

Farklı Bitki Uçucu Yağların *Erwinia amylovora*'ya Karşı Antibakteriyel Etkisinin Belirlenmesi

Determination of Antibacterial Effect of Different Plant Essential Oils Against *Erwinia amylovora*

Benian Pınar AKTEPE¹, Kerem MERTOĞLU², Yasemin EVRENOSOĞLU², Yeşim AYSAN^{3,*}

Öz

Erwinia amylovora'nın neden olduğu ateş yanıklığı hastalığı *Rosaceae* familyasına ait 39 farklı cins ve 128 türe ait bitkide hastalık oluşturmaktadır. Bu hastalıkla mücadelede farklı yöntemler kombine halde kullanılarak entegre hastalık yönetimi tercih edilir. Son yıllarda hastalığın mücadelesinde alternatif yöntemlerin araştırılması üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu yöntemlerden birisi de tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlardır. Bu çalışmada, 16 farklı bitki uçucu yağın, *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisi *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Çalışmada, yedi farklı bitkinin (*Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici*, *Cymbopogon citratus*, *Lavandula officinalis*, *Mentha arvensis*, *Syzygium aromaticum* ve *Thymus vulgaris*) uçucu yağı *Erwinia amylovora*'nın *in vitro* koşullarda gelişimini engellemede başarılı olmuştur. *Cymbopogon citratus* uçucu yağı hariç diğer altı bitkinin uçucu yağı streptomisin antibiyotiklerinden kuvvetli antibakteriyel etkiye sahip olmuştur. *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici* ve *Mentha arvensis* uçucu yağlarında sırasıyla 16.44, 15.11 ve 12.94 mm inhibisyon zonu elde edilmiş ve bu uçucu yağlar güçlü antibakteriyel etkilerle dikkat çekici bulunmuştur. Etkili bulunan bu uçucu yağlar, hastalığın mücadelesinde umut verici olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağ, *Erwinia amylovora*, *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici*, *Mentha arvensis*

Abstract

Fire Blight caused by *Erwinia amylovora* is a disease of plants belonging to *Rosaceae* family of 39 different genera and 128 species. Integrated disease management is preferred by combining different methods in the disease control. Nowadays, studies on alternative methods to control of the disease were intensified. One of these methods is using of essential oils obtained from medical and aromatic plants. In this study, antibacterial activity of 16 different plant essential oil was investigated against to *Erwinia amylovora in vitro* conditions. Seven essential oils (*Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici*, *Cymbopogon citratus*, *Lavandula officinalis*, *Mentha arvensis*, *Syzygium aromaticum* and *Thymus vulgaris*) inhibited successfully the growth of *Erwinia amylovora in vitro* conditions. The higher antibacterial efficacy was produced by the six plant essential oil except *Cymbopogon citratus*, compared to streptomycin. Essential oils from *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici* and *Mentha arvensis* were obtained in 16.44, 15.11 and 12.94 mm inhibition zones, respectively and these essential oils had the highest antibacterial effects. These effective essential oils was found as promising in this disease control.

Keywords: Essential oil, *Erwinia amylovora*, *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici*, *Mentha arvensis*

¹Benian Pınar Aktepe, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, 80760 Osmaniye. E-mail: benianaktepe@osmaniye.edu.tr

²Kerem Mertoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 26160 Eskişehir. E-mail: kmertoglu@ogu.edu.tr

³Yasemin Evrenosoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 26160 Eskişehir. E-mail: yevrenosoglu@ogu.edu.tr

****Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Yeşim Aysan, Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330 Adana. E-mail: aysanys@gmail.com

Atıf/Citation: 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), 34-41.

