

## Bazı ticari sabit ve uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni üzerine antibakteriyel etkileri\*

Meral YILMAZ<sup>1\*\*</sup> Süleyman KAVAK<sup>2</sup> Ömür BAYSAL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

<sup>3</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Muğla

Alınış Tarihi: 18 Nisan 2014 Kabul Tarihi: 25 Haziran 2014

### Özet

Domates (*S. lycopersicum* L.) dünyada en fazla yetiştirilen ve ülkemizde ekonomik öneme sahip bir bitkidir. Tohumla taşınan patojen bakteriler tohum endüstrisini tehdit eden en önemli gruptur ve mücadelesi zordur. Bunlardan domateste bakteriyel kanser ve solgunluk oluşturan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) domateste yaklaşık %100'lere varan verim kaybına neden olmaktadır. Özellikle fide döneminden hasada kadar bütün yetiştirme sezonu boyunca bitkide zarar oluşturabilmektedir. Bu çalışmada ticari olarak üretilen bazı uçucu yağların Cmm üzerine engelleyici etkisi araştırılmıştır. Uçucu yağların antibakteriyel etkisi inhibisyon zon çapları (mm) dikkate alınarak agar kuyu difüzyon yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam 34 uçucu yağdan 18 adeti Cmm üzerinde %67 ve üzerinde engelleyici etki göstermiştir. Ticari sabit yağların hiçbiri, uçucu yağların ise tamamı antibakteriyel etki göstermiştir. Aynı firmadan farklı zamanlarda temin edilen aynı uçucu yağların (*S. officinalis* L. ve *R. officinalis* L.) antibakteriyel etkileri arasında fark tespit edilmiştir. Test edilen yağlar içerisinde *Origanum* türleri en etkili uçucu yağlar olarak tespit edilmiştir. Dolayısı ile bu çalışmada etkili bulunan uçucu yağlar biopestisit olarak ve tohumda Cmm'nin kontrolü için önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Domates, Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı, Ticari uçucu yağlar, Antibakteriyel etki

\* Bu makale, sorumlu yazarın Doktora tezinin bir bölümünden türetilmiştir.

\*\* Sorumlu yazar (Corresponding author): mnisa48@gmail.com

## **Antibacterial effects of some commercial fixed and essential oils on causal agent of tomato bacterial cancer and wilt disease**

### **Abstract**

Tomato (*S. Lycopersicum L.*) is the most widely cultivated vegetable grown in the World and is economically important in Turkey. Within seed-borne pathogens, bacteria are the most important ones and threatening seed industry and its control is difficult. One of these pathogens *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) causing tomato bacterial cancer and wilt causes yield loss upto 100 %. Particularly it affects the plant in whole growing season from seedling stage to harvest. In this study, inhibitory activity of some commercial essential oils on Cmm has been investigated. Antibacterial effect of essential oils has been determined using agar well diffusion method considering the inhibition zone as diameter (mm). 18 out of 34 essential oils showed 67 % and higher inhibitory effect on Cmm. None of commercial fixed oils and all of essential oils were showed antibacterial effect. Essential oils (*S. officinalis L.* and *R. officinalis L.*), which is provided at different times from the same company were observed different antibacterial effects. Thyme oils of *Origanum* spp. are the most effective oils within all tested essential oils. Therefore they can be suggested as biopesticides and control of Cmm on seeds.

**Keywords:** Tomato, Tomato bacterial cancer and wilt disease, Commercial essential oils, Antibacterial effect

### **1. Giriş**

Domates (*Solanum lycopersicum L.*) dünyada 161.8 milyon ton ile en fazla yetiştirilen yaş sebze türüdür (FAO, 2013). 11.8 milyon ton ile Türkiye’de ekonomik değeri yüksek sebzelerin başında yer alan domates (TÜİK, 2013), örtü altı alanların %48-52’sinde yetiştirilmektedir (Anonim, 2013). Domatesin gerek besin değeri gerekse çok çeşitli kullanım alanları nedeni ile tüm dünyada arzı da talebi de yüksektir.

