

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BİBERLERDE KÖK VE KÖKBOĞAZI YANIKLIĞI ETMENİ
PHYTOPHTHORA CAPSICI'YE KARŞI BAZI BİYOKONTROL AJANLARIN
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Seda ÇALIKOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BİBERLERDE KÖK VE KÖKBOĞAZI YANIKLIĞI ETMENİ
PHYTOPHTHORA CAPSICI'YE KARŞI BAZI BİYOKONTROL AJANLARIN
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Seda ÇALIKOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİBERLERDE KÖK VE KÖKBOĞAZI YANIKLIĞI ETMENİ
***PHYTOPHTHORA CAPSICI*'YE KARŞI BAZI BİYOKONTROL AJANLARIN**
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Seda ÇALIKOĞLU

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 10/02/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mürsel ÇATAL (Danışman)

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

ÖZET

BİBERLERDE KÖK VE KÖKBOĞAZI YANIKLIĞI ETMENİ *PHYTOPHTHORA CAPSICI*'YE KARŞI BAZI BİYOKONTROL AJANLARIN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Seda ÇALIKOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Şubat 2022; 43 sayfa

Ülkemizde biber üretim alanlarında *Phytophthora capsici*'nin sebep olduğu kök ve kökboğazı yanıklık veya çürüklük hastalığı üretimde kalite, verim ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Biberlerde oldukça ciddi olan bu hastalığın kimyasal fungusit kullanarak kontrolü oldukça zor hatta imkânsız ve çevre sağlığına zararlıdır. Bu çalışmada Antalya bölgesinden toplanan toprak ve bitki köklerinden elde edilen ve tanımlanması yapılan 12 adet farklı bakteri türüne ait antagonist özellik gösteren izolatların *Phytophthora capsici*'ye karşı engelleyici yada baskılayıcı etkileri laboratuvar (*in vitro*) ve iklim odası saksı (*in vivo*) çalışmalarında belirlenmiştir.

Çalışmada *Bacillus toyonensis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Alcaligenes faecalis*, *Bacillus thuringiensis*, *Citrobacter freundii*, *Serratia fonticola*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas koreensis*, *Bacillus mojavensis*, *Lelliottia amnigena* bakterilerinin 3 farklı dozları etmene karşı denenmiştir. İki farklı yöntem kullanılarak yapılan laboratuvar denemelerinde *P. chlororaphis*, *C. freundii* ve *B. thuringiensis* izolatları *P. capsici*'ye karşı %70 oranının üzerinde engelleme sağlamıştır. Kontrollü şartlarda yapılan saksı denemelerinde ise *P. chlororaphis*, *A. faecalis*, *S. fonticola*, *L. amnigena*, *B. thuringiensis*, *C. freundii*, *B. cereus* ve *B. toyonensis* izolatları %75 oranının üzerinde etkili bulunmuştur.

Sonuç olarak; laboratuvar ve saksı denemelerinde en etkili bulunan bakteri izolatlarının biber yetiştiriciliğinde *P. capsici*'nin kontrolünde biyokontrol ajanı olarak kullanılabilme potansiyellerinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bakteri izolatları *Phytophthora* yanıklık hastalığı ile mücadelede etkili ve fungusitlere alternatif seçenek olabilir.

ANAHTAR KELİMELEER: biber, biyokontrol ajanı, kök ve kök boğazı yanıklığı, *Phytophthora capsici*

JÜRİ: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFICACY OF SOME BIOCONTROL AGENTS AGAINST *PHYTOPHTHORA CAPSICI*, THE CAUSAL AGENT OF ROOT AND CROWN ROT IN PEPPERS

Seda ÇALIKOĞLU

MSc Thesis in Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

February 2022; 43 pages

Root and crown rot or *Phytophthora* blight disease caused by *P. capsici* causes significant quality, yield and economic losses in pepper production areas of the country. It is hard or impossible to control this highly serious disease by using conventional fungicides. In this study, 12 different bacterial isolates belonging to different species were isolated from the soil and plants from Antalya region controlled and identified. The inhibitory and suppressive effects of these possible antagonistic bacterial isolates to *P. capsici* were determined in laboratory (*in vitro*) and in a climate chamber (*in vivo*) studies were determined.

In the study, 3 different doses of *Bacillus toyonensis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Alcaligenes faecalis*, *Bacillus thuringiensis*, *Citrobacter freundii*, *Serratia fonticola*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas koreensis*, *Bacillus mojavensis*, *Lelliottia amnigena* isolates were tested against the pathogen. In the laboratory assays conducted by using 2 different methods, the isolates of *P. chlororaphis*, *C. freundii* ve *B. thuringiensis* were found to be up to 70 % effective against *P. capsici*. In the growth chamber pot trials, the isolates of *P. chlororaphis*, *A. faecalis*, *S. fonticola*, *L. amnigena*, *B. thuringiensis*, *C. freundii*, *B. cereus* ve *B. toyonensis* were determined to be over 75 % effective to the pathogen.

As a result, the bacterial isolates determined as possible antagonistic in both the laboratory and growth chamber assays in the study have high potential to be used as biocontrol agents against *P. capsici* in pepper production. These bacteria may be a efficient tools alternative to fungicides to control *Phytophthora* blight in pepper production.

KEYWORDS: pepper, biocontrol agent, root and crown blight, *Phytophthora capsici*

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

Assoc. Prof. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Asst. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması kapsamında 12 adet antagonistik bakterinin Biberlerde Kök ve Kök Boğazı Yanıklığı Etmeni *Phytophthora capsici*'ye karşı etkinliği tespit edilmiştir.