Extended Summary

Erwinia amylovora, caused by fire blight disease, is a pathogenic bacterium that can infect the entire subsoil and aboveground parts of the plant species belonging to the Maloideae subfamily and cause the death of the whole plant because it acts systemically (Vanneste 2000; Gaaliche ve ark., 2017). It is also difficult to control of this pathogen which causes a destructive infection by progressing rapidly on all parts of the plant. Due to phytotoxic effect of copper preparations, especially in vegetative period, antibiotic resistance problem and not being licensed in our country have made us to do research on the use of alternative methods in the struggle of the disease. One of these methods is the essential oils obtained from medicinal and aromatic plants, which are considered as natural antibiotics. Herbal essential oils, which have strong antibacterial activity and are environmentally friendly, have provided promising results in the control of this disease. Studies investigating the antibacterial effects of different volatile oils against *Erwinia amylovora* have been reported to suppress pathogen development (Scortichini ve Rossi, 1989; Scortichini ve Rossi, 1991; Basım ve ark., 2000; Basım ve Basım, 2004; Kokoskova ve Pavela, 2007; Karami-Osboo ve ark., 2010; Kokoskova ve ark., 2011; Salem ve ark., 2014). In this study, the antibacterial effect of essential oils obtained from medicinal and aromatic plants against *Erwinia amylovora* was investigated in vitro condition. The study included sage (*Salvia officinalis*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), laurel (*Laurus nobilis*), rose (*Rosa sp.*), Nettle (*Urtica sp.*), Clove (*Caryophyllus aromaticum*), thyme (*Thymus vulgaris*), lavender (*Lavandula angustifolia*) lemon (*Citrus limonum*), lemon grass (*Cymbopogon citratus*), mint (*Mentha arvensis*), fennel (*Foeniculum vulgare*), garlic (*Allium sativum*), cinnamon (*Cinnamomi gazelle*), kitten (*Artemisia absinthium*) and ginger (*Zingiber officinale*) essential oils are used. As a result of in vitro tests, 11 of 16 essential oils were found to have antibacterial activity against *Erwinia amylovora* with an inhibition zone of 1.11 to 16.44 mm. The antibiotic streptomycin, which was used as a positive control, produced an average of 5.11 mm of inhibition zone. At the end of the study, *Allium sativum*, *Mentha arvensis*, *Cinnamomi gazelle*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis*, *Syzygium aromaticum* and *Cymbopogon citratus* were found to be successful in inhibiting the growth of *Erwinia amylovora*. Application with the strongest antibacterial effect was obtained from *Allium sativum* essential oil with 16.44 mm inhibition zone. This application was followed by *Mentha arvensis* with 15.11 mm inhibition zone and *Cinnamomi anticancer* essential oils with 12.94 mm blocking zone and they were the more effective than streptomycin antibiotic. The strong effect of these essential oils is thought to be due to the antibacterial effect of the chemicals forming the components against *Erwinia amylovora*.

Various extracts and/or their essential oils obtained from medicinal and aromatic plants serve as natural bactericides and use as a part of an integrated struggle in the control of plant bacterial diseases is seen as a promising alternative. The active ingredients of these essential oils contribute to the emergence of new chemicals in agriculture. The active ingredients of these essential oils contribute to the emergence of new chemicals in agriculture. Antibacterial compounds obtained from medicinal and aromatic plants are considered as alternative to antibiotics and copper in the fight against bacterial diseases.

Erwinia amylovora adlı bakteri, *Rosaceae* familyasına ait 39 farklı cinse dahil 128 türde ateş yanıklığı hastalığına neden olmaktadır (Beer ve Opgenorth, 1976). Yumuşak çekirdekli meyve türlerinin en tahripkar hastalığı olan ateş yanıklığı, bitkinin toprak altı ve toprak üstü aksamının tamamını enfekte edebilen ve sistemik hareket ettiğinden tüm bitkinin ölümüne sebep olabilen bir hastalıktır (Vanneste 2000; Gaaliche ve ark., 2017).

Yaklaşık 250 yıllık geçmişi olan hastalık, ülkemizde ilk kez 1985 yılında Afyon iline bağlı Sultandağı ilçesindeki armut bahçelerinde tespit edilmiştir (Öktem ve Benlioğlu, 1988). 1987 yılı itibarıyla Türkiye'nin bütün armut yetiştirme alanlarında ateş yanıklığı belirtileri görülmüş ve çoğu bölgede ciddi zararlar oluşturarak pek çok bahçenin sökülmesine neden olmuştur (Momol ve Yeğen, 1993).

Hastalık etmeni, pek çok ülkede karantinaya tabi olmasına rağmen armut yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlerde yaygın olarak görülmektedir (Kokoskova ve ark., 2011). Kimyasal mücadelenin kesin çözüm olmaması, insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkisi, kalıntı sorunlarına sebep olması ve organik yetiştiriciliğin her geçen gün tüketiciler arasında popülerite kazanması nedenleriyle; dayanıklı çeşit ile anaçların kullanımı, sanitasyon yöntemleri ve biyolojik mücadeleyi kapsayan entegre yöntemler hastalığın mücadelesinde öne çıkmaktadır (Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2017; Aktepe, 2018; Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2018).