Domates yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli sorunların başında hastalık ve zararlılar, kuraklık, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklıklar gibi biyotik ve abiyotik stres faktörleri gelmektedir. Domates hastalık ve zararlıları domatesin pazarlanabilir meyve kalitesini ve verimini düşürmektedir. Bu etmenler arasında özellikle de tohumla taşınan etmenler hastalığın yayımını kolaylaştırmaları nedeni ile daha büyük kayıplar oluşturmaktadır. Bu bağlamda domatesin tohumla taşınan en önemli hastalığı bakteriyel kanser ve

solgunluktur (Fatmi ve Schaad, 2002; Agrawal, 2012). Hastalık etmeni gram pozitif bir bakteri olup bütün dünyada son yapılan isimlendirmeye göre *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) olarak adlandırılmıştır (Gleason vd., 1993). İlk kez 1909'da ABD'de Michigan eyaletinde Grand Rapids'te domates seralarında tespitinden bugüne kadar dünyada domates yetiştirilen alanlara yayılmıştır (EPPO, 2013). Hastalık, domates bitki ve meyvesinde %100'lere varan ürün ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (De Leon, 2011). Etmenin, tohumla taşınması (Chang, 1992; EPPO, 2005), tohuma uygulanabilen etkili bir preparatın olmayışı (Anonim, 2014), genetik bariyerler nedeni ile dayanıklı çeşit geliştirilemeyişi (Şen vd., 2011) gibi nedenler ile mücadelesi zordur.

Günümüzde insan hastalıklarının yaygınlaşmasının doğrudan beslenmeyle ve yaşam kalitesiyle bağlantılı olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda tarımda hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanılan pestisitler insanlarda hastalık oluşumunu tetikleyen en önemli grup içerisinde yer almaktadır (Tiryaki vd., 2010; Mostafalou ve Abdullahi, 2013). O nedenle ki organik yetiştiricilik, entegre ürün yönetimi, iyi tarım uygulamaları gibi doğal veya daha az kimyasal kullanımına yönelik uygulamalar önem kazanmıştır. Bilindiği gibi dünyada yaklaşık 2000 üzerinde bitkiden uçucu yağ veya uçucu bileşikler elde edilmektedir (Başer, 2008). Uçucu yağlar doğada çabuk dekompoze olmaları, kalıntı oluşturmamaları nedeni ile özellikle organik yetiştiricilikte hastalık ve zararlı yönetiminde ön plana çıkmaktadırlar (Yetgin, 2010).

Bugüne kadar bazı uçucu yağların bitki hastalık ve zararlı etmenlerinin kontrolünde kullanımına yönelik yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Friedman vd., 2002; Mondal ve Khalequzzaman, 2009; Al-Rezaa vd., 2010). Bunların bazılarının Cmm üzerine *in vitro* koşullarda etkili olduğunu ve alternatif mücadele aracı olarak kullanılmasını öneren çok sayıda araştırma bulgusu rapor edilmiştir (Basım vd., 2000; Dimitra vd., 2003; Şahin vd., 2003; Soylu vd., 2006; Altundağ, 2007). Yapılan bu araştırmalarda daha çok bitkinin toplanarak çıkarılan uçucu yağın kullanıldığı görülmektedir. Oysa alternatif bir pestisit olarak kullanılabilmesi için bunların ticari üretimlerinin yapılması gerekmektedir. Uçucu yağlarda antimikrobiyal etkinlik yağın elde edildiği bitki türü, elde edilme yöntemi, bitkinin gelişme dönemi ve kullanılan kısmı, bitkinin yetiştiği ekolojik koşullar, antimikrobiyal test yöntemi gibi çok sayıda faktöre göre değişebilmektedir (Bakkali vd., 2008).