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, yönlendirici bilgi ve birikimleriyle bana yol gösteren, beni bu yolda aydınlatan, karşılaştığım zorlukların üstesinden gelmeme yardımcı olan ve hayata dair bana örnek olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Mürsel ÇATAL'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, şirketin tüm imkânlarından faydalanmamı sağlayan özellikle Ayhan KASAPOĞLU, Osman DİRİCAN ve Nevzat KAÇAR'a, ayrıca tüm Merkez Anadolu Kimya, Anamas Tohum ve Clone Kimya ailelerine,

Çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen çalışmama özverili bir şekilde yardımcı olan değerli çalışma arkadaşlarım Merkez Anadolu Kimya Ar-Ge birimi ekibimize teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamda maddi manevi her türlü desteği benden esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal	13
3.2. Metot	13
3.2.1. Toprak örneklerinden bakteri izolasyonu ve tanımlanması	13
3.2.2. Biber örneklerinden <i>Phytophthora capsici</i> izolasyonu	13
3.2.3. Bakteri izolatlarının inokulumlarının hazırlanması.....	14
3.2.4. Bakteri izolatlarının <i>Phytophthora capsici</i> 'ye karşı etkinliklerinin laboratuvarında belirlenmesi	15
3.2.5. Bakteri izolatlarının <i>Phytophthora capsici</i> 'ye karşı etkinliklerinin saksı denemelerinde belirlenmesi	16
3.2.6. Hastalık oranlarının belirlenmesi, preparatların etkinliklerinin hesaplanması ve istatistiksel analizler	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
4.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Bakteri İzolasyonu	20
4.2. Bakteri İzolatlarının <i>Phytophthora capsici</i> 'ye Karşı Etkinliklerinin Laboratuvarında Belirlenmesi	20
4.3. Bakteri İzolatlarının <i>Phytophthora capsici</i> 'ye Karşı Etkinliklerinin Saksı Denemelerinde Belirlenmesi	28
5. SONUÇLAR	32
6. KAYNAKLAR	33
7. EKLER.....	37
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Biberlerde Kök ve Kökboğazı Yanıklığı Etmeni *Phytophthora capsici*’ye Karşı Bazı Biyokontrol Ajanların Etkinliklerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

10/02/2022

Seda ÇALIKOĞLU

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

µl : Mikrolitre (Bir litrenin milyonda bir hacmi, 1 l=1.000 ml=1.000.000 mikrolitre)

°C : Santigrad derece

% : Yüzde işareti

g : Gram

L : Litre

mm : Milimetre

mL : Mililitre

cm : Santimetre

Tezde kullanılan ondalık yazımlarda ondalık ayırıcı olarak virgül (,) kullanılmıştır.

Kısaltmalar

PDA : Patates Dekstroz Agar

TSA : Tryptic Soy Agar

TSB : Tryptic Soy Broth

PDB : Patates Dekstroz Broth

NA : Nutrient Agar

OD : Optik Yoğunluk

SF : Seyreltme Faktörü

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

DI : Deiyonize su

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kök ve kökboğazı yanıklığı hastalık etmeni <i>Phytophthora capsici</i> 'ye ait yaşam döngüsü	3
Şekil 3.1. Çalışmalarda kullanılan <i>Phytophthora capsici</i> izolatları; a) petrinin arka görüntüsü; b) petrinin önden görüntüsü	14
Şekil 3.2. PDB (patates dekstrozu broth) içerisinde geliştirilen <i>Phytophthora capsici</i> sıvı kültürleri	16
Şekil 3.3. Saksı denemelerinin yürütüldüğü iklim odası	17
Şekil 3.4. Saksı çalışmalarının 7. gününe ait görseller	17
Şekil 3.5. Saksı çalışmalarının 14. gününe ait görseller	18
Şekil 3.6. Saksı çalışmalarının 30. gününe ait görseller	18
Şekil 4.1. Bazı bakteri izolatlarının <i>P. capsici</i> 'ye 7. gün etkisi a) <i>Pseudomonas chlororaphis</i> ; b) <i>Citrobacter freundii</i> ; c) <i>Bacillus thuringiensis</i> ; d) <i>Bacillus toyonensis</i> ; e) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>)	22
Şekil 4.2. Bazı bakteri izolatlarının <i>P. capsici</i> 'ye 14. gün etkisi a) <i>Pseudomonas chlororaphis</i> ; b) <i>Citrobacter freundii</i> ; c) <i>Bacillus thuringiensis</i> ; d) <i>Bacillus toyonensis</i> ; e) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>)	22
Şekil 4.3. <i>P. chlororaphis</i> 'in farklı dozlarının <i>P. capsici</i> 'ye 7. gün etkisi a) 1000 mL; b) 2000 mL; c) 500 mL; d) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); e) Mancozeb; f) Fosetyl-Al.	25
Şekil 4.4. <i>P. chlororaphis</i> 'in farklı dozlarının <i>P. capsici</i> 'ye 14. gün etkisi a) 1000 mL; b) 2000 mL; c) 500 mL; d) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); e) Mancozeb; f) Fosetyl-Al	25
Şekil 4.5 <i>P. koreensis</i> izolatının <i>P. capsici</i> 'ye 7. gün etkisi a) <i>P. koreensis</i> 2000 mL b) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); c) Mancozeb; d) Fosetyl-Al	26
Şekil 4.6. <i>P. koreensis</i> izolatının <i>P. capsici</i> 'ye 14. gün etkisi a) <i>P. koreensis</i> 2000 mL b) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); c) Mancozeb; d) Fosetyl-Al	26
Şekil 4.7. <i>A. faecalis</i> izolatının <i>P. capsici</i> 'ye 7. gün etkisi a) 500 mL; b) 1000 mL; c) 2000 mL; d) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); e) Mancozeb; f) Fosetyl-Al	27
Şekil 4.8 <i>A. faecalis</i> izolatının <i>P. capsici</i> 'ye 14. gün etkisi a) 500 mL; b) 1000 mL; c) 2000 mL; d) Pozitif kontrol (sadece <i>P.capsici</i>); e) Mancozeb; f) Fosetyl-Al	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkelere göre yıllık biber üretim miktarları.....	1
Çizelge 1.2. Örtüaltında yetiştirilen ürünlerin yıllık üretim miktarları.....	1
Çizelge 1.3. Biber çeşitleri üretim miktarları.....	2
Çizelge 4.1. Antalya topraklarından elde edilen ve etkinlik denemelerinde kullanılan bakteri tür ve izolatları	20
Çizelge 4.2. Dört kenarına çizme metodu ile bakteri izolatları uygulanmış besi yerinde inkübasyonun 7. ve 14. gününde <i>Phytophthora capsici</i> hastalığının <i>in vitro</i> 'daki engellenme oranları (% engelleme oranı $\pm$ Standart sapma)	21
Çizelge 4.3. Yayma ekim metodu ile bakteri izolatları uygulanmış besi yerinde inkübasyonun 7. ve 14. gününde <i>Phytophthora capsici</i> hastalığının <i>in vitro</i> 'daki engellenme oranları (% engelleme oranı $\pm$ Standart sapma)	23
Çizelge 4.4. 12 bakteri izolatının ve bazı dozlarının <i>P. capsici</i> 'ye karşı 30 günün sonunda sera koşullarında (<i>in vivo</i>) etkinlik oranları (% etkinlik $\pm$ Standart sapma)	29

1. GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum*) *Solanaceae* familyasına ait bir sebze olup, *Capsicum* cinsi içinde yer almaktadır. Anavatanı Meksika ve Orta Amerika olarak bilinmektedir. Biber bitkisinin çeşitli türlerinin Güney Amerika ve özellikle Brezilya birincil gen merkezidir. Amerika'nın keşfinden itibaren İspanya, İngiltere, Orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine yayılmıştır (Tezcan ve Kaman 2018).

