamaktadır. Ancak zeytin ağacının tarımsal verimliliğini ve ekonomik değerini tehdit eden çeşitli hastalık ve zararlılarla karşı karşıya kalmaktadır. Zeytin yetiştiriciliğini tehdit eden zararlılar arasında, Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae*) ilk sırada yer almakta olup, Türkiye'deki tüm zeytin bahçelerinde yaygın olarak görülmektedir. Bu zararlı, zeytin üretiminde ekonomik açıdan ciddi kayıplara yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, Zeytin Kabuklu Biti (*Parlatoria oleae*), Pamuklu bit (*Eupyllura spp.*), Zeytin Güvesi (*Prays oleae*), Zeytin Fidan Tırtılı (*Palpita unionalis*), Zeytin Kızılkurdu (*Lasioptera berlesiana*) ve Filizkırın (*Phloeotribus scarabaeoides*), zeytin ağaçlarına zarar veren diğer önemli türler arasında bulunmaktadır (Anonim, 2024). Zeytin üretim alanlarında çeşitli hastalık etmenleri de ürün kayıplarına yol açmaktadır. Bu hastalıklar arasında kök çürüklüğüne neden olan *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Armillaria mellea* gibi fungal organizmalar, zeytin ağaçlarında dal kurumalarına yol açan *Verticillium solgunluğu* (*Verticillium dahliae* Kleb.) ve Zeytin Halkalı Leke Hastalığı (*Spilocaea oleagina* (Cast) Hugines) öne çıkan önemli fungal patojenlerdir (Yolageldi ve ark., 2001; Sancar ve Mirik, 2018). Bunun yanı sıra, Amerika, Avrupa, İran, Tayvan ve İsrail gibi farklı bölgelerde *Xylella fastidiosa*'nın (EPPO, 2022) yanı sıra, dünya genelinde zeytin üretim alanlarında görülen ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* tarafından oluşturulan Zeytin Dal Kanseri gibi bakteriyel hastalıklar da zeytin üretimine ciddi zararlar vermektedir (Marchi ve ark., 2006; Obanor ve ark., 2008; Salman ve ark., 2011; Quesada ve ark., 2012; EPPO, 2022).

Zeytin Dal Kanseri Hastalığının etmeni, Gram-negatif ve aerobik bir bakteri olan *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* ((Smith) Gardan, Bollet, Abu Ghorrah & Grimont, 1992), zeytin dallarında ur oluşumuna yol açmaktadır (Şekil 1.1). Yunan filozof Theophrastus, MÖ 4. yüzyılda ilk kez zeytin uru hastalığını tanımlamıştır. 1885 yılında G. Arcangeli, bu anormal büyümelerin bakteriyel bir etkenle ilişkili olabileceğini öne sürmüştü ve bu hipotez, sağlıklı zeytin bitkilerine yapay aşılama yoluyla bakteriyi izole ederek hastalık belirtilerini yeniden gözlemlemeyi başaran

Savastano (1886) tarafından doğrulanmıştır. Young ve çalışma arkadaşları, 1978 yılında yaptıkları araştırmada bu bakteriyi *Pseudomonas syringae* pathovarı olarak tanımlamışlardır (Janse, 1982). Daha sonra, Gardan ve ekibi, 1992 yılında gerçekleştirdikleri taksonomik çalışmalar sonucunda bu patojeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak yeniden adlandırmışlardır. Zeytin (*Olea europaea*) dal kanseri hastalığının etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* en az 60 pathovar ve birkaç farklı *Pseudomonas* türünü içeren *Pseudomonas syringae* kompleksinin alışılmadık bir üyesidir. *Pseudomonas savastanoi*, *Pseudomonas syringae* kompleksinin 13 filo grubundan (PG) PG3'üne aittir. Bu kompleksin çoğu üyesinin karakteristik özelliği olan yaprak nekrozu yerine zeytin dallarında urlara neden olur. Zeytin dal kanseri hastalığı, zeytin yetiştirilen her yerde mevcuttur; kayıpların değerlendirilmesi zor olsa da zeytinin en önemli hastalıklarından biri olduğu varsayılmaktadır (Quesada ve ark., 2010; Ramos ve ark., 2012). Ayrıca *Pseudomonas savastanoi* pathovaları, dişbudak (*Fraxinus excelsior*) (*Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini*) (Brown, 1932), zakkum (*Nerium oleander*) (*Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*) (Smith, 1928) ve sarı süpürge (*Retama sphaerocarpa*) (*Pseudomonas savastanoi* pv. *retacarpa*) (Garcia De Los Rios, 1999) bitkilerinde ur oluşumuna neden olmaktadır (Janse, 1982; EPPO, 2024). *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, zeytin ve dişbudakta ur oluşumuna neden olduğu gözlemlenirken zakkumda bu tür bir etki göstermemektedir. Buna karşılık, *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*, zeytin, dişbudak ve zakkumda ur oluşumuna yol açarken, *Pseudomonas savastanoi* pv. *retacarpa* yalnızca sarı süpürgede ur meydana getirmektedir (Álvarez ve ark., 1998). Öte yandan, *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* hem zeytinde hem de dişbudakta urların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Janse, 1982; Iacobellis ve ark., 1998; Ramos ve ark., 2012).



Şekil 1.1. *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin zeytin dallarında meydana getirdiği urlar

Patojen, bitkinin filosferinde (Ercolani, 1978; Quesada ve ark., 2007) ve urlarda hem epifitik hem de endofitik olarak hayatta kalabilmekte ve çoğalabilmektedir. Urlardan bitki yüzeyine yerleşen bakteri, rüzgarla taşınan yağmur damlaları, tarımsal uygulamalar (örneğin, budama veya aşılama) ve muhtemelen böceklerin taşıması yoluyla yeni alanlara yayılabilmektedir. Ayrıca, enfekteli çoğaltım materyali ile farklı uzaklıklara taşınma riski de bulunmaktadır. Ilıman sıcaklıklar ile yağışlı sonbahar ve ilkbahar dönemleriyle karakterize edilen iklim koşulları, zeytinliklerde *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin hem çoğalmasını hem de yayılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında yaprak döküm noktaları, budama, hasat, don veya dolu gibi herhangi bir fiziksel yaralanma, patojenin bitkiye girişine olanak sağlamaktadır. Epifitik yaşam, bitki yüzeyinde popülasyonların oluşmasını desteklerken, aynı zamanda filosferdeki diğer mikrobiyal topluluklarla etkileşimi de teşvik etmektedir. *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* popülasyonlarının, patojen olmayan bakterilerle hem epifitik hem de endofitik olarak mutualistik bir ilişki içinde olduğu bildirilmiştir. Bu mutualistik etkileşimler, patojen popülasyonlarının artışına ve hastalık belirtilerinin şiddetlenmesine neden olabilmektedir (Penyalver ve ark., 2006; Quesada ve ark., 2007). Bazı türlerin, patojenin çoğalmasını ve bitki kolonizasyonunu kolaylaştıracak düzeyde yüksek miktarda indol asetik asit (IAA) sentezleyebildiği

rapor edilmiştir (Cimmino ve ark., 2006; Marchi ve ark., 2006; Ouzari ve ark., 2008). *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin zeytindeki patojenitesinin ise büyük ölçüde çoğunluk algılama (Quorum Sensing-QS) sistemine bağlı olduğu ve diğer bilinen hastalık oluşturma mekanizmaları arasında fitotoksin üretimi, hücre duvarını parçalayan hidrolitik enzimler, hücre dışı polisakkaritler, siderofor üretimi, bitkisel antimikrobiyallere karşı direnç, hareketlilik ve kemotaksi gibi süreçler de yer aldığı bilinmektedir (Rodríguez-Palenzuela ve ark., 2010). Patojenin biyolojik ve ekolojik özellikleri ile hastalık oluşum mekanizmalarının detaylı bir şekilde anlaşılması, bu hastalık etmenine karşı etkili ve sürdürülebilir mücadele stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Zeytin dal kanseri hastalığının mücadelesi genellikle önleyici tedbirler, hijyenik önlemler ve kültürel uygulamalar üzerine temellendirilmektedir. Entegre mücadele programlarında, bakır bazlı formülasyonların düzenli olarak uygulanması önerilmekte olup, bu uygulamaların etkinliği için birkaç yıl boyunca sürdürülebilir şekilde devam ettirilmesi gerekmektedir. Etkili hastalık yönetimi için önemli olan ağaçlarda yaralanmaları en aza indirerek ve hastalık etmeninin epifitik popülasyonlarını azaltarak patojenin girişini ve yayılmasını önlemeyi hedeflemektir (Teviotdale ve Krueger, 2004; Young, 2004).

Bitkisel üretim, gıda arzının sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkileyen fungal ve bakteriyel patojenleri de içeren çok sayıda hastalık tehdidine sürekli olarak maruz kalmaktadır (Taheri vd., 2023). Dünya genelinde tarımsal üretimin yaklaşık %40'ı bitki hastalıkları, yabancı otlar ve zararlılar nedeniyle kaybedilmektedir (Mahmood ve ark., 2016). Bitki hastalıklarının oluşumu, yoğunluğu ve şiddetinin yönetimi için kültürel uygulamalar (toprak işleme, ürün rotasyonu, sulama yönetimi vb.), hastalıklara dayanıklı veya toleranslı bitkilerin kullanımı, sentetik kimyasal pestisitlerin (fungisitler, bakterisitler, nematisitler vb.) kullanımı ve biyolojik mücadele (antagonistler, bitki ekstraktları ve uçucu yağlar) gibi çeşitli stratejiler uygulansa da (Maloy, 2005), şu anda sentetik kimyasal pestisitlerin uygulanması hala ana yaklaşımdır (Zamani-Zadeh ve ark., 2013). Sentetik pestisitlerin onlarca yıldır çiftçiler için popüler bir seçenek olmasına rağmen (Isman, 2000), son zamanlarda tarımsal araştırmaların odak noktası, doğadaki pestisit yükünü azaltmak amacıyla sürdürülebilir tarım uygulamalarına doğru kaymıştır (Gupta ve ark., 2023). Çok sayıda çalışma, pestisitlerin zararlı etkileri, özellikle de kanserojenlikleri hakkında

reddedilemez kanıtlar sağlamıştır. İnsektisitler, herbisitler ve fungusitler de dahil olmak üzere sentetik pestisitler, bu kimyasal bileşiklere maruz kalındığında farklı kanser türleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu raporlar, pestisitlerin tarımda ve diğer endüstrilerde kullanımının yarattığı ciddi sağlık risklerini vurgulamakta ve insan sağlığını ve çevreyi korumak için daha güvenli ve sürdürülebilir alternatiflere duyulan ihtiyacın altını çizmektedir (Chaudhary ve ark., 2017). Dünya çapında bu pestisitlerin uzun vadeli sağlık ve çevresel etkileri konusunda halk arasında giderek artan bir endişe söz konusudur. Bu endişeler, bitki hastalıklarının sürdürülebilir yönetimi için sentetik kimyasal pestisitlere alternatif olarak yeni, çevre dostu bileşiklere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu tür biyopestisitler, öncelikle biyolojik olarak parçalanabilir olmaları, hızlı ayrışmaları, kalıcılıklarının olmaması, sürdürülebilir tarım özellikleri ve yeraltı suları üzerinde olumsuz etkilerinin olmaması nedeniyle kimyasal pestisitlere ekoloji dostu alternatifler olarak giderek daha fazla kabul görmektedir (Alliance ve ark., 2017).

**“Topraktan çıkan tüm zararlıların panzehiri toprağın kendisidir”** M.Ö. 400’lerden kalma bir şiir biyopestisit kavramı zengin toprak mikrobiyotasının önemini güzel bir şekilde özetlemektedir (Anonim, 2015). Bitkiler, patojenler de dahil olmak üzere çeşitli tehditlere karşı kendilerini korumak için şaşırtıcı bir dizi molekül üretmek üzere evrim geçirmiş olağanüstü organizmalardır. İkincil metabolitler olarak bilinen bu moleküller, bitkinin savunma mekanizmasında çok önemli bir rol oynar. Bunlar arasında uçucu yağlar, karakteristik bir aromaya ve güçlü biyolojik özelliklere sahip bir grup uçucu bileşik olarak öne çıkmaktadır (Raveau ve ark., 2020; Vergis ve ark., 2015). Uçucu yağlar, *Lauraceae* (Defnegiller), *Myrtaceae* (Mersingiller), *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) ve *Poaceae* (Buğdaygiller) gibi çok sayıda bitki ailesindeki 17.500’den fazla bitki türünde ikincil metabolitler olarak sentezlenen hidrofobik, doğal bileşiklerdir (Mérillon ve Rivière, 2018). Antik Mısır’dan (M.Ö. 1550) gelen ve yaklaşık 700 formül ve ilaç içeren Papyrus Ebers adlı 20 m uzunluğundaki papirüste anason, rezene, kişniş, kekik, buhur ve mür gibi aromatik bitkiler ve bitkisel ürünlerden bahsedilmektedir (Elansary ve Ashmawy, 2013). Yıllar sonra, tıbbın babası olarak bilinen Antik Yunan hekimi Hipokrat’ın “Corpus Hippocraticum” adlı eserinde 200’e yakın tıbbi ve aromatik bitki ve bunların faydaları tasvir edilmiştir (Ferdes, 2018). Tarih boyunca, uçucu yağlar biyolojik olarak aktif bileşiklerinden dolayı

antiseptik, antioksidan ve anestezi özellikleri için geleneksel tıpta kullanılmıştır (Shaaban ve ark., 2012).