Bütün bu gerekçeler ışığında, bu çalışmada Batı Akdeniz Bölgesinde ticari olarak üretilen bazı uçucu yağların Cmm ile mücadelede alternatif pestisit olarak kullanımı araştırılmıştır. Toplamda 34 adet ticari

uçucu yağın *in vitro* koşullarda Cmm'ye karşı antibakteriyel etkisi belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu araştırmada toplam 34 adet ticari uçucu yağ kullanılmıştır (Çizelge 1). Uçucu yağlar İnan Tarım (Yurtpınar/ANTALYA) firmasından temin edilmiştir. Hastalık etmeni olarak Cmm 3/1A isimli izolat kullanılmıştır. Hastalık izolatu Prof Dr. Yeşim AYSAN'dan (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana) temin edilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ticari sabit ve uçucu yağlar

Sabit yağlar	Uçucu yağlar
Pelesenk ( <i>Balsamum maccae</i> )	Kekik ( <i>Origanum onites</i> L.)
Hardal ( <i>Sinapsis nigra</i> )	Kekik ( <i>Origanum vulgare</i> L.)
Aspir ( <i>Carthamus tinctorius</i> )	Mersin ( <i>Myrtus communis</i> L.)
Keten tohumu ( <i>Linum usitassimum</i> )	Lavanta ( <i>Lavandula angustifolia</i> )
Acı badem ( <i>Amygdale amara</i> )	Nane ( <i>Mentha piperita</i> L.)
Kabak çekirdeği ( <i>Cucurbita pepo</i> )	Nane ( <i>Mentha spicata</i> L.)
Susam ( <i>Sesamum Indicum</i> )	Adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) <sup>a</sup>
Üzüm çekirdeği ( <i>Vitis vinifera</i> )	Adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) <sup>b</sup>
Çörekotu ( <i>Nigella sativa</i> )	Fesleğen ( <i>Ocimum basilicum</i> L.)
Buğday ( <i>Triticum gramineae</i> )	Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) <sup>c</sup>
Ceviz ( <i>Juglans regia</i> )	Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) <sup>d</sup>
	Gül ( <i>Rosa</i> spp.)
	Papatya ( <i>Matricaria rucutita</i> )
	Portakal ( <i>Citrus aurantium</i> Risso)
	Limon ( <i>Citrus limonum</i> )
	Bergamut ( <i>Citrus bergamia</i> )
	Defne tohumu ( <i>Laurus tohumu</i> )
	Defne yaprağı ( <i>Laurus nobilis</i> )
	Rezene ( <i>Foeniculum vulgare</i> )
	Ardıç tohumu ( <i>Juniperus communis</i> )
	Çam terebentin ( <i>Pinus S.p.</i> )
	Karabaş ( <i>Lavandula stoechas</i> )
	Tarçın ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> )

<sup>a, b, c</sup> ve <sup>d</sup> Aynı firmaya ait farklı zamanlarda temin edilmiş biberiye ve adaçayı uçucu yağlarını ifade etmektedir.

## 2.2. Yöntem

Araştırma 2009-2010 yıllarında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, Tohum Patolojisi ve Teknolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

### 2.2.1. Uçucu yağların dozlarının hazırlanması

Uçucu yağlar renkli şişelerde, buzdolabında 4°C'de muhafaza edilmiştir. Denemelerde kullanılan uçucu yağ dozları şu şekilde hazırlanmıştır: Uçucu yağların çözündürülmesi amacı ile % 10'luk DMSO (Dimethylsulfoxide) kullanılmıştır. 450 ml steril saf su içerisine 50 ml DMSO eklenerek karıştırılmış ve bu şekilde % 10'luk DMSO hazırlanmış, 500 ml'lik kapaklı kahverengi şişeye aktararak, buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir (Altundağ, 2007).

### 2.2.2. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatının geliştirilmesi

Gliserol içerisinde -80°C'de muhafaza edilen saf Cmm3/1A izolatı Nutrient Agar (NA, Merck) besi yerine öze yardımı ile çizilmiş ve petrilere 28±2°C'de inkübasyona bırakılmıştır. 48-72 saatlik gelişim sonunda reizolasyonlar yapılarak saf kültür tazelenmiştir. Saf kültür yarı seçici besi yerinde gelişim (SCM Duchefa), KOH testi ve domates fidesine inokulasyon yapılarak izolatın değerleri kontrol edilmiştir.

Taze gelişen saf Cmm 3/1A SCM (Duchefa) besi yerine çizilmiş ve 48-72 saatlik gelişim sonunda steril saf su ile seyreltilerek, yoğunluğu  $1 \times 10^8$  CFU/ml olacak şekilde ayarlanmıştır (Multi scan go, 630 nm'de 0.2 değeri).