FAO (2018), verilerine göre; biber üretiminde 18 milyon 214 bin ton ile Çin 1. sırada, 3 milyon 379 bin ton ile Meksika 2. sırada ve Türkiye 2 milyon 500 bin ton ile 3. sırada yer almaktadır (FAO 2018) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Ülkelere göre yıllık biber üretim miktarları (FAO 2018)

Ülkeler	Üretim Miktarı (Ton)
Çin	18,214,018
Meksika	3,379,289
Türkiye	2,554,974
Endonezya	2,542,358
İspanya	1,275,457

Türkiye İstatistik Kurum (TÜİK)' nun 2019 yılı verilerine göre; Ülkemiz de örtüaltında yetiştirilen ürünler sıralamasında biber 749 bin ton üretim ile 4. sırada yer almaktadır ve toplam üretimin %9'luk kısmını oluşturmaktadır (TÜİK 2019) (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Örtüaltında yetiştirilen ürünlerin yıllık üretim miktarları (TÜİK 2019)

Sıralama	Ürünler	Üretim (Ton)	Oran (%)
1	Domates	4,083,681	48
2	Hıyar	1,156,997	14
3	Karpuz	877,505	10
4	Biber	749,769	9
5	Muz	424,837	5
6	Patlıcan	323,009	4
7	Kabak	211,953	3
8	Kavun	205,340	2
9	Çilek	195,206	2
10	Diğer	200,702	2
	TOPLAM	8,436,616	

TÜİK (2020), verilerine göre; biber çeşitleri üretim miktarlarına (ton) göre salçalık kapyra biber üretimi 1 milyon 200 bin ton ile 1. sırada ve sivri biber üretimi 838 bin ton ile 2. sıradadır. Bunları dolmalık ve çarliston biber üretim miktarları takip etmektedir (TÜİK 2020) (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Biber çeşitleri üretim miktarları (TÜİK 2020)

Biber Çeşitleri	2019 (Ton)	2020 (Ton)
Salçalık-kapyra	1.234,423	1.291,091
Dolmalık	371,918	389,957
Sivri	902,203	838,890
Çarliston	117,125	116,967

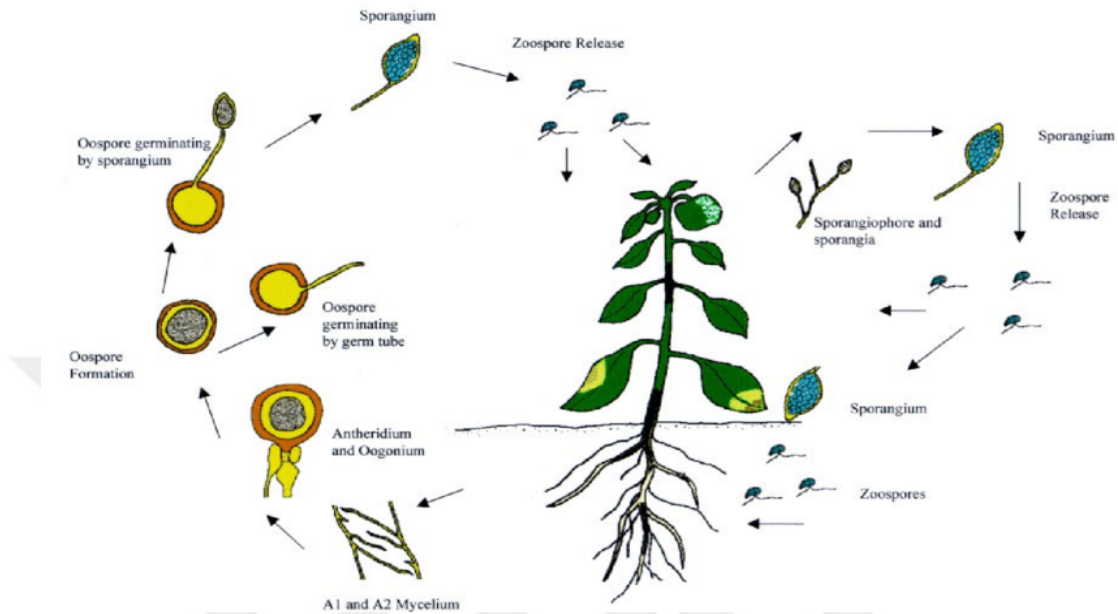
Dünyada birçok yerde üretilebilen biber; özellikle ılıman, tropik ve subtropik iklimlerde oldukça kaliteli ve verimli olarak yetiştirilebilmektedir. Biber meyvesi yenen sebzeler içerisinde vitamin bakımından da oldukça besleyici bir içeriğe sahiptir. Zengin C vitamini oranına sahip olup, çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Taze tüketiminin yanı sıra işlenmiş ürün olarak da (salça, konserve, turşu, pul ve toz biber) çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir (Toğaç 2018).

Biber yetiştiriciliğinde üretimi kısıtlayan, verim ve kalite kaybına neden olan en önemli ve yıkıcı fungal hastalıklardan biri olan *Phytophthora capsici* ilk 1918 yılında New Mexico’da görülmüş olup, 1922 yılında tanımlanması Leonian tarafından yapılmıştır. 1960’lı yıllardan itibaren Akdeniz, Uzak Doğu ve Avrupa ülkelerinde görülmesinin ardından 1974 yılında ise ilk olarak Türkiye’de tespit edilmiştir (Toğaç 2018). Biber üretiminin özellikle örtü altı yetiştiriciliği Antalya, Hatay ve Mersin illerinde, açıkta yetiştiriciliği ise Çanakkale, Bursa, İzmir, Samsun ve Manisa illerinde yapılmaktadır (Arpacı vd. 2016).