Uçucu yağların antifungal, antibakteriyel ve insektisidal aktiviteleri gibi doğal özellikleri, onları çeşitli endüstriler için popüler bir seçim haline getirmektedir. Bilinen yaklaşık 3000 uçucu yağın 300'ü kozmetik, parfümeri, ilaç, sağlık, tarım ve gıda alanlarında ticari öneme sahiptir (Bhavaniramy ve ark., 2019). Bazı etki mekanizmalarının anlaşılması zaman içinde gelişirken, uçucu yağların temel özellikleri değişmeden kalmıştır (Bakkali ve ark., 2008).

Uçucu yağların ve ana bileşenlerinin, hücrelerin iç ve dış kısımlarını etkileyen bakteri hücrelerinde yapısal ve işlevsel hasarlara neden olan potansiyel özelliklerini ortaya çıkarmak için çeşitli olası mekanizmalar belgelenmiştir (Burt ve Reinders, 2003). Bakterilerin hücreden hücreye ve hücreden dış ortama koordinasyonu için kullanılan hücreler arası iletişim sistemi olan ve Quorum Sensing (QS) olarak adlandırılan fenomen, uçucu yağlar ve ana bileşikleri tarafından etkilenebilir (Camilli ve Bassler, 2006). Quorum sensing, biyoluminesans, konjugasyon, virülans faktörlerinin ifadesi ve biyofilm oluşumu dahil olmak üzere bakteri yaşamının birçok hayati yönüyle yakından bağlantılıdır (Khan ve ark., 2009). Bu sebeple QS, bakteriyel yaşamdaki temel yönleri nedeniyle hastalıkları kontrol etmek, antimikrobiyal direnci engellemek ve gıda kaybını sınırlamak için ilgi çekici bir hedef olabilir (Faleiro, 2011). Bir çalışma, test edilen 21 uçucu yağ arasında karanfil, tarçın, lavanta ve naneden elde edilen dört uçucu yağın *Chromobacterium violaceum* (CV12472 ve CVO26) ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya (PAO1) karşı umut verici bir anti- Quorum sensing aktivitesi gösterdiğini ortaya koymuştur (Khan ve ark., 2009). Gül, sardunya, lavanta ve biberiye yağlarının uygulanmasıyla Quorum sensing etkili bir şekilde azaltılmış, ancak portakal ve ardıç uçucu yağları anti- Quorum sensing aktiviteleri göstermemiştir (Szabó ve ark., 2010). Araştırmalar, kekik (*Thymus vulgaris*) ve keklik otundan (*Origanum vulgare*) elde edilen uçucu yağların, sırasıyla 1,43 ila 11,5 mg/mL ve 5,8 ila 11,6 mg/mL gibi düşük konsantrasyonlarda bile *Pseudomonas syringae* izolatlarının gelişmesini engelleme ve virülensliğini azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Carezzano ve ark., 2017). Uçucu yağlar bakteri hücrelerinde yapısal ve işlevsel hasara neden olabilirler, bu da hücrelerin iç ve dış kısımlarını olumsuz yönde etkiler ve sonunda hücre ölümüne neden olur. Uçucu yağlar ve birincil

bileşenleri, güçlü antibakteriyel özellikleri nedeniyle bitkilerdeki bakteriyel hastalıkların yönetiminde oldukça etkilidir.

Bu tez çalışmasının temel amacı, zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı uçucu yağların kullanımıyla biyolojik mücadele stratejilerinin geliştirilmesine yönelik alternatif bir yaklaşım sunmaktır. Bu doğrultuda, 16 farklı uçucu yağın (Tarçın, Karanfil, Sarımsak, Limon otu, Zencefil, Yavşan, Isırgan, Kekik, Biberiye, Defne, Gül, Adaçayı, Nane, Lavanta, Rezene ve Limon) *In vitro* antimikrobiyal etkileri ve *In vivo* saksı denemeleriyle hastalığı baskılama potansiyelleri ortaya konmuştur.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, yüzyıllardır zeytin bahçelerinde kalıcı bir patojen olmasına rağmen, şu anda bu bakteriyi ortadan kaldırmak için etkili bir kontrol yönetimi stratejisi bulunmamaktadır. Fitopatojenik bakterilerin kontrolü öncelikle bakır bazlı preparatların kullanımına dayanmaktadır, çünkü tarımda antibiyotik kullanımı genellikle birçok tarım alanında yasaklanmıştır. Bu durum, seçici bakterisidal preparatların eksikliği nedeniyle daha da kötüleşmektedir. Piyasada bazı mikrobiyal bazlı preparatlar mevcuttur, ancak bunların etkinliği ticari üretimde istenen hastalık bastırma seviyelerini her zaman karşılamayabilir (Broniarek-Niemiec ve ark., 2023). Bu nedenle, zeytin bakteriyel hastalıklarını kontrol etmek ve zeytin dal kanseri hastalığının etkisini azaltmak için etkili ve sürdürülebilir formülasyonlar geliştirmeye ihtiyaç vardır (Cesari ve ark., 2023; Verhaegen ve ark., 2023). Son yıllarda hem dünyada hem de ülkemizde ekonomik açıdan önemli bir sorun olmaya devam eden zeytin dal kanseri hastalığı ile biyolojik mücadeleye yönelik araştırmalar gerçekleştirilmiş ve bu alandaki çalışmalar halen sürdürülmektedir. Tarımda söz konusu sorunlarla karşı karşıya kalan bilim insanları, bitki koruma stratejileri için alternatif çözümlerin araştırılmasını teşvik etmiştir. Uçucu yağlar ve kimyasal profillerinde bulunan bileşenler, iyi bilinen antimikrobiyal özellikleri nedeniyle geleneksel pestisitler için umut verici alternatifler olarak ortaya çıkmıştır (Wińska ve ark., 2019). Önceki çalışmalarda, ülkemizde zeytinlerde görülen ur hastalığının varlığı ve yaygınlığı, tanı yöntemleri, farklı ülkelerde biyolojik mücadeleye yönelik yaklaşımlar ve ülkemizde bu konuda yürütülen çalışmalar ele alınmıştır.

Servi ve Baştaş (2012), Aydın ilindeki dokuz farklı ilçede gerçekleştirdikleri sörvey çalışmaları sonucunda toplamda 189 urlu dal örneği elde etmişlerdir. Hastalık etmeninin izolasyonu ve tanımlanmasında PVF1 ve King B besiyerlerinde gelişim, SNA besiyerinde levan oluşumu, tütün yaprağında aşırı duyarlılık reaksiyonu, oksidaz testi, esculin hidrolizi, arginin dehidrolaz testi, patates üzerinde pektolitik aktivite, nitrat redüksiyonu, jelatin hidrolizi, üreaz aktivitesi ve mannitol, sorbitol, eritritol ile sakkaroz gibi karbon kaynaklarının kullanımı değerlendirilmiştir. Sörveylerden elde edilen 125 izolatın 85'i, biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak tanımlanmış ve hastalığın Aydın ilindeki yaygınlık oranı %44,9 olarak belirlenmiştir. Bu oran, yüksek bir seviyede olarak

değerlendirilmektedir; ancak araştırmacılar, uygun koşullar sağlanmadığı ve hastalığı baskı altında tutacak tedbirler alınmadığı takdirde, hastalığın tahripkar seviyelere ulaşabileceğine dikkat çekmektedirler.

Mirik ve Aysan (2012), Tekirdağ, Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Yalova illerinde zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlarda gerçekleştirdikleri sörvey çalışmalarıyla, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin neden olduğu zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlığını incelemişlerdir. Çalışmada hastalık oranları Çanakkale'de %100, Balıkesir'de %81, Tekirdağ'da %66 ve Bursa'da %4 olarak tespit edilirken, Yalova ilinde patojene rastlanmamıştır. Araştırmacılar, Çanakkale'de hastalığın yüksek yaygınlık oranını hasat işleminin sıkıklarla gerçekleştirilmesine bağlamış; buna karşın, Yalova'da hastalığa rastlanmamasını elle hasat yönteminin tercih edilmesiyle ilişkilendirmişlerdir. Zeytin bahçeleri içerisindeki hastalık yayılım oranları ise Çanakkale'de %73, Balıkesir'de %56, Tekirdağ'da %30 ve Bursa'da %0.6 olarak kaydedilmiştir. Sörvey çalışmaları sonucunda hastalıklı örneklerden toplam 208 bakteri izolatu elde edilmiştir. Patojenite testleri sonucunda, bu izolatlardan 88'inin zeytin fidanlarında ur oluşturduğu saptanmıştır. Tüm izolatların, SNA besi yerinde levan oluşumu, oksidaz, patateste pektolitik aktivite ve arginin dehidrolaz aktivitesinin negatif; ancak tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonunun pozitif olduğu belirlenmiştir.

Sivri (2012), Gaziantep ve Kilis illerindeki zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlardan topladığı urlardan izolatların tanımlamasını morfolojik, biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler yöntemlerle gerçekleştirmiştir. İzolasyon çalışmaları sonucunda, beyaz-krem renkte düzgün koloniler oluşturan 143 izolat elde edilmiştir. Bir yaşındaki zeytin fidanlarında yapılan patojenite testleri, 31 izolatın zeytin dallarında 5,5 ile 17 mm arasında değişen büyüklükte ur oluşumuna yol açtığını göstermiştir. Tanımlamada temel yöntem olarak LOPAT testleri kullanılmış ve izolatların LOPAT profili, tanıya uygun olarak (- - - - +) şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, PCR analiziyle izolatlar *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak teşhis edilmiştir. Sörvey çalışmaları sonucunda, hastalığın yaygınlık oranları Gaziantep'in Nizip ve Oğuzeli ilçeleri ile Uluyol mevkiinde %100; Kilis merkezinde %80; Kahramanmaraş ilinde ise %85 olarak rapor edilmiştir.

Öksel ve Mirik (2015), kekik (*Thymus vulgaris*), bergamot (*Citrus bergamia*), sarımsak (*Allium sativum*), Fransız lavantası (*Lavandula stoechas*), karanfil (*Caryophyllus aromaticum*) ve okaliptüs (*Eucalyptus globulus*) uçucu yağlarının antibakteriyel etkilerini *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, kekik uçucu yağı en yüksek antibakteriyel etkiye sahip uçucu yağ olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla bergamot, lavanta ve okaliptüs uçucu yağları takip etmiştir. Kekik (*Thymus vulgaris*) uçucu yağı,  $4 \times 10^3$  yoğunlukta 3.70 mm,  $4 \times 10^4$  yoğunlukta 3.60 mm ve  $4 \times 10^5$  yoğunlukta 2.40 mm inhibisyon zonu oluşturarak, farklı yoğunluklardaki *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* üzerinde en etkili antibakteriyel etkiyi göstermiştir. . Bu sonuçlar, kekik uçucu yağının inhibisyon zonu oluşturma kapasitesinin yoğunluğa bağlı olarak azaldığını ortaya koymuştur. .

Bouaichi ve ark. (2015), bazı tıbbi ve aromatik bitkilerinden (kekik (*Thymus ciliatus*), keklik otu (*Origanum compactum*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve pelin otunun (*Artemisia vulgaris*)) toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağlarının zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (PSS 2064-10)'ye karşı antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. Kağıt disk difüzyon yöntemi kullanılarak yapılan deneylerde, incelenen tüm uçucu yağların antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Kekik yağının, PSS 2064-10'un büyümesini engellemede en etkili yağ olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla keklik otu, biberiye ve pelin otunun uçucu yağları takip etmiştir. Özellikle kekik ve keklik otu yağları sırasıyla %56,25 (v/v) ve %50 (v/v) inhibisyon oranları ile güçlü antibakteriyel etki göstermiştir. .

Carezzano ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre, *Thymus vulgaris* (kekik) ve *Origanum vulgare*'den (yabani kekik) ekstrakte edilen uçucu yağların *Pseudomonas syringae* izolatlarının bakteriyel büyümesini inhibe etmek ve çok düşük konsantrasyonda bile virülans faktörünü azaltmak için büyük bir potansiyele sahip olduğu ortaya konmuştur.

Sancar ve Mirik (2018), Tekirdağ ilinde yetiştirilen zeytinlerde *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin neden olduğu dal kanseri hastalığının tanısını ve antagonistik mikroorganizmalarla biyolojik mücadelesini incelemiştir. Çalışma kapsamında, zeytin üretim alanlarından zeytin yaprağı ve çiçeklerinden 50, zeytin

ağacı kök üstü toprağından ise 60 izolat elde edilmiştir. Yapılan patojenite testleri sonucunda, bu izolatlardan 52'sinin zeytin fidanlarında ur oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir. İzolatların tamamının KOH testinde gram negatif olduğu ve LOPAT analizine göre 1B grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, zeytin dal kanseri hastalığının Tekirdağ ilindeki bulaşıklık oranının %33 olduğu rapor edilmiştir. İkili kültür testleri sonucunda, 23 antagonistik izolatın 1 ile 10.8 mm arasında değişen inhibisyon zonları oluşturduğu kaydedilmiştir.

Caparrotta ve ark., (2019), *Agrobacterium tumefaciens* ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı bitki reçinelerinden ekstrakte edilen çeşitli uçucu yağların antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Özellikle *Boswellia* türlerinden elde edilen uçucu yağların, her iki fitopatojenin büyümesini engellemede en etkili olduğu belirlenmiştir. *Boswellia papyrifera* ve *Boswellia frereana* uçucu yağları, sırasıyla *Agrobacterium tumefaciens*'in gelişimini %94.94 ve %92.40 oranında azaltırken, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* üzerinde ise *Boswellia frereana*'nın %66.67 oranında güçlü bir inhibisyon etkisi gösterdiği, bunu %42.13 ile *Boswellia papyrifera*'nın takip ettiği bildirilmiştir. .