### 2.2.3. Antibakteriyel etkinin belirlenmesi

Antibakteriyel etki denemelerinde Agar Kuyu Difüzyon Metodu kullanılmıştır (Altundağ, 2007). Denemede, NA besi yeri otoklav işlemi sonrası, 45-50°C'ye kadar sıcak su banyosunda soğutulmuştur. İçerisine, 100 ml besi yerine 1 ml bakteri süspansiyonu ( $1 \times 10^8$  CFU/ml, yoğunlukta Cmm 3/1A) olacak şekilde karıştırılmıştır. Petrilere dökülen ve katılacak bu NA besi yeri denemelerde kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak steril saf su ve pozitif kontrol olarak bakır sülfat (Nanobakır, ticari önerilen dozu, 250 cc 100 l<sup>-1</sup> su) kullanılmıştır. Her bir uçucu yağın 1000 ppm dozu kullanılmıştır. Bu doz

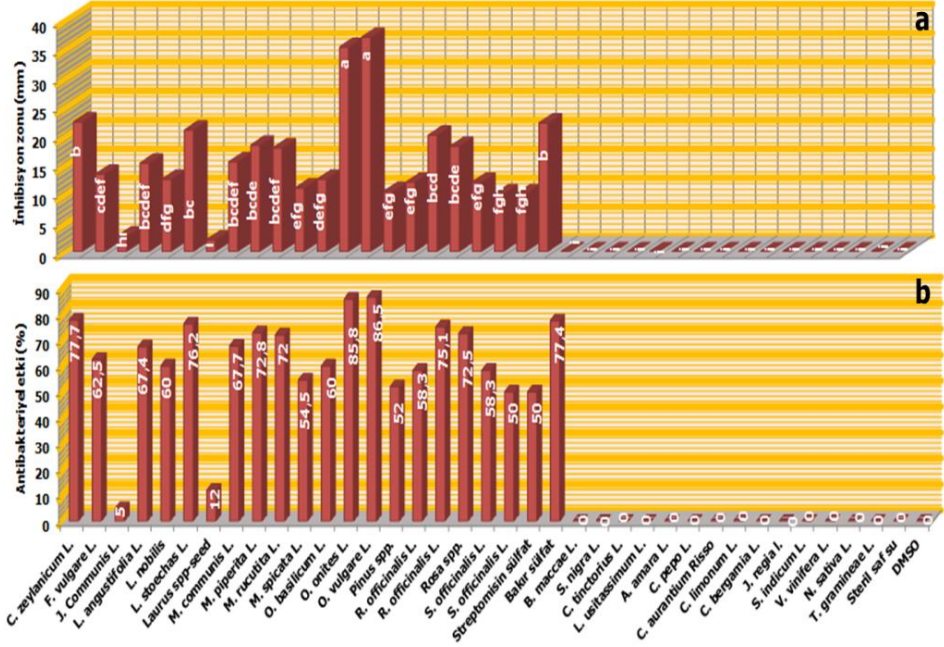
yapılan ön çalışmaların, daha önce yürütülmüş olan diğer benzeri araştırma bulgularının sonuçları ve kullanılacak olan dozun ekonomik olarak uygulanabilir bir doz olması kriterleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu çalışma, sonrasında yürütülecek diğer çalışmalar için antibakteriyel etki var-yok yani bir tarama amacı ile yapılmıştır. Her bir petri bir tekerrür kabul edilerek, deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnhibisyon zon (mm) verileri (SAS (r) Proprietary Software Version 7 (TS P1)) tek yönlü varyans (ANOVA) analizine tabii tutulmuştur. Ortalamalar arası farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine ( $P \leq 0.01$ ) göre gruplandırılmıştır. İnhibisyon zonları üzerinden aşağıdaki formüle göre ortalama % inhibisyon zon artışı değerleri hesaplanmıştır (Soylu vd 2005).

$$\% \text{ inhibisyon zon artışı} = 100 - \left[ \left( \frac{\text{Kontrolün inhibisyon zonu}}{\text{uygulamanın zonu}} \right) \times 100 \right]$$