Biberlerde kök ve kök boğazı yanıklık veya çürüklüğüne sebep olan *P. capsici* geniş konukçu aralığına sahip bir hastalık etmeni olup, özellikle biber, domates ve patlıcanda yaygın olarak görülmektedir. *P. capsici* biber bitkisinin hemen hemen her kısmını enfekte edebilmektedir. *P. capsici* biberlerin kök ve kökboğazı kısmında yanıklık ve gövde üzerinde siyah lekeler meydana getirmektedir. Ayrıca yaprak, meyve ve saplarda da lekeler sebep olmaktadır. Yaprakta dairesel, grimsi kahverengi ve suyla ıslanmış bir görünüm oluşur, meyvede ise etmenin beyaz sporangia ile kaplı lekeli alanlar meydana getirmektedir. (Jonston ve Ristaino 1999).

Phytophthora capsici’nin yaşam döngüsünün bilinmesi, hastalığın gelişimini engellemede ve kontrol etmede büyük önem taşımaktadır (Şekil 1.1). Sıcaklığın 20-28

°C ve nemin % 80'nin üzerinde olması hastalığın gelişimi için uygun koşullardır. *P. capsici*'nin yayılmasında zoosporlar büyük rol oynamaktadır. Etmen toprak, rüzgâr, yağmur ve sulama suyu ile kolaylıkla yayılmaktadır (Nguyen 2015).



Şekil 1.1. Kök ve kökboğazı yanıklığı hastalık etmeni *Phytophthora capsici*'ye ait yaşam döngüsü (Jonston ve Ristaino 1999)

Phytophthora capsici'ye karşı metalaxyl, mefenoxam, hymexazole ve fosfit etken maddeli kimyasallar diğer sistemik ve kontak etkili fungusitlerle karışık halde yaygın olarak kullanılsada toprak kökenli bu etmenin kimyasal mücadelesi oldukça zor ve masraflıdır (Babadoost vd. 2015). Bu kimyasallardan bir kısmının hastalığı etkin bir şekilde kontrol edemediği ve bir kısmına karşıda patojenin dayanıklılık geliştirdiği bilinmektedir. Parra ve Ristaino (1998) mefenoksam çoklu uygulamalarının yapıldığı tarlalarda hala *P.capsici*'nin hastalığa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Ristaino ve Johnston (1999) *P. capsici*'nin metalaxy gibi fungusitlere karşı direnç geliştirdiğini, popülasyonları azaltmak için alternatif ve entegre yöntemlerinin uygulanması gerektiğini bildirilmiştir. Ayrıca kullanılan kimyasallar toprak yapısı ve florasını bozmakta, kalıntı nedeniyle insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Yine kimyasalların kontrolsüz kullanımı ve dayanıklılık oluşumu neticesinde *P.capsici* biberde ciddi verim ve kalite kaybına neden olmaktadır.

Kimyasalları yol açtığı zararları en aza indirmek için *P.capsici* ile mücadelede alternatif yeni çözümlerin ve materyallerin bulunması büyük önem arz etmektedir. Oomyceteslerde dâhil birçok fungusların sebep olduğu hastalıkları önlemede antagonistik bakterilerin kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından ciddi bir alternatif çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Biberlerde kök çürüklüğü veya yanıklık etmeni *P.capsici*'nin antagonistik bakteriler kullanılarak kontrol edilmesi konusunda da son zamanlara dünyada ve ülkemizde çalışmalar hız kazanmıştır. Chang vd. (2001) *Phytophthora capsici*'ye karşı Güney Kore'nin değişik bölgelerinden toplanan

topraklarından elde edilen 1.400 izolat arasından *in vitro* antifungal aktiviteye sahip 64 bakteri izolatu elde etmişlerdir. Bunlardan 6 izolatu kök ve bitki değerlendirme sonuçlarına göre *P. capsici*'ye karşı etkin olduğunu belirlemişlerdir. Diby vd. (2005) biberde *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığını baskılamada etkili bulunan antagonist *Pseudomonas fluorescens* izolatlarının hücre duvarını parçalamadaki etkin olduklarını *in vitro* koşullarda tespit etmişlerdir. Rajkumar vd. (2005) bakteriyel antagonistlerin, *Phytophthora* yanıklığını farklı tarama yöntemleri kullanılarak kontrol etme potansiyelini değerlendirilmiştir. Biber rizosferinden izole edilen *Pseudomonas* izolatlarının çoğunun, hem yapraklarda hem de fide analizinde *P. capsici*'ye karşı değişen seviyelerde antagonizm gösterdiğini belirlemişlerdir. Üstelik birkaç izolatu, fide denemelerinde biberin sürgün ve kök uzunluğunu artırdığını tespit etmişlerdir. İzolat PS119'un hem *in vivo* hemde *in vitro* fide testlerinde hastalık şiddetini azaltmada oldukça etkili olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar özellikle *in vitro* fide testlerinin, *P. capsici*'ye karşı başarılı biyokontrol ajanlarının seçimi için hızlı ve daha doğru bir teknik olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Paul ve Sarma (2006) yaptıkları denemelerde *P. capsici*'ye karşı antagonistik etki gösteren *Pseudomonas fluorescens* izolatlarının hastalığı inhibe edici metabolitler ürettiğini tespit etmişlerdir. İkili kültür deneylerinde *P. fluorescens*'in misel büyümesini % 72'ye kadar engellediği sonucuna varmışlardır. Mei vd. (2010) Yapmış oldukları çalışmada biber alanlarından *Phytophthora capsici* ile ciddi şekilde enfekte olan bitkilerin rizosfer toprağından *P. capsici*'ye karşı antagonistik aktivite gösteren toplam 98 izolat elde edilmiştir. 16S rDNA dizilerine göre tanımlanan *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus pumilus* olan iki izolat, *P. capsici*'nin miselyum büyümesini engellemiştir ve izolatlar %72 ve %68 oranında etki göstermiştir. Sang vd. (2013) yaptıkları çalışmada, *P. capsici*'ye karşı etkili biyokontrol izolatlarını belirlemişler; seçilen izolatların *Phytophthora* yanıklığı ve antraknoz oluşumu ve biber bitkilerinde meyve verimi üzerindeki etkisi 2007'den 2009'a kadar tarla ve sera koşullarında değerlendirilmiştir. Araştırmacılar 239 bakteri izolatu arasından 4 potansiyel biyokontrol izolatını seçmişlerdir (*Pseudomonas otitidis* YJR27, *P. putida* YJR92, *Tsukamurella tyrosinosolvens* YJR102 ve *Novosphingobium capsulatum* YJR107). Yaptıkları 3 yıllık arazi demelerinde, seçilen tüm izolatların, rizosfer mikrobiyal popülasyonlarını etkilemeden *Phytophthora* yanıklığını önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir.