Bozkurt ve ark., (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Lamiaceae (*Thymbra spicata* var. *spicata*, *Thymus serpyllum*, *Thymus sipyleus*, *Origanum syriacum*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata*, *Melissa officinalis*, *Lavandula stoechas* var. *stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*), Lauraceae (*Laurus nobilis*) ve Apiaceae (*Foeniculum vulgare*) familyalarına ait bitkilerden elde edilen uçucu yağların, ur oluşturan bakteriyel patojenler olan *Rhizobium radiobacter*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Disk difüzyon tekniği kullanılarak, bu uçucu yağların üç patojen üzerindeki antibakteriyel etkileri, *In vitro* ikili kültür testinde oluşan inhibisyon zonları değerlendirilerek analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, en etkili uçucu yağların Lamiaceae familyasından (*Thymus serpyllum*, *Thymbra spicata* var. *spicata* ve *Origanum syriacum*) elde edildiği belirlenmiştir. Özellikle *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* üzerinde en yüksek inhibisyon zonu *Origanum syriacum* (44.67 mm) ve *Thymus serpyllum* (42.33 mm) uçucu yağları ile gözlenirken, en düşük etki *Foeniculum vulgare* (7.0 mm) uçucu yağında tespit edilmiştir. *Rhizobium radiobacter* üzerindeki etki değerlendirildiğinde

ise, yine en yüksek inhibitör etkinin *Origanum syriacum* (37.67 mm) ve *Thymus serpyllum* (36.33 mm) uçucu yağlarından elde edildiği, en düşük etki ise *Rosmarinus officinalis* (9.67 mm) uçucu yağında gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Doksöz ve Bozkurt (2020), Hatay ilindeki zeytin üretim alanlarında *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin neden olduğu zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlık oranını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, hastalığın en yüksek yaygınlık oranı %90 ile Samandağ, Arsus ve İskenderun ilçelerinde kaydedilmiş; Hassa, Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde ise hastalık etmenine rastlanmamıştır. Diğer ilçelerde ise hastalığın %15 ile %50 arasında değişen oranlarda yaygınlık gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan izolasyonlar sonucunda 14 bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Hastalığın karakteristik belirtisi olan urlardan izole edilen bakteriyel etmenlerin tanımlaması; Gram boyama, LOPAT testleri, MALDI-TOF MS analizi ve moleküler yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanı testleri sonucunda 14 izolatu tamamının *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak teşhis edildiği bildirilmiştir.

Bitgen ve Mirik (2021), Tekirdağ ili içerisinde bulunan zeytin üretim alanlarında zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve il genelindeki yaygınlık durumu ile biyolojik mücadele yöntemlerini araştırmışlardır. Tekirdağ genelinde yetiştiriciliği yapılan zeytin çeşitlerinden toplam olarak 78 adet zeytin dal kanseri hastalığı belirtisi gösteren bitki örneği toplanmış ve 52 adet zeytin dal kanseri hastalık etmeni izolatu elde edilerek, tanımlanmasını sağlamışlardır. Elde edilen ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak tanımlanan tüm patojen bakteri izolatları, yapılan patojenite testi sonucunda, zeytin fidanlarında ur oluşturmuş ve King B besi yerinde zayıf floresan pigment üretimi gözlemlenmiştir. Tütün yapraklarında yapılan aşırı duyarlılık reaksiyonu oluşturan patojen izolatların tümü Gram, levan, oksidaz, pektolitik aktivite ve arginine dehidrolaz testleri negatif olup, LOPAT 1b grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Yapılan biyokimyasal ve morfolojik tahlil sonuçlarına göre izolatların tamamı *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olarak tanımlanmasını sağlamışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda, zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlık durumunun Tekirdağ'da %86.6 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. *In vitro* denemelerinde 23 adet antagonist izolatu, besi yerinde, hastalık

etmeninin gelişimini 3.5-28.00 mm etki değerleri arasında inhibisyon zonları oluşturarak engellediği tespit edilmiştir.

Košćak ve ark. (2023a), Hırvatistan, Slovenya ve Portekiz'deki enfekte zeytin ağaçlarından (*Olea europaea* L.) izole ettikleri *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* izolatlarını koloni morfolojisi, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler açısından karakterize etmiştir. Çalışmada, LOPAT profiline göre izolatların %38,6'sının Ib grubunda sınıflandırıldığı bildirilmiştir. Portekiz'den elde edilen izolatların *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tipik LOPAT profili ile tamamen uyumlu olduğu belirlenmiştir. Slovenya kökenli izolatların çoğunda gecikmiş oksidaz aktivitesi gözlenirken, Hırvatistan'dan elde edilen izolatların floresan pigment üretmediği tespit edilmiştir. *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin moleküler düzeyde tanımlanmasında gerçek zamanlı PCR ve proteomik analiz yöntemlerinden MALDI-TOF kullanılmıştır. Çalışma, analiz edilen izolatların %46,6'sının *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* olduğunu ortaya koymuştur.

Košćak ve ark., (2023b), 34 farklı uçucu yağın *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı antimikrobiyal etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmada, bu uçucu yağların etkileri standart antibiyotikler ve bakır bazlı preparatlarla karşılaştırılmış olup, genellikle iyi veya orta düzeyde antibakteriyel aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. Özellikle, *Thymus vulgaris* ve *Origanum compactum* uçucu yağlarının seyreltilmemiş formlarında 20 mm'yi aşan en yüksek inhibisyon zon oluşturduğu rapor edilmiştir.

Sotelo ve ark. (2024), soya tohumlarında *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*'nın neden olduğu bakteriyel yanıklığa karşı kekik ve keklik otu uçucu yağlarının etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, her iki uçucu yağın da hastalığın görülme sıklığını, şiddetini ve tohumlardaki bakteri popülasyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kekik yağının hem kontrollü koşullarda hem de tarla denemelerinde keklik otundan daha yüksek bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrol uygulamasında hastalık şiddeti %1.62 olarak ölçülürken, kekik yağı ile muamele edilen tohumlarda bu oran %0.40'a, yabancı kekik uygulamasında ise %1.03'e

düşmüştür. Bu bulgular, kekik yağının *P. savastanoi* pv. *glycinea*'ya karşı etkili bir biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılma potansiyelini ortaya koymaktadır.



### 3. MATERİYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

**Patojen Bakteri İzolatı:** Gaziantep ilinin Oğuzeli ilçesinde bulunan 2 bahçe ve Hatay ili merkezde 2 zeytin bahçesi olmak üzere zeytin üretiminin yapıldığı alanlar gezilerek ur örneklerinden izole edilerek elde edilen patojenik bakteriyel izolatlar bu tez çalışması kapsamında kullanılmıştır. Ayrıca, Adana Çukurova Üniversitesi içerisindeki Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan Cmm 3/1-A kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatı, YA-223 kodlu *Erwinia amylovora* izolatı, YA-888 kodlu *Acidovorax citrulli* izolatı, YA-703 kodlu *Pectobacterium carotovorum* izolatı, YA-10 kodlu *Pseudomonas syringae* pv *tomato* izolatı, YA-647 kodlu *Pseudomonas corrugata* izolatı, karşılaştırma izolatları olarak patojenik bakteriyel izolatların biyokimyasal testlerinin tanısında kullanılmıştır.

**Çalışmada Kullanılan Uçucu Yağlar:** Bu çalışmada zeytin dal kanseri hastalık etmenine karşı uçucu yağların antibakteriyel etkilerini belirlemek amacıyla kullanılan zencefil ve ısırgan uçucu yağları Defne-Doğa (Antalya, Türkiye) firmasının, karanfil uçucu yağı Mindivan (Kocaeli, Türkiye), diğer yağlar ise Carl-Roth (Karlshure, Almanya) firmasına ait ürünlerdir (Aktepe ve ark., 2019) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan uçucu yağlar

| Uçucu Yağlar                               | Familiya        | Firma                          |
|--------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Adaçayı ( <i>Salvia sclarea</i> )          | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Defne ( <i>Laurus nobilis</i> )            | Lauraceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Gül ( <i>Rosa</i> sp.)                     | Rosaceae        | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Isırgan ( <i>Urtica</i> sp.)               | Urticaceae      | Defne-Doğa (Antalya, Türkiye)  |
| Karanfil ( <i>Syzygium aromaticum</i> )    | Caryophyllaceae | Mindivan (Kocaeli, Türkiye)    |
| Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )           | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Lavanta ( <i>Lavandula officinalis</i> )   | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Limon ( <i>Citrus limon</i> )              | Rutaceae        | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Limon Otu ( <i>Cymbopogon citratus</i> )   | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Nane ( <i>Mentha arvensis</i> )            | Lamiaceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Rezene ( <i>Foeniculum vulgare</i> )       | Apiaceae        | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Sarımsak ( <i>Allium sativum</i> )         | Amaryllidaceae  | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Tarçın ( <i>Cinnamomi ceylanici</i> )      | Lauraceae       | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Yavşan ( <i>Artemisia absinthium</i> )     | Asteraceae      | Carl-Roth (Karlshure, Almanya) |
| Zencefil ( <i>Zingiber officinale</i> )    | Zingiberaceae   | Defne-Doğa (Antalya, Türkiye)  |

**Besi Yerleri:** Çalışma süresince bakterilerin izolasyonu ve çoğaltılma işleminde Tryptic Soy Agar (TSA) (40 gr/lt (Merck)), bakteri izolatlarının buzdolabında +4°C

korunmasında Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat Agar (YDC) (yeastextract 10 gr, dextrose 20 gr, kalsiyum karbonat 20 gr, agar 15 gr, 1 lt saf su) olmak üzere besi yerlerinden yararlanılmıştır (Lelliot ve ark., 1987).

**Kullanılan Alet ve Ekipmanlar:** Saf su cihazı, hassas tartı aleti, pH metre, otoklav, mikrodalga fırın, sıcak su banyosu, otomatik pipet seti, erlen çalkalayıcı, steril kabin, etüv, inkübatör, buzdolabı, plastik küvetler, spektrofotometre ve el pulverizatörü çalışma boyunca kullanılan alet ve ekipmanlardır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1 Hasta Bitkilerden Uurların Toplanması

Gaziantep ilinin Oğuzeli ilçesinde ve Hatay ili merkezde bulunan zeytin bahçeleri Mart-Mayıs ayları döneminde gezilerek, tipik hastalık belirtisi olan ur oluşumu gözlenen zeytin ağaçlarının dal ve gövdelerinden bitki örnekleri alınmıştır. Gaziantep ilinin Oğuzeli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde görev yapan ziraat mühendisi İslam TUFAN'ın bilgi vermesi üzerine hasta bahçeler gezilerek hastalık tespiti yapılmıştır. Ur oluşumu olan dallar 30 cm uzunluğunda kesilerek içerisinde su bulunan pet şişelere konularak ve krem renkli, yumuşak dokulu uurlar ise içerisinde steril saf su bulunan cam tüplere konularak izolasyonlarını yapmak üzere laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.1).

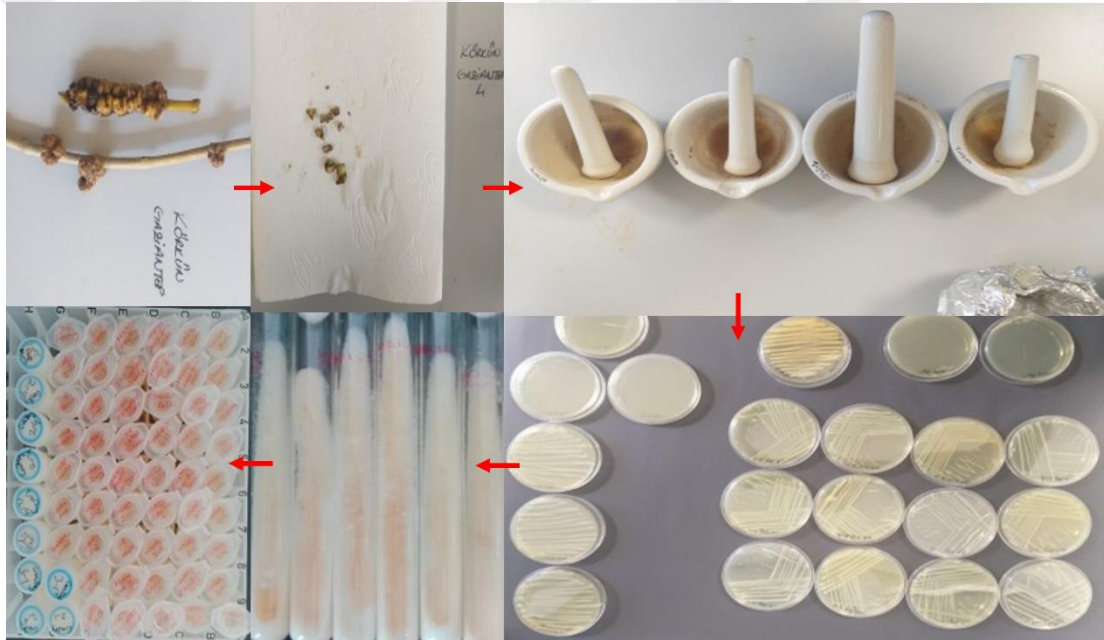


Şekil 3.1. Hasta bitkilerden uurların toplanması

#### 3.2.2. Patojen Bakteri İzolasyonu ve Tanısı

Laboratuvara getirilen örneklerin urlu kısımları %70'lik alkolle yüzeysel olarak dezenfeksiyonu yapılmıştır. Dezenfeksiyon işlemi yapılan urlu kısımların kabuk dokusu bistüri yardımıyla yaklaşık olarak iki mm'lik kısmı soyulmuştur. Kabuğu

alınan parçaların yeniden alkol ile yüzeysel dezenfeksiyonu yapılarak örnekler steril havanda ezildikten sonra saline buffer çözeltisi ile homojenizasyonu gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan süspansiyondan steril bir öze yardımıyla TSA besi yerine ekim işlemi yapılarak 25°C sıcaklıkta bulunan inkübatör içerisinde gelişmeye bırakılmıştır. Petrilerde oluşan bakteriyel gelişim incelenerek krem renkli koloni morfolojisine sahip olan izolatlar saflaştırılmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere YDCA besi yerinde +4°C sıcaklıkta muhafaza edilmek üzere kaldırılmıştır (Doksöz ve Bozkurt 2020) (Şekil 3.2). İzolasyon sonrası saflaştırılan ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* etmeni olabileceği düşünülen bakteriyel izolatların morfolojik ve biyokimyasal testlerle tanısı, Lelliott ve Stead (1987)'a göre yapılmıştır.