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bazı ticari uçucu yağların Cmm üzerine antibakteriyel etkileri, *in vitro* koşullarda agar kuyu difüzyon yönteminde oluşturdukları inhibisyon zonları (mm) üzerinden belirlenmiştir. Toplam 34 adet ticari uçucu yağ içerisinde en yüksek inhibisyon zonu (mm) sırası ile *O. vulgare* L. (37.0 mm), *O. onites* L. (35.3 mm) ve *C. zeylanicum* L (22.3 mm) uçucu yağlarında tespit edilmiştir. En düşük inhibisyon zonunu 2.0 mm ile *L. nobilis* (tohum) vermiştir (Şekil 1a). Antibakteriyel etki (%) değerleri ise, *O. vulgare* L. (%86.5), *O. onites* L. (%85.3) ve *C. zeylanicum* L (%77.7), *L. stoechas* L. (%76.2), *R. officinalis* L. (%75.1), *Rosa* spp. (%72.5) olarak tespit edilmiştir. En düşük antibakteriyel etki gösteren uçucu yağlar ise *J. communis* L. ve *L. nobilis* (tohum) olarak tespit edilmiştir (Şekil 1b).

Ticari uçucu yağlar içerisinde *Origanum* türü (*O. vulgare* L. ve *O. onites* L) kekik uçucu yağlarının Cmm gelişimini en fazla inhibe ettiği ve besi yerinde Cmm gelişimine olanak vermeyen yüksek bir inhibisyon zonu oluşturduğu görülmüştür (Şekil 2). Nitekim daha önce yapılan çalışmaların bulguları da bu uçucu yağların Cmm'ye karşı etkili olduklarını göstermektedir (Dimitra vd., 2003; Daferera vd., 2003; Şahin vd., 2004; Kızıl ve Uyar, 2006; Altundağ, 2007). Genel olarak kekik uçucu yağlarının Cmm'ye karşı daha etkili olduğu bilinmektedir. Ticari kekik (*Thymus vulgaris*) ve nane (*Mentha spp*) uçucu yağlarından, kekiğin tıpta patojen kabul edilen birçok gram negatif ve gram pozitif bakteriye karşı naneyle oranla daha yüksek bir



Şekil 1. Bazı ticari uçucu yağların *Cmm*'ye karşı, a) oluşturduğu inhibisyon zonu (mm) b) antibakteriyel etki



Şekil 2. *O. vulgare* L. uçucu yağının *Cmm*'ye karşı oluşturduğu inhibisyon zonu (mm).

inhibisyon zonu oluşturduğu ve istatistiksel olarak bu farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (Ertürk vd., 2010).

Uçucu yağların ticari üretimleri ile taze çıkarılmış üretimlerinin özellikle içeriklerinin değişebileceği nedeni ile genellikle farklılıklar olacağı kanısı yaygındır. Nitekim araştırma bulguları göstermiştir ki farklı zamanlarda temin edilen aynı bitki türlerine (biberiye ve adaçayı) ait uçucu yağların Cmm'ye karşı antibakteriyel etkisi arasında farklılık görülmüş ve farklı inhibisyon zonları oluşturmuşlardır (Şekil 1a). Benzer şekilde çalışmada *F. vulgare* uçucu yağının Cmm'ye karşı 13,3 mm inhibisyon zonu oluşturmasına karşın, Soyulu vd., (2006) kendi çalışmalarında, Clevenger aparatı ile taze çıkarılmış *F. vulgare* uçucu yağının Cmm'ye karşı disk difüzyon yöntemine göre 9.62 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Her iki çalışmadaki inhibisyon zonları arasındaki fark antibakteriyel test yönteminden kaynaklanabileceği gibi, uçucu yağın ticari ve taze üretim olmasından da kaynaklanmaktadır.

Çalışmada yüksek antibakteriyel etki gösteren *O. vulgare* L. ve *O. onites* L. uçucu yağlarının GC-MS yapılan içerik analizlerinde, *O. vulgare*'de % 74.05 karvakrol, % 2.59 timol olduğu, *O. onites*' de ise % 64.78 karvakrol, %0.97 timol bulunduğu tespit edilmiştir. Antibakteriyel etki bu ana bileşenlere göre farklılık göstermiştir. Nitekim bu alanda yapılan diğer çalışmalarda da uçucu yağ içeriğindeki ana bileşenlerin antimikrobiyel etkide önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Azaz vd., 2002; Bakkali vd., 2008; Evren ve Tekgüler, 2011).