Trinidad-Cruz vd. (2021) *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu biber solgunluğunun biber üretimi sırasında karşılaşılan başlıca tehditlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada *Streptomyces spp.*'nin *P. capsici*'ye etkisini değerlendirmişlerdir. *In vitro* ve *in vivo* koşullar altında *P. capsici*'nin biyolojik kontrolü üzerine denemeler yapmışlardır. ABV38, ABV39 ve ABV45 izolatlarının *in vitro* antagonistik aktivitesi, ikili karşılaştırma testleri vasıtasıyla incelenmiştir. *P. capsici* CH11 (PC CH11) ile aşılanmış biber bitkileri denemede kullanılmıştır. İzolatların moleküler tanımlaması, 16S rRNA geninin kısmi dizisi analiz edilerek gerçekleştirilmiştir. *In vitro* koşullar altında, ABV38, ABV39 ve ABV45 izolatları PC CH11'in misel büyümesini sırasıyla %51, 28 ve %50 oranında engellemiştir. *In vivo* değerlendirmede, ABV38 ve ABV45 izolatlarının BCS (et suyu kültürü süpernatant) 'leri, sırasıyla %77 ve %94 oranında solgunluğu baskılayıcı etki göstermiştir. ABV39 izolatu ise fungal hastalık etmenine baskılayıcı bir etki göstermemiştir. Moleküler tanımlama, ABV39, ABV38 ve ABV45 izolatlarının *Streptomyces* cinsine ait olduğunu,

ABV38 ve ABV45'in biber solgunluğunun biyolojik kontrolü için potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Sınırlı sayıda da olsa ülkemiz de *P.capsici* ile biyokontrol mücadelesi konusunda bazı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Akgül ve Mirik (2008) *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu *Phytophthora* yanıklığı veya biber kök yanıklığının Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde biberin en önemli hastalıklarından biri olduğunu belirtmişlerdir. *Bacillus megaterium* izolatları ile yaptıkları denemelerde hastalık şiddetinin önemli ölçüde azaldığını ve kontrollere kıyasla %36,2 ve %47,7 oranında verim artışı olduğunu bildirmişlerdir. Yine Ardic (2016) Kahramanmaraş ilinde yürütmüş olduğu çalışmada biber alanlarında bulunan hastalıklı bitkilere kıyasla daha sağlıklı olan bitkilerin köklerinden toprak örneği alınarak bakteri izolasyonu yapılmış ve 713 bakteri izolatu elde edilmiştir. Araştırmacı yaptığı *in vitro* denemelerde en fazla engelleme zonu oluşturan *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Mycobacterium confluentis*, *Mycobacterium immunogenum*, *Paenibacillus castaneae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas viridilivida* ve *Tsukamurella paurometabola* dâhil 15 bakteri izolatını saksı denemelerinde kullanmıştır.

Kimyasallar insanlar ve çevre üzerinde kalıcı etkiler bırakırlar. Hastalıklarla mücadelede yoğun kimyasal ve fungistlerin kullanılması sonucunda; kimyasallara karşı dayanıklılığın oluşması ve toprak yapısının bozulması kaçınılmaz olmaktadır. Bu yüzden kimyasallara alternatif yöntemlerden çevre dostu, ucuz, sürdürülebilir ve en ümit verici olanı biyolojik mücadeledir. Birçok hastalık ile mücadelede biyolojik kontrol ajanları kullanılmış olup etkili sonuçlar alınmıştır. Zamanla pek çok biyolojik mücadelede ajanı preparat haline getirilerek tarımda kullanılır hale gelmiştir. Bu yüzden hastalıkların kontrolünde uygulanan entegre mücadelede biyolojik mücadelenin giderek artan bir yere sahip olacağı görülmektedir (Şahinoğlu 2019).

Yapılan bu çalışma ile Antalya bölgesinden değişik alanlardan toplanan topraklardan bakteri izole edilerek teşhis ve tanıları yapılmıştır. Elde edilen farklı cins içinde bulunan değişik bakteri türlerinin toprak kökenli hastalık etmeni *P. capsici*'ye antagonistik etkileri laboratuvar (*in vitro*) ve iklim odası (*in vivo*) çalışmaları ile belirlenmiştir. Bu araştırma ile biberlerde *P.capsici*'nin biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek fungisitlere alternatif, etkin ve çevre dostu alternatif metot ve bakteriyel materyallerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

İren ve Maden (1976) Orta Anadolu Bölgesi'nde sera şartlarında yapmış oldukları bir çalışmada *Phytophthora capsici*'nin farklı biber çeşitleri ile birlikte domates, patlıcan, salatalık, kabak, karpuz ve kavunda meydana getirdiği etkilerini gözlemlemişlerdir. Çalışmada 6 farklı biber çeşidi kullanılmıştır. Deneme sonuçlarına göre karpuz, kabak ve biber çeşitlerinin *Phytophthora capsici*'ye karşı hassas, domates ve patlıcanın erken dönemlerde hassas, salatalık ve kavunun ise dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Jee vd. (1988) çeşitli bölgelerden alınan topraklardan 96 fungus, 174 aktinomycetes ve 576 bakteri izole etmişlerdir. Elde edilen bu mikroorganizmaların *Phytophthora capsici*'ye karşı antagonist etkisi üzerine çalışmışlardır. Çalışma sonucunda *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas cepacia* ve *Bacillus polymyxa*'nın misel büyümesini engellediği ve zoospor çimlenmesi üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Ristaino (1990) Amerika Birleşik Devletleri, Kuzey Karolina'da 7 biber ve 7 kabakgil tarlasından *P. capsici*'yi izole etmişlerdir. İzolatların virülenslikleri biber üzerinde test edilmiş, sporangia ve oosporların morfolojik özellikleri değerlendirilmiş ve çiftleşme tipi ve sıcaklığa karşı büyüme tepkisi incelenmiştir. Çalışmada *P. capsici*'nin tüm biber ve bazı kabakgil izolatları biber üzerinde yüksek derecede virulent iken, diğer kabakgil izolatlarının biber üzerinde daha az virulent olduğu belirlenmiştir. İzolatların hiçbirinin kültürde klamidospore üretmediği gözlemlenmiştir.