Şekil 3.2. Uurlu dallardan patojen bakteri izolasyonu

**KOH ile Gram Reaksiyonun Belirlenmesi:** %3'lük potasyum hidroksit (KOH) solüsyonu lam üzerine 10 µl damlatılıp 48 saatlik bakteri kültürlerinden steril plastik özeye alınarak bakteri solüsyonuyla karıştırılıp 10 saniye sonra öze yukarıya doğru kaldırıldığında sünme olması durumunda bakteri Gram negatif olarak değerlendirilmiştir. Kontrol olarak Gram pozitif *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatı (Cmm 3/1-A) (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2008), Gram negatif özelliğe sahip *Erwinia amylovora* izolatı (YA-223) kullanılmıştır (Sands, 1990).

**Levan Oluşumu:** Yapılan testler sonucu elde etmiş olduğumuz izolatları, Sakkaroz Nutrient Agar besi yerine çizimi yapılarak 24 °C’de 24 saat inkübasyon süreci tamamlanmıştır. Beyaz renkte, konveks, mukoid şekilde koloni oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiş olup; *Erwinia amylovora* izolatı (YA-223) kontrol levan oluşturmada kullanılmıştır (Sands, 1990).

**Oksidaz Testi:** %1’lik N; N; N; N’-Tetramethyl- 1.4 phenylene diammonium diclorid çözeltisi steril filtre kağıdına damlatılarak ve her bir izolat için steril plastik öze kullanılarak solüsyon damlatılan alana çizildiğinde 10 saniye içerisinde oluşan mor renklenme pozitif olarak değerlendirilmiştir. Pozitif kontrol izolatı olarak ise *Acidovorax citrulli* izolatı (YA-888) kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987).

**Pektolitik Aktivite Testi:** Suyu fırçalanarak temiz bir şekilde yıkanan patates yumruları %1’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dk yüzeysel dezenfeksiyon işlemi yapıldıktan sonra steril saf suda 2 dk bekletilerek steril bir bıçakla kabukları soyulmuştur. Patates dilimleri içerisinde steril filtre kağıdı bulunan steril petrilere yerleştirilmiştir. Bakteri kültüründen bir öze dolusu alınarak patates dilimlerine inokülasyonu sağlanmış ve 25 °C’de dört gün inkübasyonda gelişimi gözlemlendikten sonra değerlendirilmiştir. İnokule edilen bölgede oluşan yumuşama pozitif olarak kabul edilmiştir. Pozitif kontrol olarak *Pectobacterium carotovorum* izolatı (YA-703) kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987).

**Arginine Dehidrolaz Testi:** 1 g peptone, 5 g NaCl, 0.3 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 10 g L-arginine, 3 g Agar, 0.01 g Phenol red, 1000 ml distile su ile hazırlanarak pH: 7.2’ye ayarlanan Thorney 2A besi yeri, deney tüplerine 3’er ml konularak ve 121°C’de 15 dakika otoklavda steril edilmiştir. Bakteri kültürleri ile aşılacak besi yerlerinin üstü 2 ml sıvı parafinle kapatılmıştır. Besi yerleri 25°C’de 7-10 gün arasında inkübasyonu yapıldıktan sonra ortamın renginin pembe-kırmızıya dönmesi pozitif olarak değerlendirilmiştir. Pozitif kontrol olarak *Pseudomonas corrugata* izolatı (YA-647), negatif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv *tomato* izolatı (YA-10) kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987).

**Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi:** İzolatların 10<sup>7</sup> hücre/ml yoğunluğunda hazırlanmış olan süspansiyonları tütün (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun N) bitkisi yaprağının damar aralarına inokule edilmiştir. İnokulasyondan 24-48 saat sonra inokule edilen

bölgelerde oluşan nekrotik görünüm pozitif olarak değerlendirilmiştir. Pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* izolatı (YA-10) kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987).

**MALDI-TOF MS:** Bakteriyel izolatların tanısı, proteinlerinin peptid kütle parmak izi analizine dayalı tanı yöntemi olan MALDI-TOF MS teknolojisiyle MKÜ Bitki Sağlığı Kliniği Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Prof. Dr. Soner SOYLU tarafından yapılmıştır (Soylu ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021). Bu teknoloji, mikroorganizmaların tanımlanmasını daha kolay ve hızlı bir şekilde yapmaktadır. MALDI-TOF MS yöntemi, mikroorganizmanın protein yapılarını kütle spektrometresinde izole ederek m/z değerlerine göre oluşturulan spektrallerin, sistem veri tabanındaki referans organizmalara uyum sağlayarak mikroorganizmaların cins ve türlerini hızlı bir şekilde tanımlamaktadır (Pavlovic ve ark., 2012). Bu yöntem, mikroorganizmalara ait biyomoleküllerin (örneğin, protein ve şeker) ve büyük organik moleküllerin (polimer, dendrimer, makromolekül) iyonizasyonunu ve manyetik alandan geçirilmesini içerir. Bu sayede, mikroorganizmalara ait protein profilleri ayrıntılı bir şekilde çıkarılabilir ve hızlı bir tanılama imkanı tanır. Bu teknik, mikroorganizmaların türlerini veya suşlarını belirleme, tanımlama ve sınıflandırmada etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. (Yılmaz ve ark., 2014). MALDI-TOF MS skor değerinin  $\geq 2$  olursa tür düzeyinde, 1.7 ve 1.9 arasında olursa cins düzeyinde ve skor değerinin  $< 1.7$  olması güvensiz tanı olarak değerlendirilmektedir (Pavlovic ve ark., 2012; Uysal ve ark., 2019; Kara ve Soylu, 2022)

### 3.2.3. Patojenite Testleri

Patojenite testi, hastalık etmeni taşıyan bitkilerden alınan örneklerdeki bakterilerin hastalık yapma yeteneklerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu test, izole edilen bakterilerin gerçekten hastalık etmeni olup olmadığını kesin olarak belirlemek için gereklidir. Yapılan konukçu testleri bakterinin doğal konukçu bitkisinde hastalık etmeni olarak etki gösterip göstermediğini belirlemek için patovar (alt tür) düzeyinde tanılamada önemli bir etkidir. Patojen bakterinin patojenitesini test etmenin yanı sıra izolatların virülensliğinin de belirlenmesinde kullanılan önemli bir yöntemdir. Genellikle testlerde patojenin kendi konukçusu tercih edilse de özellikle odunsu yapıdaki bitkilerde bu durum her zaman kullanışlı olmayabilir. Bu şartlarda

otsu bitkilerden de (domates, havuç, kalonşe) konukçu seçilebilir (Küsek ve Çınar, 2007; Geylani Yüzbaşıoğlu ve Aysan, 2021).

**Havuç dilimlerinde patojenite testi:** Havuçlar %70'lik alkol ile yüzeysel olarak steril edildikten sonra steril bistüri yardımıyla 1 cm kalınlığında dilimlenmiştir. İçerisinde steril kurutma kağıdı bulunan 9 cm'lik steril cam petriler içerisine yerleştirilerek ve steril saf suyla nemlendirilme yapılmıştır. Urlu bitkilerden izole edilerek en etkili virülensliğe sahip olan bakteriyel izolatların  $10^8$  hücre/ml popülasyonunda spektrofotometrede hazırlanan solüsyonundan havuç dilimlerinin üzerine 50 µl inokule edilerek ve 25°C'de 14 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Deneme 3 tekerrür olarak yapılmıştır (Bozkurt ve ark, 2023; Doksöz ve Bozkurt, 2020 Küsek ve Çınar, 2007). Enfekte edilmiş havuç dilimlerinde inokule edilen izolatların ur oluşturup oluşmamasına göre değerlendirme yapılmıştır (Servi ve ark., 2012). Havuç dilimlerinde görsel incelemelerde en fazla ur oluşturan beş izolat zeytin fidanlarında patojenite testi için seçilmiştir.

**Zeytin fidanlarında patojenite testleri:** Urlu bitkilerden izole edilen bakteriyel izolatlarının fidanlara yapay inokulasyonunda ticari bir firmadan alınan ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir yaşındaki Gemlik çeşidi fidanlar kullanılmıştır. Fidanların dallarına steril bir bistüri yardımıyla yaralar açıldıktan sonra  $10^8$  hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan izolatların süspansiyondan 10 µl zeytin fidanlarına inokule edilmiştir. Uygulama yapılan yerler steril saf su ile nemlendirilmiş pamuk ile kaplanarak parafilmle sarılmıştır. Her izolat için 3 dal kullanılmıştır. İzolatların virülenslik düzeyleri, pozitif kontrolde oluşan hastalık belirtileri ortaya çıktıktan sonra ur ağırlıkları ölçülerek tespit edilmiştir. Virülensliği en yüksek olan Gazey2-1 izolatı seçilerek ikili kültür testi için kullanılmak üzere YDCA besi yerinde +4°C'de buzdolabında saklanmak üzere kaldırılmıştır (Doksöz ve Bozkurt, 2020).

### **3.2.4. Uçucu Yağların *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye Karşı *In Vitro* Antimikrobiyal Etkisi**

Her bir uçucu yağın *In vitro* antibakteriyel aktivitesi petri kaplarında disk difüzyon tekniği kullanılarak belirlenmiştir. *Pseudomonas savastanoi* pv. Gazey2-1 izolatının  $10^8$  hücre/ml yoğunluğunda 48 saatlik taze kültüründen süspansiyon hazırlanmıştır. Patojen bakteri süspansiyonundan 100 µl alınarak içerisinde steril Tryptic Soy Agar

(TSA) besi yeri bulunan petrilere cam baget yardımı ile yayımı sağlanmıştır. Steril kağıt diskleri (6 mm çapında) agar yüzeyinin ortasına yerleştirilmiştir. Petrilere 10 µl uçucu yağ damlatıldıktan sonra parafilm ile sarılarak 25°C’de 48 saat inkübe edilmiştir. Negatif kontrol olarak kağıt disklere 10 µl steril su damlatılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise 10 µl streptomisin sülfat damlatılmıştır. Petrilerin 48 saat sonra inkübasyon sonucu kağıt disk etrafında oluşan engelleme zonu otomatik kumpas ile ölçülerek kaydedilmiştir (Öksel ve Mirik, 2015; Bozkurt ve ark., 2020). Etkili uçucu yağların engelleme alanlarına göre elde edilen veriler CoStat İstatistik Yazılımı (CoHort Software, Pacific Grove, CA, U.S.A. Version 6.4) kullanılarak analiz edilmiştir. Tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde LSD çoklu karşılaştırma testiyle uygulamalar arasındaki farklılık ortaya konmuştur.

### **3.2.5 Uçucu Yağların Zeytin Fidanlarında *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*’nin Neden Olduğu Ur Oluşumuna Etkisi**

İkili kültür testi sonuçlarına göre en etkili uçucu yağlar olarak belirlenen tarçın ve karanfil *In vivo* çalışmada kullanılmıştır. Her bir uçucu yağ için dört adet Gemlik zeytin fidanı kullanılmıştır. Zeytin fidanları budama makasıyla ana dalın tepesinden kesilerek açılan yaraya her bir uçucu yağdan otomatik pipet yardımı ile 10 µl damlatılmıştır. *Pseudomonas savastanoi* pv. Gazey2-1 izolatının  $10^8$  hücre/ml yoğunluğunda 48 saat içerisinde taze gelişen kültüründen hazırlanan süspansiyon, uçucu yağ damlatılan kısımlara üç saat sonra hastalık etmeninin inokülasyonu (100 µl) sağlanmıştır. Pozitif kontrol olarak ise zeytin fidanlarında yaralar açılarak steril saf su ile nemlendirildikten sonra patojen inokülasyonu yapılmıştır. İnokülasyonlardan sonra ur oluşumu gözlemlenmiş ve ur ağırlıkları ölçülerek değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen veriler CoStat İstatistik Yazılımı (CoHort Software, Pacific Grove, CA, U.S.A. Version 6.4) kullanılarak analiz edilmiştir. Tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılarak  $p \leq 0.05$  önem düzeyinde LSD çoklu karşılaştırma testiyle uygulamalar arasındaki farklılık ortaya konmuştur (Doksöz ve Bozkurt, 2020).



#### 4. BULGULAR

##### 4.1. Patojen Bakteri İzolasyonu ve Tanısı

Gaziantep ilinin Oğuzeli ilçesinde ve Hatay ili merkezde 2’şer adet zeytin bahçesine yapılan ziyaretlerde ağaçların çoğunlukla budama yerlerinde ve dallarında ur oluşumu görülmüştür. Gaziantep’in Oğuzeli ilçesindeki Körkün köyündeki iki bahçede krem renkli, yumuşak dokulu ve değişik boyutlarda ur oluşumu gözlemlenmiştir. Dal kanseri hastalık belirtileri gösteren 7 adet urlu ağaçtan 27 adet bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Bakteri izolatlarına yapılan potasyum hidroksit (KOH) testinde izolatlarda viskoz, yapışkanimsi bir sünnme meydana gelmiş ve tamamı gram negatif olarak değerlendirilmiştir. Bakteriyel izolatların SNA besi yeri içerisinde levan tipte koloni oluşturmamış olup, oksidaz, arginine ve patateste pektolitik aktivite testleri negatif olarak sonuç vermiştir. Tütün yapraklarında inokule edilen izolatların tamamı inokulasyon yapılan sınırlı alanda nekrotikleşme oluşturmuş ve tütünde aşırı duyarlılık testi pozitif olarak değerlendirilmiştir. İzolatların tamamı LOPAT 1b karakterinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge4.1).