Bakırlı preparat ve antibiyotik uygulamaları kısmen kontrol sağlamakta (Johnson ve Stockwell, 1998), ancak bu kimyasalların da pek çok dezavantajı bulunmaktadır. Patojen bakterinin antibiyotiklere direnç geliştirmesi, hedef dışı canlılara etkisi, doğal dengeyi bozması ve çevreyi kirletmesi gibi nedenlerle birçok ülkede kullanımı yasaktır (Iacobellis ve ark., 2005; Kokoskova ve ark., 2011). Bakırlı preparatlar ise vejetatif dönemde fitotoksik etkileri nedeniyle ancak dormant dönemde uygulanabilmektedir. Bu nedenle ateş yanıklığı hastalığının mücadelesinde alternatif yöntemlerin araştırılması zorunludur. Bu yöntemlerden birisi de doğal antimikrobiyal etkinliğe sahip olarak nitelendirilen, tıbbi ve aromatik bitki ekstraktları ve uçucu yağlarıdır.

Güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip ve çevre dostu olan bitkisel uçucu yağlar, bitkisel ve gıda kökenli hastalık etmenlerin yanı sıra, bitki zararlıları ile mücadelede umut verici sonuçların alınmasını sağlamıştır (Soylu ve ark., 2009; Soylu ve ark., 2010; Sertkaya ve ark., 2010). Farklı uçucu yağların, *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, patojen gelişimini baskı altına aldığı bildirilmiştir (Scortichini ve Rossi, 1989; Scortichini ve Rossi, 1991; Basım ve ark., 2000; Basım ve Basım, 2004; Kokoskova ve Pavela, 2007; Karami-Osboo ve ark., 2010; Kokoskova ve ark., 2011; Salem ve ark., 2014). Ayrıca uçucu yağ uygulamalarının, bitkilerde sinyalizasyon ağı üzerine olumlu etkiler göstererek, dayanıklılık mekanizmasını etkilediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Kokoskova ve ark., 2011; Umarusman, 2018). Bu amaçlar doğrultusunda, son yıllarda geliştirilerek piyasaya sürülen birçok biyopestisit bulunmaktadır. Etkilerinin hızlı ve net olmasına ilave olarak fiyatlarının uygun olması, rağbet görmelerini sağlamıştır (Isman, 2006). Etkilerinin, bakır veya diğer kimyasal bileşikler ile artırılabilmesi ve etken maddesinin sentetik olarak üretilerek, epideminin olduğu yer ve yıllarda güvenle kullanılabilmesi belirtilmiştir (El-Astal, 2004; Kokoskova ve Pavela, 2007; Bajpai ve ark., 2011; Mengulluoglu ve Soylu, 2012).

Bu çalışmanın amacı, 16 farklı tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların *in vitro* koşullarda *E. amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisini tespit etmektir.

Materyal ve Yöntem

Patojen Bakteri: Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma bölümü bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan tanısı yapılmış 69/1-1r kodlu *Erwinia amylovora* izolatu çalışmada kullanılmıştır. Bu izolat, İzmir'in Ödemiş ilçesinde 1993 yılında ayva ağacından izole edilmiştir (Aysan ve ark., 1994).

Uçucu Yağlar: Uçucu yağlardan zencefil ve ısırgan yağları Defne-Doğa (Antalya, Türkiye) firmasına ait ürünler olup, kullanılan tüm diğer yağlar Carl-Roth (Karlshure, Almanya) firmasının ürünleridir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Uçucu yağların elde edildiği bitkiler

Table 1. Essential oils derived from plants

Bitki Türü	Familyası	Yerel Adı
Allium sativum	Amaryllidaceae	Sarımsak
Artemisia absinthium	Asteraceae	Yavşan
Cinnamomi ceylanici	Lauraceae	Tarçın
Citrus limon	Rutaceae	Limon
Cymbopogon citratus	Poaceae	Limon Otu

(Çizelge 1 devamı)

<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	Rezene
<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	Defne
<i>Lavandula officinalis</i>	Lamiaceae	Lavanta
<i>Mentha arvensis</i>	Lamiaceae	Nane
<i>Rosa sp.</i>	Rosaceae	Gül
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	Biberiye
<i>Salvia sclarea</i>	Lamiaceae	Adaçayı
<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	Baharat Karanfil
<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Kekik
<i>Urtica sp.</i>	Urticaceae	Isırgan
<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Zencefil

Patojen İnokulumunun Hazırlanması: King B besi yerinde 48 saat geliştirilen *Erwinia amylovora* izolatından spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda 0.2 ölçüm değerinde hazırlanan süspansiyondan seyreltme serisi hazırlanmıştır. Her bir seriden 100 µl alınarak üç tekrarlı olarak King B besi yerine cam baget ile yayma işlemi yapıp 25°C'de 48 saat geliştirildikten sonra koloni sayımı yapılarak patojen popülasyonu 7×10^7 hücre/ml'ye ayarlanarak kullanılmıştır.