Hwang ve Kim (1995) Kore'de biber yetiştirilen alanlarda yapmış oldukları çalışmada *Phytophthora* yanıklığı etmeninin, yağmur suyu, sulama suyu gibi biyotik ve abiyotik faktörler ile yayıldığını bildirmişlerdir. Kök ve kökboğazı yanıklığının fide devresinde başlayarak uygun koşulların oluşumu ile yayılmasının hızla devam ettiği belirlenmiştir. Birincil enfeksiyon kaynağı fungusun kışı geçirme formu olan oosporların çimlenmesi ile başladığı ve sulama suyu ile zoosporların diğer bitkilere yayıldığı görülmüştür. Araştırmacılar yıl içerisinde görülen yağış durumuna göre hastalığının yoğunluk düzeyinin % 15-30 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Parra ve Ristaino (1998)'ya göre patojen *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu *Phytophthora* yanıklığı ABD'de dolmalık biber ve kabakgil tarlalarında ekonomik kayıplara neden olmuştur. Patojen topraktan sulama suyu ya da yapraklara sıçrayarak dağılabilmektedir. Hastalığın mücadelesi, kültürel uygulamalardaki değişikliklere, ürün rotasyonuna ve fungisit kullanımına dayanmaktadır. 1997'de ruhsatlı ilaç tavsiyelerine göre Ridomil Gold'un (mefenoksam) çoklu uygulamalarının püskürtüldüğü tarlalarda hastalık meydana geldiği bildirilmiştir.

Ristaino ve Johnston (1999) Yüksek toprak nemli, yağmur suları ve sık yapılan sulama ile *Phytophthora capsici* enfeksiyonunun arttığını bildirmişlerdir. Yağmur, rüzgâr ve sulama suyu ile patojenin bitkinin üst kısımlarına kolaylıkla ilerlediğini ve patojenin inokulumu uzun süre toprakta kaldığı için ürün rotasyonu uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Hastalık ile mücadelede drenaj sisteminin olması ve sırta dikim yapılması gerektiği gibi kök bölgesine suyun direk değmesinin engellenmesinin önemini bildirmişlerdir. *Phytophthora capsici*'nin metalaxy gibi fungisitlere karşı

direnç geliştirdiğini, popülasyonları azaltmak için alternatif ve entegre yöntemlerinin uygulanması gerektiğini de bildirmişlerdir. Yine hastalıkla mücadele için elverişli koşullar ortadan kaldırılmasının önemine vurgu yapmışlardır.

Sujkowski vd. (2000) *Phytophthora capsici* etmeninin toprakta birincil inokulum kaynağı ile dağılma mekanizması ve enfeksiyonu üzerine hem tarla koşullarında hem büyüme odasında çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar *P. capsici*'nin inokulumunun köklere hareketi, kök büyümesinin inokulum ve kökten köke yayılma dâhil olmak üzere toprakta çeşitli mekanizmalardan biri tarafından potansiyel olarak dağılabildiğini bildirmişlerdir.

Chang vd. (2001) biberlerde *Phytophthora* yanıklığı etmeni olan *Phytophthora capsici*'ye karşı Ansong, Chunan, Koyang ve Paju, Kore topraklarından elde edilen 1.400 izolat arasından *in vitro* antifungal aktiviteye sahip 64 bakteri izolatı belirlemişlerdir. Kök analizlerinde 6 izolatın (GK-B15, GK-B25, OA-B26, OA-B36, PK-B09 ve VK-B14. OA-B36 ve GK-B15) kök ve bitki değerlendirme sonuçlarına göre etkin olduğu bildirmişlerdir. Biberlerde *Phytophthora* yanıklığının kontrolü için antagonistik bakterilerin seçilmesinin hastalık kontrolünde önemli olabileceği sonucuna varmışlardır.

Diby vd. (2005) biberde *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığını baskılamada etkili bulunan 5' er *Pseudomonas fluorescens* ve *Trichoderma* spp. izolatının *P. capsici*'nin hücre duvarını parçalamadaki etkinliklerini *in vitro* koşullarda denemişlerdir. Bu antagonistler β -1,3-glukanazlar, β -1,4-glukanazlar ve lipazlar gibi mikolitik enzimler üretmiştir. Bu enzimlerin üretiminde izolatlar arasında farklılıklar bulunmuştur.

Rajkumar vd. (2005) yaptıkları çalışma da bakteriyel antagonistlerin, *P. capsici*'nin neden olduğu biberlerde *Phytophthora* yanıklığını farklı tarama yöntemleri kullanılarak kontrol etme potansiyelini değerlendirmişlerdir. Biber rizosferinden izole edilen *Pseudomonas* koleksiyonu arasından, başlangıçta patates dekstroz agar ve mısır unu agar üzerinde ikili kültür analizine dayalı olarak 12 izolat seçilmiştir. Ayrıca, bu 12 izolat, yaprak ve fideler üzerinde *P. capsici*'nin neden olduğu hastalık şiddetinin azalması açısından denenmiştir. Antagonistlerin çoğu, hem yapraklarda hem de fide analizinde *P. capsici*'ye karşı değişen seviyelerde antagonizm göstermiştir. Ek olarak, birkaç izolat, fide denemelerinde biberin sürgün ve kök uzunluğunu arttırmıştır. *In vitro* fide testlerinde hastalık şiddetini azaltmada en yüksek yeteneği PS119 izolatı göstermiştir, bu izolatın *in vivo* biyolojik kontrol testlerinde de *P. capsici*'ye karşı en etkili antagonist olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, *in vitro* fide testlerinin, *P. capsici*'ye karşı başarılı biyokontrol ajanlarının seçimi için hızlı ve daha doğru bir teknik olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Chae vd. (2006) tarafında yapılan çalışmada kitinaz üreten bakteriler komposta aşılansmış ve biberde (*Capsicum annuum* L.) kök ve kökboğazı yanıklığının (*Phytophthora capsici* L.) kontrolü için bir toprak ıslahı olarak bir sera çalışmasında değerlendirilmiştir. Kitin kompostu ile değiştirilmiş toprakta yetiştirilen *P. capsici* enfekteli bitkilerin, yalnızca patojen ile bulaşık kontrol kompostunda yetiştirilen bitkilere kıyasla daha yüksek kök ve sürgün ağırlığına ve daha düşük kök ölüm oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Kitin kompostu ile değiştirilmiş toprakta yetişen bitkilerin

rizosferindeki kitinaz ve β -1,3-glukanaz aktiviteleri, kontrol kompostu ile değiştirilmiş topraktaki oranın 2 katı olarak ölçülmüştür. . Bu sonuçlar doğrultusunda, rizosferde kitinaz üreten bakteri popülasyonunun ile kompost değişikliği ve toprak enzim aktivitelerinin artırılmasının *P. capsici*'nin patojenik etkilerini hafifletebileceğini göstermiştir.