Çizelge 4.1. Hatay ve Gaziantep illerinden elde edilen izolatlar ve LOPAT karakterizasyonu

| İzolat Kodu    | Lokasyon           | L | O | P | A | T |
|----------------|--------------------|---|---|---|---|---|
| Gazey1-1       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey1-2       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey1-3       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey1-4       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey2-1       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey2-2       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey2-3       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey2-4       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey3-1       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey3-2       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey3-3       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey3-4       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey4-1       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey4-2       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey4-3       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| Gazey4-4       | Oğuzeli, Gaziantep | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin1-2 | Merkez, Hatay      | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin1-3 | Merkez, Hatay      | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin1-4 | Merkez, Hatay      | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin1-5 | Merkez, Hatay      | - | - | - | - | + |

|                |               |   |   |   |   |   |
|----------------|---------------|---|---|---|---|---|
| HatayZeytin1-6 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-1 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-2 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-3 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-4 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-5 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |
| HatayZeytin2-6 | Merkez, Hatay | - | - | - | - | + |

#### 4.2. Patojenite Testleri

Havuç dilimlerinde yapılan patojenite testinde ur oluşumu, inokulasyondan 8 gün sonra gözlemlenmiştir. 15 gün sonra ise urlar, maksimum büyüklüğe ulaşmıştır. Gazey2-1, Gazey2-2, Gazey2-3, Gazey2-4, Gazey3-4, Gazey4-2, Gazey4-4, HatayZeytin1-2, HatayZeytin1-3, HatayZeytin1-4, HatayZeytin1-5, HatayZeytin2-1, HatayZeytin2-3 ve HatayZeytin2-6 kodlu patojen izolatlar havuç dilimlerinde ur oluşturmuşlardır. Gazey2-1, Gazey3-4, Gazey4-2, HatayZeytin1-4 ve HatayZeytin2-1 kodlu izolatlar görsel olarak incelendiğinde daha fazla ur oluşturduğu için zeytin dallarında patojenite yapmak üzere seçilmiştir (Şekil 4.1). Zeytin fidanlarında yapılan patojenite testinde ur oluşumu, uygulamadan 4 ay sonra gözlenmiştir. İzolatların zeytin fidanlarında oluşturduğu ur çapları 3.67-7.67 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2.). İzolatlar arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen çapları karşılaştırıldığında Gazey2-1 kodlu izolat 7.67 mm uzunluğunda çap oluşturarak en virulent patojen izolat olarak belirlenmiştir. Gazey3-4, Gazey4-2, HatayZeytin1-4 ve HatayZeytin2-1 kodlu izolatlar sırasıyla 6.33, 5.67, 5.33, 3.67 mm çapında urlar oluşturmuşlardır. Uçucu yağların antagonistik etkilerinin belirlenmesinde Gazey2-1 kodlu izolat kullanılmıştır (Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. Zeytin fidanlarında patojenite sonucu oluşan urların çap uzunlukları

| İzolat Kodları | Çap Uzunluğu (mm) |   |   | Ort.               |
|----------------|-------------------|---|---|--------------------|
|                | 1                 | 2 | 3 |                    |
| Gazey2-1       | 12                | 5 | 6 | 7.67 <sup>a*</sup> |
| Gazey4-2       | 10                | 5 | 4 | 6.33 <sup>a</sup>  |
| HatayZeytin2-1 | 5                 | 8 | 4 | 5.67 <sup>a</sup>  |
| Gazey3-4       | 5                 | 8 | 3 | 5.33 <sup>a</sup>  |
| HatayZeytin1-4 | 3                 | 5 | 3 | 3.67 <sup>a</sup>  |

\*: LSD çoklu testine göre aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemsizdir (P>0.05).



Şekil 4.1. Gazey2-1, Gazey4-2, HatayZeytin2-1, Gazey3-4 ve HatayZeytin1-4 izolatlarının havuç dilimlerinde oluşturduğu urlar



Şekil 4.2. Zeytin fidanlarında oluşan urlar

#### 4.3. Uçucu Yağların *Pseudomonas savastanoi*'ye karşı Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi

Her bir uçucu yağın antibakteriyel aktiviteleri disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş (Şekil 4.1) ve bu yağların bakteriyel hastalık etmenlerine karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Çalışma bulguları, farklı bitki türlerine ait uçucu yağların antibakteriyel aktivitelerinin önemli ölçüde değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, bitki türüne bağlı olarak uçucu yağların antibakteriyel etkilerinde çeşitlilik olduğunu ve biyokontrol potansiyellerinde farklılık olabileceğini göstermektedir. İkili kültür testlerinin sonuçlarına göre, 12 uçucu yağ (Tarçın, Karanfil, Kekik, Limon Otu, Sarımsak, Isırgan, Adaçayı, Gül, Defne, Zencefil, Yavşan, Biberiye) patojenin gelişimini baskılamış ve 1.83 mm-17 mm arasında inhibisyon zonu oluşturmuşlardır. Tarçın uçucu yağı, ortalama 17 mm engelleme zonu

oluşturarak en başarılı uçucu yağ olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak diğer uygulamalardan ayrı tek bir grupta yer almıştır (Şekil 4.3). Karanfil uçucu yağı 10.42 mm engelleme zonu oluşturan bir diğer başarılı uygulama olmuş ve istatistiki olarak tek bir grupta yer almıştır (Şekil 4.4). Kekik ve Limon Otu sırasıyla 4.92 ve 4.25 mm inhibisyon zonu oluşturarak patojeni baskılayan diğer başarılı uçucu yağlardır. Bu iki uçucu yağ aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Sarımsak ve Isırgan uçucu yağları sırasıyla 3.61 ve 3.50 mm inhibisyon zonu oluşturup patojen gelişimini baskılayarak aynı istatistiki grupta yer almışlardır. Adaçayı ve gül uçucu yağları 2.58 mm, Defne ve zencefil uçucu yağları ise sırasıyla 2.25 ve 2.17 mm inhibisyon zonu ile aynı istatistiki grupta yer alan başarılı uygulamalar olmuşlardır. Yavşan ve biberiye uçucu yağları sırasıyla 2.00 ve 1.83 mm inhibisyon zonu oluşturarak iki farklı istatistiki grupta yer alan uygulamalar olmuştur. Sonuçlar istatistiki olarak incelendiğinde nane, lavanta, rezene ve limon uçucu yağları patojen gelişimini baskılamada başarısız olan uygulamalardır.

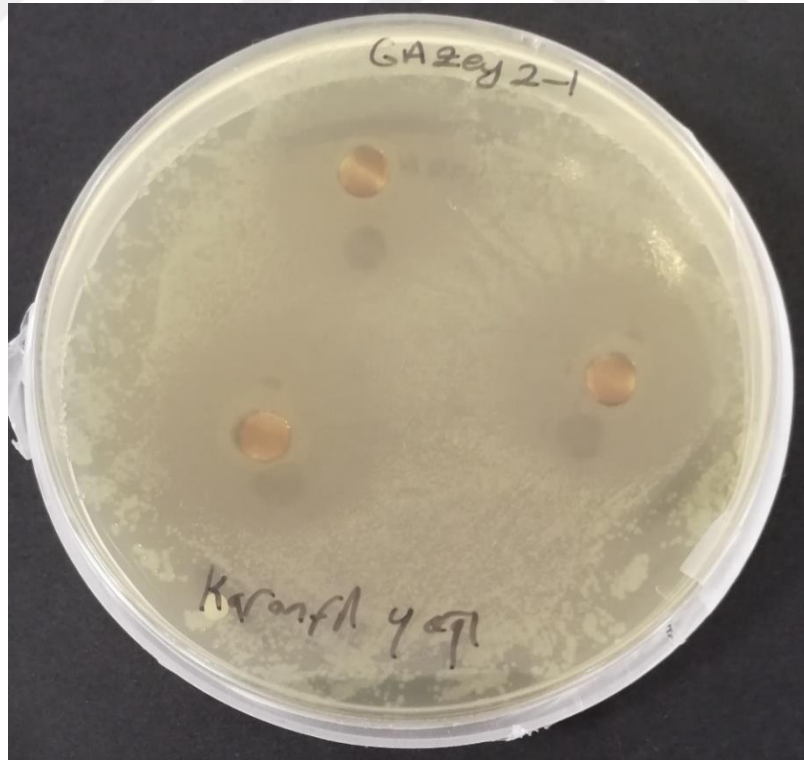
Çizelge 4.3. Bitki uçucu yağlarının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkinlikleri

| Uçucu Yağlar | İnhibisyon Zonu (mm) |       |       |                     |
|--------------|----------------------|-------|-------|---------------------|
|              | 1                    | 2     | 3     | Ort                 |
| Tarçın       | 16.50                | 17.25 | 17.25 | 17.00 <sup>a*</sup> |
| Karanfil     | 10.50                | 10.25 | 10.50 | 10.42 <sup>b</sup>  |
| Kekik        | 3.75                 | 5.25  | 5.75  | 4.92 <sup>c</sup>   |
| Limon Otu    | 4.75                 | 4.00  | 4.00  | 4.25 <sup>c</sup>   |
| Sarımsak     | 4.58                 | 4.50  | 1.75  | 3.61 <sup>cd</sup>  |
| Isırgan      | 1.25                 | 4.50  | 4.75  | 3.50 <sup>cd</sup>  |
| Adaçayı      | 2.25                 | 2.25  | 3.25  | 2.58 <sup>de</sup>  |
| Gül          | 3.00                 | 2.75  | 2.00  | 2.58 <sup>de</sup>  |
| Defne        | 3.00                 | 1.75  | 2.00  | 2.25 <sup>de</sup>  |
| Zencefil     | 1.00                 | 4.25  | 1.25  | 2.17 <sup>de</sup>  |
| Yavşan       | 2.50                 | 1.50  | 2.00  | 2.00 <sup>e</sup>   |
| Biberiye     | 1.25                 | 2.50  | 1.75  | 1.83 <sup>ef</sup>  |
| Nane         | 0.45                 | 0.45  | 0.38  | 0.43 <sup>g</sup>   |
| Lavanta      | 0.33                 | 0.43  | 0.20  | 0.32 <sup>g</sup>   |
| Rezene       | 0.00                 | 0.00  | 0.00  | 0.00 <sup>g</sup>   |
| Limon        | 0.00                 | 0.00  | 0.00  | 0.00 <sup>g</sup>   |

\*: LSD çoklu testine göre aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemsizdir (P>0.05).



Şekil 4.3. Tarçın uçucu yağının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkisi



Şekil 4.4. Karanfil uçucu yağının Gazey2-1 kodlu izolatına karşı antibakteriyel etkisi

#### 4.4. Uçucu Yağların Zeytin Fidanlarındaki Dal Kanseri Hastalığını Engelleyici Etkisi

*In vitro* test sonucunda en etkili olan tarçın ve karanfil uçucu yağlarının zeytin fidanlarındaki ur oluşumunu engelleme yetenekleri saksı deneyiyle iklim odasında yapılmıştır. Karanfil ve tarçın yağının *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı etkisi, test edilen zeytin fidanlarında oluşan ur ağırlıkları ölçülerek değerlendirilmiş ve Çizelge 4.4'te verilen sonuçlara göre, uçucu yağlar antibakteriyel aktivite sergilemiştir. *Pseudomonas savastanoi* Gazey2-1 ile yapay inokülasyondan dört ay sonra, fidanların inoküle edilen bölgelerinde tipik hastalık belirtisi olan urlar gözlemlenmiştir. Bu patojen sırasıyla 0.23 g, 0.30 g, 0.20 g ve 0.30 g ağırlığında urlar oluşturmuştur. Karanfil uçucu yağı uygulanan fidanlarda ur ağırlığı, pozitif kontrole kıyasla %50 oranında azalırken; tarçın uçucu yağı uygulanan fidanlarda bu azalma %42 oranında gerçekleşmiştir. Denemede, pozitif kontrol grubunda ortalama ur ağırlığı 0.26 g olarak kaydedilmiş, Karanfil ve Tarçın uçucu yağlarının uygulandığı gruplarda ise sırasıyla 0.13 g ve 0.15 g olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5). Karanfil ve Tarçın uçucu yağlarının ortalama ur ağırlıklarına ait varyans analizi sonuçları (LSD), pozitif kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Bu bulgular, ilgili uçucu yağların biyolojik mücadelede etkili bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.4. Tarçın ve Karanfil uçucu yağlarının zeytin fidanlarında ur oluşumuna etkisi

| Uçucu Yağlar    | Ur ağırlıkları (g) |      |      |      |                         | Yüzde Etki |
|-----------------|--------------------|------|------|------|-------------------------|------------|
|                 | 1                  | 2    | 3    | 4    | ORT                     |            |
| Karanfil        | 0.11               | 0.19 | 0.13 | 0.10 | 0.13±0.02 <sup>b*</sup> | %50        |
| Tarçın          | 0.07               | 0.26 | 0.16 | 0.12 | 0.15±0.04 <sup>b</sup>  | %42        |
| Pozitif Kontrol | 0.23               | 0.30 | 0.20 | 0.30 | 0.26±0.03 <sup>a</sup>  | -          |

\*: LSD çoklu testine göre aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemsizdir ( $P>0.05$ ).