Antibakteriyel Etkinin Saptanması: Uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya antibakteriyel etkisi, *in vitro* petri denemeleriyle kağıt difüzyon disk yöntemine göre araştırılmıştır (Mangamma ve Sreeramulu, 1991; Mirik ve Aysan, 2005; Umarusman, 2018). King B besi yeri içeren 9.0 cm çaplı petrilere *Erwinia amylovora*'nın 7×10^7 hücre/ml popülasyonu içeren süspansiyondan 100 µl eklenerek drigalski spatülüyle yayılmıştır. Petriler kurduktan (yaklaşık 3 saat) sonra, 1 cm çapında yuvarlak steril kağıt disk birbirinden eşit uzaklıkta olacak şekilde petrilerin üç ayrı noktasına yerleştirilmiştir. Uçucu yağlardan 10 µl alınıp kağıt disk üzerine damlatılmıştır. Negatif kontrol olarak steril su ve pozitif kontrol olarak streptomisin antibiyotiği (0.02gr/litre) kullanılmıştır. Deneme, her petride üç kağıt disk olmak üzere üç petri kullanılarak kurulmuştur. Petriler 25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra kağıt disklerin çevresinde oluşan engelleme zonları (inhibisyon) mm olarak ölçülerek not edilmiştir.

Değerlendirme ve İstatistiksel Analiz: Uçucu yağların oluşturduğu engelleme zonları mm olarak ölçüldükten sonra antibakteriyel etki indeksi (AEI) pozitif kontrolle karşılaştırılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova ve ark., 2011). AEI oranı uygulamaların streptomisine göre etkinin oranını ifade etmektedir. Bu oran grafik haline getirildiğinde grafiğin üzerinde yer alan uygulamalar streptomisinden daha etkili olan uygulamalarken, grafiğin altında kalanlar streptomisinden daha az etkiye sahip uygulamaları göstermektedir.1

$$AEI (\%) = [-1 * (C-T) / (C+T)] * 100$$

C: pozitif kontrolde (streptomisin) oluşan ortalama zon, T: uygulamada (uçucu yağ) oluşan ortalama zon

Inhibisyon zonu ölçümlerine göre elde edilen verilerle istatistiki analizler yapılmış ve uygulamalar arasındaki fark, ANOVA istatistik programında tek yönlü varyans analiziyle Duncan çoklu karşılaştırma testiyle %5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Aynı gruba giren uygulamalar aynı harfle işaretlenmiştir.

Bulgular

Çizelge 2'de ve Şekil 1'de görüldüğü gibi, denemeye alınan 16 adet uçucu yağın 11'i *Erwinia amylovora*'ya karşı 1.11 ile 16.44 mm arasında inhibisyon zonu oluşturarak antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır.

Artemisia absinthium, *Citrus limon*, *Foeniculum vulgare*, *Urtica sp.* ve *Zingiber officinale* türlerinden elde edilen uçucu yağlar, *Erwinia amylovora*'nın gelişimi üzerine herhangi bir engelleyici etkide bulunmamıştır. *Rosa sp.*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia sclarea* ve *Laurus nobilis* uçucu yağlarında ise sırası ile 1.11, 1.78, 1.83 ve 2.39 mm'lik inhibisyon zonları ölçülmüş ve istatistiksel açıdan negatif kontrolle (steril su) aynı grupta yer alan etkisiz uygulamalar olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çalışma sonucunda, yedi uçucu yağın *Erwinia amylovora*'nın *in vitro* koşullarda gelişimini engellemede başarılı olduğu tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan streptomisin adlı antibiyotik, ortalama 5.11 mm'lik inhibisyon zonu oluşturmuştur. *Cymbopogon citratus* uçucu yağı ise 5.02 mm'lik engelleme zonuyla, istatistiksel olarak streptomisinle aynı grupta yer almış ve streptomisine eşdeğer etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Diğer altı bitkinin (*Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici*, *Lavandula officinalis*, *Mentha arvensis*, *Syzygium aromaticum* ve *Thymus vulgaris*) uçucu yağı streptomisinden daha güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olmuştur. En kuvvetli antibakteriyel etkiye sahip uygulama ortalama 16.44 mm'lik inhibisyon zonuyla *Allium sativum* uçucu yağında kayıt edilmiştir. Bu uygulamayı 15.11 mm'lik engelleme zonuyla *Mentha arvensis* ve 12.94 mm'lik engelleme zonuyla *Cinnamomi ceylanici* uçucu yağları takip etmiştir. İstatistiksel olarak diğer bir grupta yer alan diğer başarılı uygulamalarda (*Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* ve *Syzygium aromaticum*) ise sırasıyla 9.83, 8.69 ve 7.55 mm engelleme zonu kaydedilmiştir. *Erwinia amylovora*'nın *in vitro* şartlarda gelişimini engellemeye etkili bulunan bu uçucu yağlar, hastalığın mücadelesinde umut verici olarak değerlendirilmiştir.