Demirci ve Dolar (2006) *Phytophthora capsici*'ye karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda bazı kurutulmuş bitki ekstraktlarının etkisinin belirlenmesi üzerine çalışma yapılmıştır. *P.capsici* misel gelişimine engelleyici etkisi olan ekstraktlar *in vitro* koşullarda belirlenmiştir. Laboratuvar, saksı ve tarla koşullarında yapılan bu çalışmada kuru lahana, sarımsak ve yoncanın *Phytophthora capsici*'ye karşı engelleyici etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ölmez (2006) Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü'nde yürütmüş olduğu çalışmada *in vitro* ve *in vivo* koşullarda *Phytophthora capsici* etmenine karşı organik maddenin % 1 ve % 4 oranlarını ve bazalt tufunun %0, %6, %12 ve %18 oranlarını denemiştir. Deneme sonucuna göre inokulum miktarının ve bitkinin patojenle karşılaştığı fenolojik döneminin hastalık etmeninin oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir.

Paul ve Sarma (2006) *Phytophthora capsici*'nin biberlerde meydana getirdiği kök çürüklüğünün ürün kayıplarına neden olduğunu bildirmişlerdir. Entegre hastalık kontrolü programlarında biyolojik kontrole öncelik verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yapılan denemelerde *P. capsici*'ye karşı antagonistik etki gösteren *Pseudomonas fluorescens* izolatlarının hastalığı inhibe edici metabolitler ürettiği tespit edilmiştir. İkili kültür deneylerinde fungusun misel büyümesini % 72'ye kadar engellediği sonucuna varılmıştır. *P. fluorescens* izolatının metabolitleri, IISR-6, *P. capsici*'deki en önemli faz olan sporangia üretimini tamamen engellemiştir. Sporangia'nın dolaylı çimlenmesi zoosporların salınımı da önemli ölçüde engellenmiştir. Yüzde engelleme %89 – %98 arasında değişiklik göstermiştir. *P. fluorescens*'in uçucu metabolitleri ayrıca *P. capsici*'nin yaşam döngüsündeki farklı fazları, özellikle misel büyümesi ve sporangia üretimini de inhibe etmiştir. HCN, bakteri izolatlarının uçucu metabolitlerinde değişen miktarlarda tespit edilmiştir.

French-Monar vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada Eylül 2001'den Ağustos 2002'ye ve Eylül 2002'den Ağustos 2003'e kadar, miselyum ve oosporlardan oluşan *Phytophthora capsici* etmeni toprağa üç farklı toprak işlemi altında gömülmüştür: toprak solarizasyonu, metil bromür ve kloropikrin ile fümigasyon ve siyah üzerine beyaz plastik fümigasyon veya solarizasyon olmadan malç. Bu toprak işlemlerinin *P. capsici*'nin popülasyonu ve hayatta kalması üzerindeki etkisi 28, 63, 119,175, 245 ve 343 gün olarak belirlenmiştir. *P. capsici*'nin bir yıl hayatta kalması, oosporların Florida ve diğer yerlerde yıldan yıla ve muhtemelen çok daha uzun süre hayatta kalma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Konukoğlu (2007) Kahramanmaraş bölgesinden izole edilen 48 *Phytophthora capsici* izolatının topraktaki canlılığını belirlemek için cinsel uyum tipleri üzerine çalışmıştır. Araştırmacı hastalık etmeninin kışı oospor formunda geçirdiği ve genellikle bölgede bulunan sulama suları ile yayıldığını belirlemiştir. Yine *in vitro* ve *in vivo* koşullarda *P. capsici*'ye karşı dayanıklılığı artırmak için fungusit denemeleri yapılmıştır.

Denemeler sonunda Bion'un dayanıklılık üzerine en etkili preparat olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda turp, şalgam, sarımsak, havuç ve kırmızılahananın hastalığı engelleyici etkisi üzerine çalışma yapılmış olup, deneme sonuçlarında önemli veriler elde edilmiştir.

Özgönen ve Erkılıç (2007) yapmış oldukları çalışmada, *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu *Phytophthora* yanıklığı üzerine salisilik Asit (SA) ve DL-β-amino-n-butirik Asit (BABA)'nın etkilerini araştırmışlardır. SA, *in vitro* denemelerde 250 ppm konsantrasyonda *P. capsici*'nin misel büyümesini tamamen inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Saksı denemelerinde SA'nın toprak ve yaprak uygulamaları *P. capsici*'nin hastalık şiddetini sırasıyla %75,1-92,2 ve %87,2-95,0 oranında azaltmıştır. BABA, *in vitro* denemelerde 1000 ppm konsantrasyonlara kadar *P. capsici*'nin misel büyümesi üzerine hiçbir etki göstermemiştir. Ancak saksı denemelerinde BABA'nın toprak ve yaprak uygulamaları *P. capsici*'nin hastalık şiddetini sırasıyla %60,1-84,3 ve %83,6-97,2 oranında azaltmıştır. Biber bitkilerinde 1000 ppm SA ve 2000 ppm BABA ile yaprak uygulamaları capsaicin düzeyini artırmıştır.

Xu vd. (2007) oligokitosanın 9 fitopatogene karşı antifungal aktivitesi *in vitro* olarak araştırmışlardır. Oligochitosan, *Phytophthora capsici*'nin misel gelişimini inhibe etmede chitosan'dan daha etkili bulunmuş ve *P. capsici*'nin yaşam döngüsündeki farklı evreleri engellediği gözlemlenmiştir.