Şekil 4.5. *Pseudomonas savastanoi* Gazey2-1 ile yapay inokülasyondan sonra fidanların inoküle edilen bölgelerinde oluşan urlar

## 5. TARTIŞMA

Son yıllarda, yeni ve güvenli antimikrobiyal kaynakları bulmaya yönelik ilgi giderek artmaktadır. Böylelikle çevre kirliliği ve geleneksel kimyasal maddelere karşı potansiyel direnç gelişimi konusundaki endişeler nedeniyle sentetik pestisitlere olan bağımlılığın azaltılması amaçlamaktadır. Kapsamlı bir şekilde incelenen en umut verici seçeneklerden biri uçucu yağlar ve bunların ana bileşenleridir. Sentetik pestisitlerin yerine geçme potansiyeline sahip olan bu yağlar, kimyasal maddelerin insanlar ve çevre üzerindeki zararlı etkilerini azaltmaktadır. Bu çalışmada, zeytin yetiştiriciliğini olumsuz etkileyen ve verim ve kalitede azalmaya yol açan bakteriyel bir patojen olan *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin izolasyonu, tanısı ve on altı uçucu yağın patojene karşı antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir.

Zeytin bahçelerinde yapılan incelemelerde, dal kanseri hastalık belirtileri gösteren 7 adet urlu ağaçtan 27 adet bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Urlu dallardan elde edilen isolatlarının tamamı birçok araştırmacı tarafından daha önce yayınladıkları verilerde olduğu gibi Gram negatif ve benzer LOPAT (----+) özellikte olan veriler elde edilmiştir (Doksöz ve Bozkurt, 2020; Servi ve ark., 2012; Basım ve ark., 2019; Bitgen ve Mirik, 2021; Mirik ve ark., 2011; Tatlı ve Benlioğlu, 2004; Koscak ve ark., 2023b). Gazey2-1 kodlu izolatu MALDI TOF MS ile yapılan tanısında 2.31 benzerlik indeks değeri ile *Pseudomonas savastanoi* olarak tür düzeyinde eşleşme sağlanmıştır.

*In vitro* test sonucuna göre 16 uçucu yağın 14'ünün patojen üzerinde antimikrobiyal etkisi olduğu saptanmıştır. Tarçın uçucu yağı, 17 mm'lik engelleme zonuyla en etkili yağ olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bir grupta yer almıştır. Karanfil uçucu yağı ise 10.42 mm engelleme zonu ile ayrı bir istatistiksel grupta değerlendirilmiştir. Kekik (4.92 mm) ve Limon Otu (4.25 mm) patojen üzerinde etkili diğer uçucu yağlar olarak aynı grupta yer almıştır. Öksel ve Mirik (2015), farklı uçucu yağların farklı popülasyonlardaki *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı *In vitro* koşullarda baskılayıcı etkisini araştırdıkları çalışmada  $4 \times 10^5$  hücre/ml popülasyon dozunda yapılan uygulamada kekik uçucu yağının antibakteriyel etkisinin en yüksek oranda (2.40 mm) olduğunu saptamışlardır. Patojen popülasyonu  $4 \times 10^4$  hücre/ml olarak uygulandığında okaliptüs, karabaş, karanfil ile kekik uçucu yağlarında 0.32-3.60 mm arasında değişen engelleme zonları tespit edilmiştir. Patojen

popölasyonu  $4 \times 10^3$  hücre/ml olarak uygulandığında ise kekik uçucu yağında 3.70, karabaş uçucu yağında 2.60, karanfil uçucu yağında 1.30 ve okalıptüs uçucu yağında 1.00 mm'lik patojeni engelleme zonu oluşmuştur. Daha önceki çalışmalar, uçucu yağların antibakteriyel aktivitelerini aynı zamanda *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Schollenberger ve ark. 2018), *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Schollenberger ve ark.2018), *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, *Pseudomonas tolaasii*, *Xanthomonas citri*, *Agrobacterium vitis* (Moghaddam ve ark. 2014), *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Basim ve ark. 2000) gibi diğer bitki patojeni bakteriyel hastalık etmenlerinin de büyümesini engellediğini göstermektedir. Lucas ve ark. (2012), farklı konsantrasyonlarda hazırladıkları uçucu yağların *Xanthomonas vesicatoria*'nın gelişimi üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, %1.0 konsantrasyonunda kekik, karanfil ve tarçın uçucu yağları 2 mm inhibisyon zonu oluşturarak bakterinin büyümesini kısmen engellediğini ancak %10'luk konsantrasyonlarda hazırlanan kekik uçucu yağının 19 mm ve tarçın uçucu yağının 7 mm engelleme alanı oluşturan en başarılı uygulamalar olduğunu tespit etmişlerdir (Lucas ve ark., 2012).

En etkili karanfil ve tarçın uçucu yağları ile yapılan *In vivo* deneme sonucunda pozitif kontrol grubunda ortalama ur ağırlığı 0.26 g olarak tespit edilirken, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının uygulandığı gruplarda bu değerlerin sırasıyla 0.13 g ve 0.15 g olarak kaydedilmesi, her iki uçucu yağın da patojenin neden olduğu ur oluşumunu belirgin şekilde azalttığını göstermektedir. Bu bulgu da zeytin yetiştirilen bölgelerde ekonomik açıdan önemli olan bu hastalığı kontrol etme potansiyellerine işaret etmektedir. Başarılı bulduğumuz karanfil ve tarçın uçucu yağının bakterilere karşı antimikrobiyal ve antifungal etkisini gösteren pek çok çalışma mevcuttur (Basim ve ark. 2000; Lucas 2012; Ghanney ve ark. 2020; Harčárová ve ark., 2021). Benzer şekilde karanfil ve tarçın uçucu yağının *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye antimikrobiyal etkisi bu çalışmayla ortaya konmuştur. Ghanney ve ark. (2020), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) kabuğundan hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın, Tunus'un güneydoğusunda doğal olarak enfekte zeytin bitkilerindeki urlardan izole edilen *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* KT11 izolatına karşı antibakteriyel etkisini değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tarçın kabuğu uçucu yağı, hem *In vitro* koşullarda hem de zeytin bitkilerinin yeşil aksamında epifitik popölasyon

olarak bulunan KT11 izolatına karşı belirgin antibakteriyel aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Elde edilen bulgular, tarçın kabuğu uçucu yağının *P. savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı biyolojik mücadelede kullanılabilir bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Lucas (2012), karanfil, tarçın, limon otu, okaliptüs, kekik ve çay otu uçucu yağlarının *Xanthomonas vesicatora*'nın gelişimine ve hastalık şiddetini azalttığını belirlemişlerdir.

Yapılan birçok araştırmanın sonuçları ile bu çalışmada elde edilen bulguların büyük ölçüde örtüşmesi, kullanılan yöntemlerin ve materyallerin etkinliğini desteklemektedir. Hem bu çalışmada hem de literatürdeki diğer araştırmalarda, bitki ekstraktları ve uçucu yağlarının bakteriyel patojenlere karşı belirgin antimikrobiyal aktivite sergilediği ve bu doğal ürünlerin biyolojik mücadelede uygulanabilir bir alternatif sunduğu ortaya konmuştur. Bu durum, özellikle çevre dostu ve sürdürülebilir tarım yaklaşımlarında bitki bazlı ürünlerin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ur oluşturan bakteriyel hastalıkların bitki uçucu yağları ile kontrol altına alınma olasılığı, bu hastalık etmenlerine karşı dirençli ticari bitki çeşitlerinin mevcut olmadığı göz önünde bulundurulduğunda özellikle ilgi çekici görünmektedir. Bu tez çalışması, zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı uçucu yağların kullanımıyla biyolojik mücadele stratejilerinin geliştirilmesine yönelik kimyasallara alternatif bir yaklaşım sunmaktır. Bu doğrultuda, 16 farklı uçucu yağın (Tarçın, karanfil, sarımsak, limon otu, zencefil, yavşan, ısırgan, kekik, biberiye, defne, gül, adaçayı, nane, lavanta, rezene ve limon) *In vitro* antibiyotik etkileri ile *In vivo* saksı denemeleriyle hastalığı baskılama potansiyelleri ortaya konmuştur.

Hatay ve Gaziantep illerinde zeytin bahçelerinde yapılan incelemelerde, dal kanseri hastalık belirtileri gösteren 7 adet urlu ağaçtan 27 adet bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Bakteri izolatlarına yapılan potasyum hidroksit (KOH) testinde izolatlarda viskoz, yapışkanimsı bir sünmeye meydana gelmiş ve tamamı gram negatif olarak değerlendirilmiştir. İzolatların tamamı tipik *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* LOPAT 1B(----+) karakterizasyonu sergilemişlerdir.

Zeytin fidanlarında yapılan patojenite testinde ur oluşumu, uygulamadan 4 ay sonra gözlenmiştir. İzolatların zeytin fidanlarında oluşturduğu ur çapları 3.67-7.67 mm arasında değişmiştir. İzolatlar arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen çapları karşılaştırıldığında Gazey2-1 kodlu izolat 7.67 mm uzunluğunda çap oluşturarak en virulent patojen izolat olarak belirlenmiş ve uçucu yağların antagonistik etkilerinin belirlenmesinde Gazey2-1 kodlu izolat kullanılmıştır.

İkili kültür testlerinin sonuçlarına göre, 12 uçucu yağ patojenin gelişimini baskılamış ve 0.32 mm-17 mm arasında inhibisyon zonu oluşmuştur. Tarçın uçucu yağı, ortalama 17 mm engelleme zonu oluşturarak en başarılı uçucu yağ olarak belirlenmiştir. Karanfil uçucu yağı 10.42 mm engelleme zonu oluşturan bir diğer başarılı uygulama olmuş ve istatistiksel olarak tek bir grupta yer almıştır. Tarçın ve karanfil uçucu yağlarının zeytin fidanlarındaki ur oluşumunu engelleme yetenekleri saksı deneyiyle iklim odasında yapılmıştır. Karanfil ve tarçın yağının *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı etkisi, test edilen zeytin fidanlarında oluşan ur ağırlıkları ölçülerek değerlendirilmiştir. Denemede, pozitif kontrol grubunda ortalama ur ağırlığı 0.26 g

olarak kaydedilmiş, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının uygulandığı gruplarda ise sırasıyla 0.13 g ve 0.15 g olarak ölçülmüştür. Karanfil uçucu yağı uygulanan fidanlarda ur ağırlığı, pozitif kontrole kıyasla %50 oranında azalırken; tarçın uçucu yağı uygulanan fidanlarda bu azalma %42 oranında gerçekleşmiştir.

Bu sonuçlar, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı tarçın ve karanfil uçucu yağlarının, güçlü antibakteriyel aktivite sergilediği gösterilmiştir. Ancak, bu uçucu yağların buharlaşma özellikleri ve açık alanlarda etkinliklerinin azalması, biyo-kontrol amaçlı uygulamalarını sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle, uçucu yağların bakterisidal özelliklerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, bu yağların etkin bir şekilde bakır bileşiklerinin yerini alıp alamayacağı veya alternatif olarak bakır bileşikleriyle birlikte kullanılıp kullanılamayacağı konularında daha fazla araştırma gereklidir.

## KAYNAKLAR

- Aktepe, B.P., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., Aysan, Y., Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1), 28-35, 2019.
- Alliance, D., Santos, C.B.R.D., Barbosa, L.M.C., Gomes, J.S., Lobato, C.C., Viana, J. C., Souto, R.N.P., Chemical study, predictions in silico and larvicide activity of the essential oil of root philodendron deflexum poepp, Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, 14, 3330-3337, 2017.
- Anonim, 2015. "Biopesticides Eco-Friendly Pest Control 2015" Erişim adresi: <https://ipm.missouri.edu/meg/2015/6/Biopesticides-Eco-Friendly-Pest-Control/>, Erişim tarihi: 26.11.2024.
- Anonim, 2024. "Zeytin Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele 2024" Erişim adresi: [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici\\_Bilgi\\_Kosesi/Dokumanlar/zeytin.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/zeytin.pdf), Erişim Tarihi: 27.01.2024.
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M., Biological effects of essential oils—a review, Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475, 2008.
- Baldoni, L., Belaj, A., Olive, Oil crops, 397-421, 2010."
- Basim, H., Yegen, O., Zeller. W., Antibacterial effect of essential oil of thymbra spicata L. var. spicata on some plant pathogenic bacteria. journal of plant diseases and protection, 107(3), 279-284, 2000.
- Basım, H., Basım, E., Ersoy, A., Phenotypic and genotypic characterization of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* causing olive knot disease in Turkey, Applied Ecology and Environmental Research, 17(6), 2019.
- Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., Baskaran, D., Role of essential oils in food safety antimicrobial and antioxidant applications, Grain & Oil Science and Technology, 2, 49-55, 2019.

- Bitgen, E., Mirik, M., Tekirdağ ilinde yetişen zeytin ağaçlarında dal kanseri hastalığı etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve antagonist bakteriyel izolatlar ile biyolojik mücadelesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2), 326-336, 2021.
- Bozkurt, İ.A., Soylu, S., Kara, M., Soylu, E.M., Chemical composition and antibacterial activity of essential oils isolated from medicinal plants against gall forming plant pathogenic bacterial disease agents, KSU J. Agric Nat 23(6), 1474-1482, 2020.
- Bozkurt, İ.A., Soylu, S., Kara, M. et al. Molecular characterization of stem gall disease caused by *Agrobacterium tumefaciens* (= *Agrobacterium biovar 1*) on Citrus trees as a new host, in the Eastern Mediterranean region of Turkey. J Plant Dis Prot 130, 13–21, 2023.
- Bouaichi, A., Benkirane, R., Habbadi, K., Benbouazza, A., Achbani, E. H., Antibacterial activities of the essential oils from medicinal plants against the growth of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* causal agent of olive knot, J Agric Vet Sci, 8(12), 41-5, 2015.
- Broniarczyk-Niemiec, A., Børve, J., Puławska, J., Control of bacterial canker in stone fruit trees by chemical and biological products, Agronomy, 13(4), 1166, 2023.
- Brown, N.A., Canker of ash trees produced by a variety of the olive-tubercle organism *Bacterium savastanoi*, Journal of Agricultural Research, 44, 701-722, 1932.
- Burt, S.A., Reinders, R.D., Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157: H7, Letters in Applied Microbiology, 36, 162-167, 2003.
- Camilli, A., Bassler, B.L., Bacterial small-molecule signaling pathways, Science, 311, 1113-1116, 2006.
- Carezzano, M.E., Sotelo, J.P., Primo, E., Reinoso, E.B., Paletti Rovey, M.F., Demo, M. S., Oliva, M.D.L.M., Inhibitory effect of thymus vulgaris and origanum vulgare essential oils on virulence factors of phytopathogenic *Pseudomonas syringae* strains, Plant Biology, 19, 599-607, 2017.