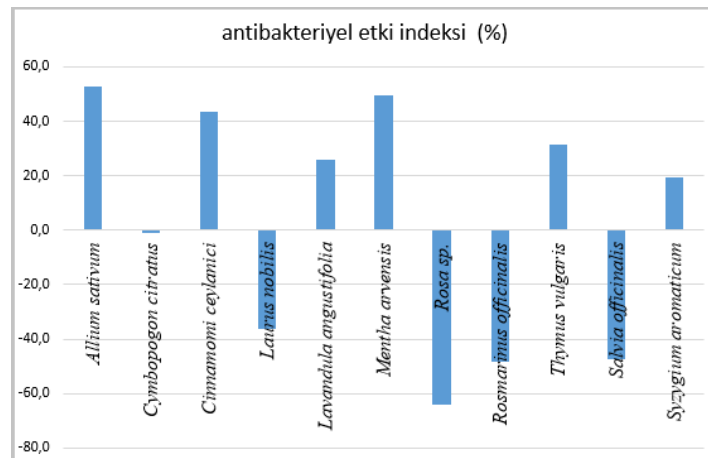
Çizelge 2. Uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya antibakteriyel etkisi sonucu oluşan inhibisyon zonları (mm) ve antibakteriyel etki indeksi (AEI)

Table 2. Inhibitory zones (mm) and the antimicrobial efficacy index (IAE) resulting from the antibacterial effect of essential oils to *Erwinia amylovora*

Uçucu Yağ	İnhibisyon zonu (mm)	AEI (%)
<i>Allium sativum</i>	16.44a*	52,58
<i>Artemisia absinthium</i>	0.00e	-100,00
<i>Cinnamomi ceylanici</i>	12.94b	43,38
<i>Citrus limon</i>	0.00e	-100,00
<i>Cymbopogon citratus</i>	5.02d	-0,88
<i>Foeniculum vulgare</i>	0.00e	-100,00
<i>Laurus nobilis</i>	2.39e	-36,30
<i>Lavandula officinalis</i>	8.69c	25,93
<i>Mentha arvensis</i>	15.11ab	49,45
<i>Rosa sp.</i>	1.11e	-73,47
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1.78e	-48,39
<i>Salvia sclarea</i>	1.83e	-47,20
<i>Syzygium aromaticum</i>	7.55c	19,30
<i>Thymus vulgaris</i>	9.83c	31,60
<i>Urtica sp.</i>	0.00e	-100,00
<i>Zingiber officinale</i>	0.00e	-100,00
Streptomisin (PK)	5.11d	
Steril su (NK)	0.00e	

AEI: antibakteriyel etki indeksi; mm: milimetre; PK: pozitif kontrol; NK: negatif kontrol

* Sütun içinde yer alan ortalama değerlerin (n=3) yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan çoklu karşılaştırma Testi, $P \leq 0.05$)



Şekil 1. Uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etki indeksi
Figure 1. The antibacterial effect index of essential oils against *Erwinia amylovora*

Tartışma

Tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağları güçlü antimikrobiyal etkileri ve çevre dostu olmalarından dolayı pek çok bitki koruma probleminin çözümünde alternatif olarak düşünülmektedir. Ateş yanıklığı hastalığının etmeni olan *Erwinia amylovora*'ya karşı *in vitro* koşullarda denenilen, *Mentha arvensis* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova ve ark., 2011), *Melissa officinalis* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova ve ark., 2011), *Nepeta cataria* (Kokoskova ve ark., 2011), *Origanum compactum* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova ve ark., 2011), *Origanum vulgare* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova ve ark., 2011), *Rosa damascena* (Basım ve Basım, 2004), *Thymbra spicata* var *spicata* (Basım ve ark., 2000), *Thymus vulgaris* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Karami-Osboo ve ark., 2010; Kokoskova ve ark., 2011), uçucu yağlarının patojeni baskılama üzerine olan olumlu etkileri daha önceki çalışmalarla ortaya konmuştur.