#### 4. Sonuç

Toplam 34 adet ticari uçucu yağ içerisinde 18 adet uçucu yağın % 67 ve üzerinde antibakteriyel etki gösterdikleri tespit edilmiştir. Uçucu yağlar içinde %86.5 antibakteriyel etki ile *O. vulgare* L. ve % 85.3 antibakteriyel etki ile de *O. onites* L. Cmm gelişimini en fazla engelleyen ticari uçucu yağlar olmuştur. Her iki uçucu yağın içerisinde %60-74 oranlarında bulunan ana bileşen karvakrol bu yüksek antibakteriyel etkiyi sitümüle etmektedir. Aynı bitkiye ait farklı zamanlarda aynı firmadan temin edilen uçucu yağların Cmm'ye karşı farklı oranlarda inhibisyon zonu (mm) oluşturmaları ve antibakteriyel etkilerindeki farklılık ticari uçucu yağların kullanılmadan önce mutlaka içeriklerinin analiz yapılması gerektiğini göstermiştir. Bu sonuç ayrıca ticari veya taze toplanan ve herhangi bir yöntemle çıkarılan uçucu yağların biyopestitit olarak kullanılabilmesi için mutlaka standardize edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.



İleride ticari uçucu yağların biyopestisit olarak kullanılabilmesi için mutlaka standardize edilmesine ve toplanarak çıkarılan uçucu yağlar ile arasındaki farkların karşılaştırıldığı araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmalardan başarılı sonuçlar alınırsa, uçucu yağların etkinliğini etkileyen birçok faktör (ticari veya toplama, içerik, test yöntemi, yağın elde edilme yöntemi, dönemi, bitkinin yetiştirme koşulları, vejetasyon evresi vb) elimine edileceğinden, bunlar Cmm gibi mücadelesi zor birçok patojen ile mücadelede kullanılabilir. Ayrıca organik tarım veya daha az kimyasal kullanımını öngören diğer yetiştirme şekillerinde etkili bir tarımsal savaşım yöntemi olacaktır. Uçucu bileşiklerin doğada çabuk dekompoze olmaları ve insan sağlığı açısından az risk taşımaları, gelecekte tohum kaynaklı patojenlerin kontrolünde konvansiyonel yöntemlere göre alternatif olarak kullanılmaya şansını da arttırmaktadır.

## Teşekkür

Cmm 3/1A izolatının temini için Prof. Dr. Yeşim AYSAN ve ekibine (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, ADANA) teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Agrawal, V.K., Sharma, D.K., & Jain, V.K. (2012). Seed-borne bacterial diseases of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) and their control measures: A Review. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*. 2 (2): 173-182.
- Al-Rezaa, S.A., Rahman, A., Ahmed, Y., & Kanga, S.C. (2010). Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96 : 86–92.
- Altundağ, Ş. (2007). *Labiatae* familyasına ait bazı endemik türlerin önemli bitki patojeni bakteriler üzerine anti mikrobiyal etkisinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 85 s. Ankara.
- Anonim (2013). Domatesin Türkiye ve Dünyadaki durumu. [www.batem.gov.tr](http://www.batem.gov.tr). Erişim tarihi:14 Nisan 2014.
- Anonim (2014). Domates hastalık ve zararlıları ile mücadele. <http://www.cadcom.com.tr/> Erişim tarihi: 14 Nisan 2014.
- Azaz, A.D., Demirci, F., Satıl, F., Kürkçüoğlu, M., & Başer, K.H.C. (2002). Bazı Satureja uçucu yağlarının anti mikrobiyal aktiviteleri. *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildirileri*, 29-31 Mayıs 2002, s: 349-254.Eskişehir,
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D. & İdaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446–475.