- Caparrotta, S., Comparini, D., Marone, E., Kimmenfield, R., Luzziatti, L., Taiti, C., Mancuso, S., Correlation between VOC fingerprinting and antimicrobial activity of several essential oils extracted by plant resins against *A. tumefaciens* and *P. Savastanoi*, *Flavour and Fragrance Journal*, 34(5), 377-387, 2019.
- Cesari, E., Marocchi, F., L'Aurora, A., Pucci, N., Scala, V., Loreti, S., Scortichini, M., Occurrence of copper-resistant *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* strains in kiwifruit orchards of Central Italy, *Journal of Phytopathology*, 171(11-12), 768-774, 2023.
- Chaudhary, S., Kanwar, R.K., Sehgal, A., Cahill, D.M., Barrow, C.J., Sehgal, R., Kanwar, J.R., Progress on azadirachta indica based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides, *Frontiers in plant science*, 8, 610, 2017.
- Cimmino, A., Andolfi, A., Marchi, G., Surico, G., Evidente, A., Phytohormone production by strains of *Pantoea agglomerans* from knots on olive plants caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*, *Phytopathol Mediterr*, 45, 247–252, 2006.
- Çetinkaya., Yıldız, R., Aysan, Y., Domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al)'in izolasyonu, geleneksel serolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1), 114-122, 2008.
- Doksöz, S., Bozkurt, İ.A., Hatay ili zeytin üretim alanlarında zeytin dal kanseri *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* hastalığının belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7, 96-103, 2020.
- Elansary, H.O., Ashmawy, N.A., Essential oils of mint between benefits and hazards, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16, 429-438, 2013.
- “Certification scheme for olive tree sandrootstocks PM 4/17 (3) EPPO 2022” Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12883>, Erişim tarihi: 27.01.2024.

“*Pseudomonas savastanoi* and other bacteria colonizing the surface of olive leaves in the field, Microbiology, Ercolani, G. L., 1978, 109(2), 245-257, EPPO 2024”  
Erişim adresi: <https://gd.eppo.int/taxon/PSDMSF>, Erişim tarihi: 27.01.2024.

Ercolani, G.L., *Pseudomonas savastanoi* and other bacteria colonizing surface of olive leaves in the field, J. Gen. Microbiol, **109**, 245–257, 1978.

“Zeytin Üretim Miktarı FAO 2022” Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, Erişim tarihi: 20.10.2024.

Faleiro, M.L., The mode of antibacterial action of essential oils, Science against microbial pathogens, Communicating Current Research and Technological Advances, 2, 1143-1156, 2011.

Ferdes, M., Antimicrobial compounds from plants, Fighting Antimicrobial Resistance, IAPC-OBP, Zagreb, 243-271, 2018.

Garcia, De Los Rios J.E., *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss a new host of *Pseudomonas savastanoi*, Phytopathologia Mediterranea, 38, 54–60, 1999.

Gardan, L.C., David, M., Marel, E., Glickmann, M., Abu-Ghorrahand, Y., Dessaux, Evidence for a correlation auxin production and host plant specie among strains of *Pseudomonas syringae* subsp. *Savastanoi*, Applied and Environmental Microbiology, 1992.

Geylani Yüzbaşıoğlu, E., Aysan, Y., Farklı konukçu bitkilerden izole edilen *Agrobacterium tumefaciens* izolatlarının fenotipik ve genotipik karakterizasyonu, Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi, 18(2), 247-259, 2021.

Ghanney, N., Ben Yahia, L., Lachiheb, B., Ferchichi, A., Biological effect of the bark cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil on *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in vitro and as epiphyte populations on olive plants, 2020.

Gupta, I., Singh, R., Muthusamy, S., Sharma, M., Grewal, K., Singh, H.P., Batish, D.R. Plant essential oils as biopesticides, Applications, mechanisms, innovations, and constraints Plants, 12, 2916, 2023.

- Hanif, M.A., Nisar, S., Khan, G.S., Mushtaq, Z., Zubair, M., Essential oils essential oil research, Trends in biosynthesis, analytics, industrial applications and biotechnological production, 3-17, 2019.
- Harcarova, M., Conkova, E., Proskovcova, M., Váczi, P., Marcincakova, D., Bujnak, L., Comparison of antifungal activity of selected essential oils against *Fusarium graminearum* in vitro Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 28(3) 2021.
- Iacobellis, N.S., Sisto, A., Surico, G., Occurrence of unusual strains of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* on olive in central Italy, Bulletin OEPP, 23(3), 429-435, 1993.
- Iacobellis, N.S., Caponero, A., Evidente, A., Characterization of *Pseudomonas syringae* ssp. *Savastanoi* Strain isolated from ash. Plant Pathology, 47(1), 73-83, 1998.
- Isman, M.B., Plant essential oils for pest and disease management, Crop protection, 19, 603-608, 2000.
- Janse, J.D., *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* (Ex Smith) Subsp. Nov., Nom. Rev., The Bacterium Causing Excrescences on oleaceae and Nerium oleander L. International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology, 32(2), 166-169, 1982.
- Kara, M., Soylu, S. Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*, Mustafa Kemal Universitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1), 36-46, 2022.
- Khan, M.S.A., Zahin, M., Hasan, S., Husain, F.M., Ahmad, I., Inhibition of quorum sensing regulated bacterial functions by plant essential oils with special reference to clove oil, Letters in Applied Microbiology, 49, 354-360, 2009.
- Košćak, L., Lamovšek, J., Đermić, E., Tegli, S., Gruntar, I., Godena, S., Identification and characterisation of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* as the causal

agent of olive knot disease in Croatian, Slovenian and Portuguese olive (*Olea europaea* L.) orchards, *Plants*, 12(2), 307, 2023.

Košćak, L., Lamovšek, J., Đermić, E., Godena, S., The antibacterial effect of selected essential oils and their bioactive constituents on *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*, phytotoxic properties and potential for future olive disease control microorganisms, 11(11), 2735, 2023.

Küsek, M., Asmada *Vitisvinifera* l. ura neden olan *Agrobacteriumvitis*'in tanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 103, 2007.

Lelliott, R.A., Stead, D.E., Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications, 216, 1987.

Lucas, G.C., Alves, E., Pereira, R.B., Perina, F.J., Souza, R.M., Antibacterial activity of essential oils on *xanthomonas vesicatoria* and control of bacterial spot in tomato, *Pesqui Agropecu Bras*, 47(39), 351-359, 2012.

Mahmood, I., Imadi, S.R., Shazadi, K., Gul, A., Hakeem, K.R., Effects of pesticides on environment, In *Plant, soil and microbes*, Springer, Cham, 253-269, 2016.

Maloy, O.C., *Plant Disease Management*, The Plant Health Instructor, 10, 2005.

Mansfield, J., Genin, S., Magori, S., Citovsky, V., Sriariyanum, M., Ronald, P., Dow, M.A.X., Verdier, V., Beer, S.V., Machado, M.A., Toth, I.A.N., Salmond, G., Foster, G., Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology, *Mol. Plant Pathol*, 13, 614 – 629, 2012.

Mansfield, J.W., From bacterial avirulence genes to effector functions via the hrp delivery system, an overview of 25 years of progress in our understanding of plant innate immunity, *Mol. Plant Pathol*, 10, 721–734, 2009.

Marchi, G., Mori, B., Pollacci, P., Mencuccini, M., Surico, G., Systemic spread of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in olive explants, *Plant Pathology*, 58(1), 152-158, 2009.

- Marchi, G., Sisto, A., Cimmino, A., Andolfi, A., Cipriani, M.G., Evidente, A., Surico, G., Interaction between *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* and *Pantoea agglomerans* in olive knots, Plant Pathol, 55, 614–624, 2006.
- Mérillon, J.M., Rivière, C., Natural antimicrobial agents, Springer international publishing AG, Cham, Switzerland, 2018.
- Mirik, M., Aysan, Y., Doğu akdeniz bölgesinde zakkum, yasemin, mersin ve c lbirt   al larında *Pseudomonas savastanoi*’nin neden olduğu bakteriyel ur hastalığı üzerine araştırmalar, III. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 311-317, İzmir-Türkiye, 2006.
- Mirik, M., Aysan, Y., Marmara bölgesinde zeytin dal kanseri hastalığının yaygınlığı ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* izolatlarının fenotipik ve genotipik karakterizasyonu, Journal of Agricultural Sciences, 17(2011), 279-290, 2012.
- Mirik, M., Aysan, Y., řahin, F., Characterization of *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* strains isolated from several host plants in Turkey and report of fontanesia as a new host, Journal of plant Pathology, 263-270, 2011.
- Moghaddam, M., Alymanesh, M.R., Mehdizadeh, L., Mirzaei, H., Pirbalouti, A.G., Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of ocimum ciliatum, as a new source of methyl chavicol, against ten phytopathogens, Ind Crops Prod, 59, 144-148, 2014.
- Obanor, F.O., Walter, M., Jones, E.E., Jaspers, M.V., Green house and field evaluation of fungicides for control of olive leaf spot in New Zealand, Crop Prot, 27, 1335–1342, 2008.
-  ksel, C., Mirik, M., Zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*’ye karşı *in vitro* koşullarda farklı bitkilerin u ucu yağlarının etkisi, Bitki Koruma B lteni, 55, 265-275, 2015.
- Ouzari, H., Khsairi, A., Raddadi, N., Jaoua, L., Hassen, A., Zarrouk, M., Daffonchio, D., Boudabous, A., Diversity of auxin-producing bacteria associated

to *pseudomonas savastanoi*-induced olive knots, J. Basic Microbiol, 48, 370–377, 2008.

Pavlovic, M., Kondrad, R., Iwobi, A.N., Sing, A., Bush, U., Huber, I.A., Dualapproachemploying MALDI-TOF MS andreal-time PCR for fast species identification with in the enter obactercloacae complex, FEMS Microbiology Letters, (328), 46-53, 2012.

Penyalver, R., García, A., Ferrer, A., Bertolini, E., Quesada, J.M., Salcedo, C.I., Piquer, J., Pérez-Panadés, J., Carbonell, E.A., del Río, C., Caballero, J. M., López, M.M., Factors affecting *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* plant inoculations and their use for evaluation of olive cultivar susceptibility, Phytopathology, 96(3), 313-319, 2006.

Pérez-Martínez, I., Rodríguez-Moreno, L., Matas, I.M., Ramos, C., Strain selection and improvement of gene transfer for genetic manipulation of *pseudomonas savastanoi* isolated from olive knots, Res. Microbiol, 158, 60–69, 2007.

Ramos, C., Matas, I.M., Bardaji, L., Aragón, I.M., Murillo, J., *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*, some like it knot, Molecular plant pathology, 13(9), 998-1009, 2012.

Quesada, C.A., Phillips, O.L., Schwarz, M., Czimczik, C.I., Baker, T.R., Patiño, S., Fyllas, N.M., Hodnett, M.G., Herrera, R., Almeida, S., Basin-wide variations in Amazon for eststructure and function are mediated by both soils and climate, Biogeosciences, 9, 2203–2246, 2012.

Quesada, J.M., Penyalver, R., Pérez-Panadés, J., Salcedo, C.I., Carbonell, E.A., López, M.M., Dissemination of *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* populations and subsequent appearance of olive knot disease, Plant Pathol, 59, 262–269, 2010.

Quesada, J.M., García, A., Bertolini, E., López, M.M., Penyalver, R., Recovery of *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* from symptomless shoots of naturally infected olive trees, Int. Microbiol, 10, 77–84, 2007.