Bu çalışmada kullanılan uçucu yağlardan, *Allium sativum*, *Mentha arvensis*, *Cinnamomi ceylanici*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis*, *Syzygium aromaticum* ve *Cymbopogon citratus*, patojen bakteri *Erwinia amylovora*'nın gelişimini *in vitro* koşullarda engellemiştir. *Cymbopogon citratus* hariç diğer etkili uçucu yağlar streptomisin antibiyotiklerinden bile güçlü antibakteriyel aktivite göstermiştir.

Benzer sonuçlar, *Mentha arvensis* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Kokoskova) ve *Thymus vulgaris* (Kokoskova ve Pavela, 2007; Karami-Osboo ve ark., 2010; Kokoskova ve ark., 2011) uçucu yağlarının kullanılarak elde edildiği bildirilmiştir. *Erwinia amylovora*'ya etkili bulunan diğer uçucu yağların antibakteriyel özellikleri ise ilk defa yapılan bu çalışmayla ortaya konmuştur. Mengulluoglu ve Soylu (2012) yapmış oldukları çalışmada *Thymbra spicata* L. subsp. *spicata* *Thymus serpyllum* L., *Origanum majorana* L., *Mentha spicata* L., *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas*, *Melissa officinalis* L., *Rosmarinus officinalis* L. ve *Ocimum basilicum* L. uçucu yağlarının antibakteriyel etkinliklerini karpuz bakteriyel meyve leke hastalığı etmeni *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*'ye karşı araştırmış ve en etkili antibakteriyel etkinliğin *T. spicata*'dan elde edilen uçucu yağ tarafından gösterildiğini belirlemiş olup, bu yağı sırasıyla *T. serpyllum*, *O. majorana*, *M. spicata*, *M. officinalis*, *R. officinalis*, *L. stoechas* ve *S. officinalis* uçucu yağlarının takip ettiğini bildirmiştir.

Rosa damascena'nın, *Erwinia amylovora*'ya antibakteriyel etkisi bilinmesine rağmen (Basım ve Basım, 2004), çalışmamızda kullanılan yağda (*Rosa* sp.) bu etki saptanamamıştır. *Rosa damascena* "Isparta Gülü" olarak adlandırılan, kendine özgü, zengin ve yoğun allelokimyasal içeren bir gül türüdür (Baydar ve Kazaz, 2013). Çalışmamızda kullandığımız gül yağının böylesine zengin bir kompozisyona sahip olmadığından aynı sonuca ulaşamadığı düşünülmektedir. Ayrıca, tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirildiği coğrafi alan, o yılki yetiştirme koşulları, bitkinin alt türlerinin varlığı, hasat zamanı, hasat şekli, depolama koşulları veya uçucu yağın elde edilmesinde kullanılan yöntemler uçucu yağ içeriği ve bileşenlerini etkileyebilir (Soylu ve ark., 2010; Kokoskova ve ark., 2011). Bu sayılan faktörlerden bir veya bir kaçının etkisiyle bizim çalışmamızda farklı sonuçlar elde edilmiş olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici* ve *Mentha arvensis* uçucu yağları *Erwinia amylovora*'ya karşı sergiledikleri güçlü antibakteriyel etkilerle dikkat çekici bulunmuştur. *Allium sativum* uçucu yağının ana bileşenlerinin diallyl trisulfide (%33.57), diallyl sulfide (%30.93) ve methyl allyl trisulfide (%11.28)'den (Martinez-Velazquez ve ark., 2011), *Cinnamomi ceylanici* uçucu yağının ana bileşenlerinin cinnammaldehide (%78.4) ve cinnamyl acetate (%5.7)'den (Park ve ark., 2005), *Mentha arvensis* uçucu yağının ana bileşenlerinin menthol (%74.5), menthone (%9.2) methyl acetate (%3.1)'den oluştuğu (Kokoskova ve ark., 2011) bilinmektedir. Uçucu yağların bileşenlerini oluşturan bu kimyasalların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen çeşitli ekstraktlar ve/veya onların uçucu yağları, doğal bakterisitler olarak görev yapmakta olup, bitki bakteriyel hastalıklarının mücadelesinde entegre mücadelenin bir parçası olarak kullanılması umut verici bir alternatif olarak görülmektedir. Bu uçucu yağlarının etken maddeleri tarımda yeni kimyasalların ortaya çıkışına katkı sağlamaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen antibakteriyel bileşikler, bakteriyel hastalıkların mücadelesinde antibiyotiklerin ve bakırın alternatifi olarak değerlendirilmiştir (Soylu ve ark., 2009; Mengulluoglu ve Soylu, 2012; Savoia, 2012; Umarusman, 2018). Antibiyotik kullanımına bağlı olarak, bakteri kökenli hastalık etmenlerinin dayanıklı formlar geliştirmesinin (Förster ve ark., 2015) engellenmesi bakımından, uçucu yağların entegre mücadele kapsamında kullanımı son derece önemlidir (Gwinn, 2018). Ayrıca başta ıslah çalışmaları olmak üzere, melezlemeler sonucu elde edilen tohumlar, toprak kökenli çürükçül patojenlere karşı oldukça hassastırlar (Evrenosoğlu ve ark., 2011). Melezleme ıslahı ile yeni çeşitlerin geliştirilmesi sürecinde, melez bitkilerin elde edileceği tohumlar, *Erwinia amylovora* gibi sistemik yayılan hastalıklara karşı enfeksiyon tehdidi altındadır (Thomson, 1986; Vanneste, 2000; Farkas ve ark., 2012). Umut verici bulunan; *Allium sativum*, *Cinnamomi ceylanici* ve *Mentha arvensis* uçucu yağları, ekim öncesi tohum uygulamaları ve tarım aletlerinin temizliği noktasında kullanımı önerilmektedir. Direk bitki uygulamaları ise yapılacak olan *in vivo* denemeler sonrası mümkün olacaktır.