- Basım, H., Yeğen, O., & Zeller, W. (2000). Antibacterial effect of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 279: 279-284.
- Başer, K.H.C. (2008). Biological and pharmacological activities of carvacrol ve carvacrol bearing essential oils. *Current Pharmaceutical Design*, 14 (29) : 3, 106-119.
- Chang, R.J., Ries, S.M. & Pataky, J.K. (1992). Reduction in yield of processing tomatoes and incidence of bacterial canker. *Plant Diseases*, 76, 805-809.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N. & Polissiou, M.G. (2003). The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22: 39-34.
- De Leon, L., Siverio, F., De Canarias, G., Lopez, M. M. & Rodriguez, A. (2011). *Clavibacter michiganensis* susp. *michiganensis* a seedborne tomato patogen: Healthy seed are still the goal. *Plant Disease*, 95:1328-1338.
- Dimitra J.D., Ziogas, B.N. & Polissiou, M.G. (2003). The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* *Crop Protection*, 22 (1) : 39-44.
- Elbadri, G.A.A., Lee, D.W., Park, J.C., Yu, H.B., Choo, H.Y., Lee, S.M. & Lim, T.H. (2008). Nematocidal screening of essential oils and herbal extracts against *Bursaphelenchus xylophilus*. *Journal of Plant Pathology*, 24(2): 178-182.
- EPPO/CABI (2005). *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. EPPO Bull. 35:275-283.
- EPPO (2013). PM 7/42 (2) *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. 43 (1), 46-67.
- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R., & Aydın, H. (2010). Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 32: 281-286.
- Evren, M. & Tekgöler, B. (2011). Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. *OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 9 (3): 28-40.
- FAO (2013). FAOSTAT Agriculture. <http://faostat.fao.org>. Erişim tarihi: 14 Nisan 2014
- Fatmi, M., & Schaad, N.W. (2002). Survival of *Clavibacter michiganensis* ssp. *Michiganensis* in infected tomato stems under natural field conditions in California, Ohio and Morocco. *Plant Pathology*, 51: 149-154.
- Friedman, M., Henika, P.R. & Mandrell, R.E. (2002). Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 65(10):1545-60.
- Gleason, M.L., Gitaitis, R.D., & Ricker M.D. (1993). Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in Eastern North America. *Plant Disease*, 77:1069-1076.
- Kızıl, S., & Uyar, F. (2006). Antimicrobial activities of some thyme (*Thymus*, *Satureja*, *Origanum* and *Thymbra*) species against important plant pathogens. *Asian Journal of Chemistry*, 18: 1455-1461.

- Mondal, M. & Khalequzzaman, M. (2009). Ovicidal Activity Of Essential Oils Against Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Bioscience*, 17: 57-62.
- Mostafalou, S. & Abdollahi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 268: 157-177.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Baysal, Ö. & Zeller, W. (2005). Antibacterial activities of the essential oils from medicinal plants against the growth of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Biocontrol of Bacterial Plant Diseases, 1st Symposium*, 23rd - 26th October 2005, Seeheim/Darmstadt, Germany, pages:83-85.
- Soylu, S., Soylu, E.M. & Akdemir Evrendilek, G. (2006). Dereotu (*Anethum graveolens* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) uçucu yağlarının gıda ve bitki kaynaklı patojen bakteriler üzerine antibakteriyel etkilerinin incelenmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs, Bolu, 485-488.
- Şahin F., Karaman, M., Güllüce, H., Ögütçü, M., Şengül, A., Adıgüzel, S., Öztürk, S. & Kotan, R. (2003). Evaluation of antimicrobial activities of *Satureja hortensis* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 87 (1) : 61-65.
- Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Agar, G. & Özer, H. (2004). Biological activities of the essential oils and methanol extract of *origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the eastern anatolia region of Turkey. *Food Control*, 15: 549-557.
- Şen, Y., Zhu, F., Vandenbroucke, H., Van Der Wolf, R.G.F. & Van Heusden, V.W. (2011). Erratum to: screening for new sources of resistance to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) in tomato. *Euphytica*, 190:319.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 154-169.
- TÜİK (2013). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 10 Nisan 2014.
- Yetgin, M.A. (2010). Organik Tarımda Bitki Koruma Yöntemleri. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını,4-5., 2 s.