- Raveau, R., Fontaine, J., Lounès-Hadj, Sahraoui., A., Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds, A review Foods, 9, 365, 2020.
- Rodríguez-Palenzuela, P., Matas, I., Murillo, J., López-Solanilla, E., Bardaji, L., Pérez-Martínez, I., Rodríguez-Mosquera, M.E., Penyalver, R., López, M.M., Quesada, J.M., Biehl, B.S., Perna, N.T., Glasner, J.D., Cabot, E.L., Neeno-Eckwall, E., Ramos, C., Annotation and overview of the *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* NCPPB 3335 draft genome reveals the virulence gene complement of a tumour-inducing pathogen of woody hosts, Environ. Microbiol. 12, 1604–1620, 2010.
- Rojas, A.M., García de los Rios, J.E., Saux, M.F.-L., Jimenez, P., Reche, P., Bonneau, S., Sutra, L., Mathieu-Daudé, F., McClelland, M., *Erwinia toletana* sp. nov., associated with *pseudomonas savastanoi*-induced tree knots. Int. J. Syst. Evol. Microbiol, 54, 2217–2222, 2004.
- Salman, M., Hawamda, A., Amarni, A.A., Rahil, M., Hajjeh, H., Natsheh, B., Abuamsha, R., Evaluation of the incidence and severity of olive leaf spot caused by *spilocaea oleagina* on olive trees in palestine, Am J Plant Sci, 2, 457-460, 2011.
- Sancar, E., Mirik, M., Tekirdağ'da zeytin dal kanseri hastalığı etmeni *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve bakteriyel antagonistlerle biyolojik mücadelesi Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tekirdağ, 2018.
- Sands, D.C., Physiological criteria-determinate tests. In Methods in Phytobacteriology, ed, Klement, Z., Rhudolp, K., Sands, D.C., Academia Kiado, Budapest, Hungary, 1990.
- Savastano, L., Le maladies de l'olivier et la tuberculose en particulier, Comp. Rend. Acad. Agr. France, 103-114, 1886.
- Schollenberger, M., Staniek, T.M., Paduch-Cichal, E., Dasiewicz, B., Gadomska-Gajadhur, A., Mirzwa-Mroz, E., The activity of essential oils obtained from

- species and interspecies hybrids of the mentha genus against selected plant pathogenic bacteria, *Acta Sci Pol-Hortoru*, 17(6), 167-174, 2018.
- Shaaban, H.A., El-Ghorab, A. H., Shibamoto, T., Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components, *Journal of Essential Oil Research*, 24, 203-212, 2012.
- Servi, D., Baştaş, K.K., Aydın ili'nde zeytin bakteriyel dal kanseri hastalığı *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi* 'nin tespiti ve tanılanması, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(3), 1-8, 2012.
- Sisto, A., Cipriani, M.G., Morea, M., Knot formation caused by *pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* on olive plants is *hrp*-dependent, *Phytopathology*, 94, 484–489, 2004.
- Sivri, N., Kahramanmaraş, Gaziantep ve Kilis illerindeki zeytin üretim alanlarında görülen zeytin dal kanseri hastalığı etmeni *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* tanılanması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89, 2012.
- Smith, C.O., Oleander bacteriosis in California, *Phytopathology*, 18, 503-518, 1928.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş. Sebzelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi, *KSU Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 7-18, 2020.
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, E.M. Determination of antagonistic potential of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, *Zemdirbyste-Agriculture*, 108, 303-312, 2021.
- Sotelo, J.P., Carezzano, M.E., Rovey, M.F.P., Oddino, C., Bogino, P., de las Mercedes Oliva, M., Effect of applications of oregano and thyme essential oils in *Glycine max* seeds against bacterial blight caused by *Pseudomonas savastanoi*, 2024.
- Surico, G., Marchi., Olive knot disease new insights into the ecology, physiology and epidemiology of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. In Iacobellis et al. eds.

*Pseudomonas syringae* and Related Pathogens, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 17-28, 2003

Szabó, M.Á., Varga, G.Z., Hohmann, J., Schelz, Z., Szegedi, E., Amaral, L., Molnár, J., Inhibition of quorum-sensing signals by essential oils, *Phytotherapy Research*, An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 24, 782-786, 2010.

Taheri, E., Tarighi, S., Taheri, P., An endophytic bacterium with biocontrol activity against important wheat pathogens, *Biological Control*, 183, 105243, 2023.

Tatli, B., Benlioglu, K., Aydın ve Muğla illeri zeytin alanlarında zeytin ağacı uru hastalığı *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi* üzerine çalışmalar, Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi, 147, Samsun-Türkiye, 2004.

“Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin TEPGE, 2022-2023”. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>, Erişim tarihi: 15.11.2024.

Teviotdale, B.L., Krueger, W.H., Effects of timing of copper sprays, defoliation, rainfall, and inoculum concentration on incidence of olive knot disease, *Plant Dis*, 88, 131–135, 2004.

Trigui, M., Hsouna, A.B., Hammami, I., Culioli, G., Ksantini, M., Tounsi, S., Jaoua, S., Efficacy of lawsonia inermis leaves extract and its phenolic compounds against olive knot and crown gall diseases, *Crop Protection*, 45, 83-88, 2013.

“Türkiye zeytin üretim miktarları TÜİK, 2023” Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim tarihi: 15.11.2024.

Ulaş, M. Adana ve osmaniye illeri zeytinlerinin (*Olea europaea* L.) moleküler markörler aracılığıyla genetik tanımlanması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana-Türkiye, 98, 2018.

Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Soylu, E.M., Kara, M. Yaprığı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) tekniği

- kullanılarak tanılanması, Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 29(4), 595-603, 2019.
- Ünsal, A., Ölmez ağacın peşinde Türkiye’de zeytin ve zeytinyağı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 344, 2023.
- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R.K., Kumar, A., Essential oils as natural food antimicrobial agents, A review Critical reviews in food science and nutrition, 55(10), 1320-1323, 2015.
- Verhaegen, M., Bergot, T., Liebana, E., Stancanelli, G., Streissl, F., Mingeot-Leclercq, M. P., Bragard, C., On the use of antibiotics to control plant pathogenic bacteria, a genetic and genomic perspective, Frontiers in Microbiology, 14, 1221478, 2023.
- Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., Szumny, A., Essential oils as antimicrobial agents myth or real alternative Molecules, 24(11), 2130, 2019.
- Yılmaz, S., Duyan, S., Artuk, C., Diktaş, H. Mikrobiyolojik tanımlamada MALDI-TOF MS uygulamaları, TAF Preventive Medicine Bulletin, 13(5), 421-426, 2014.
- Yolageldi, L., Tunç, C., Onoğur, E., Yıldırım, I. Batı anadolu’da zeytin *verticillium* solgunluğunun yaygınlığı, yakalanma oranı, hastalık şiddeti ve hastalık çıkışında etkili bazı faktörler üzerinde araştırmalar, In IX. Th. Turkish Phytopathology Congress, 299-305, 2001.
- Young, J.M. Olive knot and its pathogens, Australas. Plant Pathol, 33, 33–39, 2004.
- Young, J.M. Taxonomy of *pseudomonas syringae*, J. Plant Pathol, 92, S5–S14, 2010.
- Zamani-Zadeh, M., Soleimani-Zad, S., Sheikh-Zeinoddin, M., Biocontrol of gray mold disease on strawberry fruit by integration of lactobacillus plantarum A7 with ajwain and cinnamon essential oils, Journal of Food Science, 78, 1582-1588, 2013.



## ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Kübra İrem ÇAKMAK

2. Ünvanı : Organik Tarım İşletmecisi

3. Öğrenim Durumu : Lisans

| Derece | Bölüm/Program               | Üniversite                       | Bitirme Yılı |
|--------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|
| Lisans | Organik Tarım İşletmeciliği | Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi | 2019         |

### 7. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

Çakmak K.İ., Aktepe B.P. (2024). Zeytin dal kanseri etmeni *pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve in vitro mücadelesi . 3. Bılsel International Sumela Scientific Researches Congres, 1355-1362 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

## EKLER

### 1. EK-1. *PSEUDOMONAS SAVASTANOI* İZOLATLARININ MALDI TOF-MS SONUÇLARI

| Analyte Name                    | Analyte ID | Organism (best match)       | Score Value           | Organism (second best match) | Score Value           |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| <a href="#">H10</a><br>(-)(C)   | M.Y.1.2.4  | not reliable identification | <a href="#">1.541</a> | not reliable identification  | <a href="#">1.518</a> |
| <a href="#">H11</a><br>(+++)(C) | GZ 2-1     | Pseudomonas savastanoi      | <a href="#">2.31</a>  | HNP4- Pseudomonas            | <a href="#">2.256</a> |
| <a href="#">H12</a><br>(++)(C)  | GZ 4-1     | Pseudomonas savastanoi      | <a href="#">2.177</a> | HNP4- Pseudomonas            | <a href="#">2.117</a> |

## EK-2. UÇUCU YAĞLARIN *PSEUDOMONAS SAVASTANOI*'YE IN VİTRO ANTAGONİSTİK ETKİLERİNİN VARYANS ANALİZİ

Rows of data with missing values removed: 0

Rows which remain: 48

| Source       | df | Type I SS   | MS        | F         | P         |
|--------------|----|-------------|-----------|-----------|-----------|
| -----        |    |             |           |           |           |
| Main Effects |    |             |           |           |           |
| C1           | 15 | 886.8674753 | 59.124498 | 72.758119 | .0000 *** |
| Error        | 32 | 26.00375    | 0.8126172 | <-        |           |

-----

Total 47 912.8712253

Model 15 886.8674753 59.124498 72.758119 .0000 \*\*\*

R<sup>2</sup> = SSmodel/SStotal = 0.97151432833

Root MSError = sqrt(MSError) = 0.90145282045

Mean Y = 3.63645835417

Coefficient of Variation = (Root MSError) / abs(Mean Y) \* 100% = 24.789307%

Compare Means

Factor: 1) C1

Test: LSD

Significance Level: 0.05

Variance: 0.8126171875

Degrees of Freedom: 32

Keep If:

n Means = 16

LSD 0.05 = 1.4992504565

| Rank  | Mean          | Name      | n Non-significant ranges |
|-------|---------------|-----------|--------------------------|
| ----- |               |           |                          |
| 1     | 17.3333336667 | tarçın    | 3 <sup>a</sup>           |
| 2     | 10.4166666667 | karanfil  | 3 <sup>b</sup>           |
| 3     | 4.9166666667  | kekik     | 3 <sup>c</sup>           |
| 4     | 4.25          | limon otu | 3 <sup>c</sup>           |
| 5     | 3.6083333333  | sarımsak  | 3 <sup>cd</sup>          |
| 6     | 3.5           | ısırgan   | 3 <sup>cd</sup>          |
| 7     | 2.5833333333  | adaçay    | 3 <sup>de</sup>          |
| 8     | 2.5833333333  | gül       | 3 <sup>de</sup>          |
| 9     | 2.25          | defne     | 3 <sup>de</sup>          |
| 10    | 2.1666666667  | zencefil  | 3 <sup>de</sup>          |
| 11    | 2             | yavşan    | 3 <sup>e</sup>           |
| 12    | 1.8333333333  | biberiye  | 3 <sup>ef</sup>          |
| 13    | 0.425         | nane      | 3 <sup>fg</sup>          |
| 14    | 0.3166666667  | lavanta   | 3 <sup>g</sup>           |
| 15    | 0             | rezene    | 3 <sup>g</sup>           |
| 16    | 0             | limon     | 3 <sup>g</sup>           |

### EK-3. UÇUCU YAĞLARIN ZEYTİN FİDANLARINDAKİ DAL KANSERİ HASTALIĞINI ENGELLEYİCİ ETKİLERİNİN VARYANS ANALİZİ

.AOV Filename: 1WCR.AOV - 1 Way Completely Randomized

Y Column: 3) C3

1st Factor: 1) C1

Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0

Rows which remain: 12

| Source       | df | Type I SS   | MS          | F         | P       |
|--------------|----|-------------|-------------|-----------|---------|
| -----        |    |             |             |           |         |
| Main Effects |    |             |             |           |         |
| C1           | 2  | 0.036548292 | 0.0182741   | 5.2879555 | .0303 * |
| Error        | 9  | 0.03110225  | 0.0034558<- |           |         |
| -----        |    |             |             |           |         |
| Total        | 11 | 0.067650542 |             |           |         |
| -----        |    |             |             |           |         |
| Model        | 2  | 0.036548292 | 0.0182741   | 5.2879555 | .0303 * |

$R^2 = SS_{\text{model}}/SS_{\text{total}} = 0.54025127909$

Root MSerror =  $\sqrt{MS_{\text{error}}} = 0.05878610002$

Mean Y = 0.1790833333

Coefficient of Variation =  $(\text{Root MSerror}) / \text{abs}(\text{Mean Y}) * 100\% = 32.826114\%$

Compare Means

Factor: 1) C1

Test: LSD

Significance Level: 0.05

Variance: 0.00345580556

Degrees of Freedom: 9

Keep If:

n Means = 3

LSD 0.05 = 0.09403346197

| Rank Mean Name    | Mean     | n Non-significant ranges |
|-------------------|----------|--------------------------|
| -----             |          |                          |
| 1 Pozitif Kontrol | 0.25625  | 4 <sup>a</sup>           |
| 2 Tarçın          | 0.150625 | 4 <sup>b</sup>           |
| 3 Karanfil        | 0.130375 | 4 <sup>b</sup>           |

## ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

|                             |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adı ve Soyadı               | Kübra İrem ÇAKMAK                                                                                                                                  |
| Öğrenci Numarası            | 202211450001                                                                                                                                       |
| Ana Bilim/ Ana Sanat Dalı   | Organik Tarım İşletmeciliği                                                                                                                        |
| Danışman Unvanı, Adı-Soyadı | Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE                                                                                                                 |
| Tez Başlığı (Türkçe)        | <b>ZEYTİN DAL KANSERİ ETMENİ <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>'nin İZOLASYONU, TANISI VE UÇUCU YAĞLARLA BİYOLOJİK MÜCADELESİ</b> |

## LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Özet ve Abstract c) Giriş, d) Ana bölümler, e) Sonuç ve f) Kaynakça kısımlarından oluşan toplam 53 sayfalık kısmına ilişkin, 17/01/2025 tarihinde Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % ..... 'tür.

### Filtreleme Tip 1 (maksimum %30) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dâhil.

### Filtreleme Tip 2 (maksimum %10) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar hariç,
- 4- 5 Kelimeden daha az örtüşme içeren  
metin  
kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Tarih ve İmza  
Öğrenci

Danışman Onayı  
UYGUNDUR

Enstitü Onayı  
UYGUNDUR

Unvanı, Adı Soyadı  
(İmzası)

Adı Soyadı  
(İmzası)

## AÇIKLAMALAR

- Lisansüstü tezler, savunma öncesinde benzerlik raporu ile birlikte Enstitüye teslim edilir.
- Benzerlik raporu ile ilgili olarak etik kurallar dâhilindeki benzerlik oranları ilgili Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenir. (Enstitü Yönetim Kurulu tarafından tezin, intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için TURNITIN'den alınan raporda "benzerlik oranı"nın, "alıntılar hariç" en fazla %10, "alıntılar dahil" % 30'u geçmemesi şeklinde kabul edilmiştir).