Kaynakça/References

- Aktepe, B.P. 2018. *Erwinia amylovora*'nın Biyolojik Mücadelesinde Epifitik Bakteri ve Mayaların Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 109s.
- Aysan, Y., Tokgonul, S., Çınar, Ö. and Kuden, A. 1994. Reaserchers on resistant reactions of pears against *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al. In: Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, 18-24 September, Kuşadası-Turkey: 311-313.
- Bajpai, V. K., Kang, S. R., Xu, H., Lee, S. G., Baek, K. H. and Kang, S. C. 2011. Potential roles of essential oils on controlling plant pathogenic bacteria *Xanthomonas* species: a review. The Plant Pathology Journal, 27 (3): 207-224.
- Basım, H., Yegen, O. and Zeller, W. 2000. Antibacterial effect of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. Journal of Plant Disease and Protection, 279 (3): 279-284.
- Basım, E. and Basım, H. 2004. Note: evaluation of antibacterial activity of essential oil of *Rosa damascena* on *Erwinia amylovora*. Phytoparasitica 32:409-12.
- Baydar, H., and Kazaz, S. 2013. Yağ Güllü & Isparta Gülcülüğü. Gülbirlik Yayınları, (1).
- Beer, S. V. and Opgenorth, D.C. 1976. *Erwinia amylovora* on fire blight canker surfaces and blossoms in relation to disease occurrence. Phytopathology, 66: 317-322.
- El-Astal Z. 2004. Bacterial pathogens and their antimicrobial susceptibility in Gaza Strip, Palestine. Pakistan Journal of Medical Sciences, 20 (4): 365-370.
- Evrenosoğlu, Y., and Mertoğlu, K. 2018. Evaluation of pear (*Pyrus communis* L.) hybrid combinations for the transmission of fire blight resistance and fruit characteristics. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 54 (2):78-85
- Evrenosoğlu, Y., Misirli, A., Saygılı, H., Bilen, E., Boztepe, Ö., and Acarsoy, N. 2011. Evaluation of susceptibility of different pear hybrid populations to fire blight (*Erwinia amylovora*). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39 (1): 226-236.
- Farkas, A., Mihalik, E., Dorgai L. and Buban, T. 2012. Floral traits affecting fire blight infection and management. Trees, 26:47-66.
- Förster, H., McGhee, G. C., Sundin, G. W. and Adaskaveg, J. E. 2015. Characterization of streptomycin resistance in isolates of *Erwinia amylovora* in California. Phytopathology, 105 (10):1302-1310.
- Gaaliche, B., Chehimi, S., Dardouri, S. and Hajlaoui, M. R. 2017. Health status of the pear tree following the establishment of fire blight in Northern Tunisia. International Journal of Fruit Science, 1-14.
- Gwinn, K. D. 2018. Bioactive natural products in plant disease control. Studies in Natural Products Chemistry, 56: 229-246.
- Iacobellis, N., Lo Cantore, P., Capasso, F. and Senatore, F. 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53 (1): 57-61.
- Isman, B.M. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated World. Annual Review of Entomology, 51 (1):45-66.
- Johnson, K.B. and Stockwell, V.O. 1998. Management of fire blight: a case study in microbial ecology. Annual Review of Phytopathology, 36: 227-48.
- Karami-Osboo, R., Khodaverdi, M. and Ali-Akbari, F. 2010. Antibacterial effect of effective compounds of *Satureja hortensis* and *Thymus vulgaris* essential oils against *Erwinia amylovora*. Journal of Agricultural Science and Technology, 12 (1): 35-45.
- Kokoskova, B. and Pavela, R. 2007. Effectiveness of plant essential oils on the growth of *Erwinia amylovora*, the causal agent of fire blight disease. Pest Technology, 1 (1): 76-80.
- Kokoskova, B. Pavela, R. and Pouvova, D. 2011. Effectiveness of plant essential oils against *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and associated saprophytic bacteria on/in host plants. Journal of Plant Pathology, 93 (1): 133-139.
- Mangamma, P., and Sreeramulu, A. 1991. Garlic extract inhibitory to growth of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Indian Phytopathology, 44 (3): 372-374.
- Martinez-Velazquez, M., Rosario-Cruz, R., Castillo-Herrera, G., Flores-Fernandez, J. M., Alvarez, A. H. and Lugo-Cervantes, E. 2011. Acaricidal effect of essential oils from *Lippia graveolens* (Lamiales: Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* (Lamiales: Lamiaceae), and *Allium sativum* (Liliales: Liliaceae) Against *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 48 (4): 822-827.
- Mengulluoğlu, M., Soylu, S. 2012. Antibacterial activities of essential oils extracted from medicinal plants against seed-borne bacterial disease agent, *Acidovorax avenae* subsp *citrulli*. Research on Crops, 13: 641-646.
- Mertoğlu, K. and Evrenosoglu, Y. 2017. Phenological and fruit characteristics of the F1 hybrid pear population tested against the disease in breeding for fire blight resistance. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 14 (3): 104-115.
- Mirik, M. and Aysan, Y. 2005. Effect of some plant extracts as seed treatments on bacterial spot disease of tomato and pepper. The Journal of Turkish Phytopathology, 34 (1-2-3).
- Momol, T. and Yegen, O., 1993. Fire blight in Turkey. Acta Horticulturae, 338: 37-40.
- Öktem, Y. E. ve Benlioğlu, K. 1988. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et.al.) üzerine çalışmalar. V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (18-21 Ekim 1988) Bildiri Özetleri, TÜBİTAK Yayınları No: 643, TOAG Seri No: 128:71.
- Park, I., Park, J., Kim, K., Choi, K., Choi, I., Kim, C. and Shin, S. 2005. Nematicidal activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) oils against the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). Nematology, 7 (5): 767-774.

- Salem, M. Z. M., Ali, H. M. and Basalah, M. O. 2014. Essential oils from wood, bark, and needles of *Pinus roxburghii* Sarg. from Alexandria, Egypt: Antibacterial and antioxidant activities. *BioResources*, 9 (4): 7454–7466.
- Savoia, D. 2012. Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. *Future microbiology*, 7 (8): 979-990.
- Scortichini, M., and Rossi, M. P. 1989. In vitro activity of some essential oils toward *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et-al. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 24 (3-4): 423-431.
- Scortichini, M and Rossi, M.P. 1991. In vitro susceptibility of *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. to geraniol and citronelloli. *Journal of Applied Microbiology*, 71 (2): 113-118.
- Sertkaya, E., Kaya, K., Soylu, S. 2010. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Bois.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31: 107-112
- Soylu, S., Soylu, E.M., Evrendilek, G.A. 2009. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of bitter fennel (*Foeniculum yulgare* Mill. var. *vulgare*) and dill (*Anethum graveolens* L.) against the growth of food-borne and seed-borne pathogenic bacteria. *Italian Journal of Food Science*, 21: 347-355
- Soylu, E.M., Kurt, S., Soylu, S. 2010. In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143: 183-189
- Thomson, S. V. 1986. The role of the stigma in fire blight infections. *Phytopathology* 76:476-482.
- Umarusman, M.A. 2018. Farklı Bitki Ekstraktlarının Bezelye Bakteriyel Yaprak Yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisii*) Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 64s.
- Vanneste, J.L. 2000. Fire Blight The Disease and Its Causative Agent, *Erwinia amylovora*. CABI Publishing, 370p.