Akgül ve Mirik (2008)'e göre *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu *Phytophthora* yanıklığı veya biber kök yanıklığı, Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde biberin en önemli hastalıklarından biridir. Araştırmacılar iklimlendirme odası ve sera çalışmalarında fosfat çözücü bakteriler kullanılarak *P. capsici*'nin hastalık şiddetini azaltma olasılıklarını belirlemişlerdir. Biberlere inokülasyonlar yapılmıştır. Denemelerde fosfat çözücü 3 *Bacillus megaterium* izolatu tek veya birleşim olarak kullanılmıştır. Seçilen izolatlarla yapılan saha deneylerinde hastalık şiddetinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir ve kontrollere kıyasla %36,2 ve %47,7 oranında verim artışı sağlanmıştır.

Anandhakumar ve Zeller (2008) *Phytophthora fragariae* var. *fragariae* ve *P. cactorum*, çilekte kök çürüklüğü hastalığının iki etmeni olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada *Raoultella terrigena* (G-584), *Bacillus amyloliquefaciens* (G-V1) ve *Pseudomonas fluorescens* (2R1-7) bakterilerinin *Phytophthora* spp'nin misel büyümesi üzerindeki engelleyici etkisi sera ve tarla denemeleri ile belirlenmiştir. Sera denemelerinde her üç bakterinin de kök çürüklüğünü azaltmada kontrol olarak kullanılan kimyasal fungusit Aliette ile benzer oranlara sahip etki gösterdiği belirlenmiştir.

Padley and Kabelka (2008)'ya göre *Phytophthora capsici*, *Cucurbita pepo* L.'de (kabak, balkabağı ve kabak) kök çürümesi, yaprak yanıklığı ve meyve çürümesi dâhil olmak üzere %100'e varan ürün kaybına yol açabilen çeşitli hastalık belirtilerine neden olmaktadır. Şu anda, hastalık yönetimi stratejilerine yardımcı olabilecek bu patojene dirençli veya toleranslı hiçbir *C. pepo* çeşidi yoktur. Bu çalışmada, *P. capsici*'nin kök boğazı çürüklüğüne karşı dirençli *C. pepo* belirlenmesi amaçlanmıştır. 24 ülkeden 115 *C. pepo* ve Florida'dan yüksek derecede virulent 3 *P. capsici* izolatu kullanılmıştır. İkinci ila üçüncü gerçek yaprak aşamasında, her bir fide, 2×10^4 zoospor/mL'lik 5 mL'lik

bir *P. capsici* süspansiyonu ile bitki köklerine aşılanmıştır. Aşılamadan on dört gün sonra bitkiler, 0 (belirti yok) ile 5 (bitki ölümü) arasında değişen bir ölçekte görsel olarak derecelendirilmiştir. Ortalama hastalık derecelendirme oranları (DRS) hesaplanmış ve sırasıyla 1,3 ile 5,0 ve 0 ile 2,0 arasında değişmiştir. Sonuçlara göre, 0,5'te en düşük ortalama DRS oranı belirlenen PI 181761 *C. pepo* olarak belirlenmiştir. *C. pepo* germplazm koleksiyonundan daha fazla tarama yapılması ve seçilmesi, *P. capsici*'nin neden olduğu kök çürümmesine dirençli üreme hatlarının ve çeşitlerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

Arpacı (2009) kök ve kökboğazı yanıklığı hastalık etmenine dayanımı olan biber hatları ile arazi çalışmasında kalite ve verim özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonunda elde edilen K211×P-67, K211×CM-13 ve K12×K211-15 genotiplerinin *Phytophthora capsici*'ye karşı arazi denemelerinde dayanım göstererek verim ve kaliteye olan olumlu sonuçları belirlenmiştir.

Foster ve Hausbeck (2010) dayanıklı bir biber çeşidi ve dokuz fungusiti hem tarlada hem de serada test etmiş ve *Phytophthora* kök çürüklüğünü baskılama yeteneklerini belirlemiştir. Her iki ortamda da dirençli biber 'Paladin' ve hassas biber 'Red Knight' *Phytophthora capsici* ile enfekte edilmiş darı tohumu ile aşılanmıştır. Biber bitkilerine tarlada 7 gün arayla yapraktan ilaçlama, serada ise 7 ya da 14 gün arayla yapraktan ilaçlama ya da ıslatma uygulanmıştır. Paladin çeşidinde, Red Knight'dan önemli ölçüde daha az bitki ölümü görülmüştür. Islatma olarak uygulanan yöntemler, yapraktan uygulananlara göre daha fazla *P. capsici* kontrolü sağlamıştır. Dirençli bir çeşidin, ıslatma olarak uygulanan bir fungusit ile birleştirilmesi, biberde kök çürüklüğü enfeksiyonunu azaltmaya yardımcı olabileceği bildirilmiştir.

Mei vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada biber alanlarından *Phytophthora capsici* ile ciddi şekilde enfekte olan bitkilerin rizosfer toprağından *Phytophthora capsici*'ye karşı antagonistik aktivite gösteren toplam 98 izolat elde etmişlerdir. 16S rDNA dizilerine göre tanımlanan *Paenibacillus polymyxa* ve *Bacillus pumilus* olan İki izolat, *P. capsici*'nin miselyum büyümesini engellemiştir ve izolatlar %72 ve %68 oranında etki göstermiştir. İki izolatın *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora parasitica* var. *nicotiana* ve *Ralstonia solanacearum* gibi diğer bitki patojenlerine karşı da antifungal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Saksı çalışmalarında elde edilen verilere göre her iki izolatın da biber bitkileri üzerinde büyüme destekleyici olarak önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Koç ve Üstün (2012) *Phytophthora capsici*'ye dayanımları farklı olan 3 ayrı biber genotipine (dayanıklı PM-702, duyarlı Kahramanmaraş-Acı (KM-Acı) ve Demre-8) 3 farklı konsantrasyonda zoospor inokulasyonunun ardından 6. gününde en yüksek peroksidaz aktivitesinin PM-702 genotipinde olduğu belirlemişlerdir. MDA içeriğinde ise Demre-8 genotipindeki oranın diğerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Benabdelkader ve Ghechi (2013) çeşit seçimi gerçekleştirmek için Cezayir'deki biber çeşitlerini (*Capsicum annum* L), *Phytophthora capsici* Leon fungal hastalık etmeninin yerel izolatları ile aşılanmış ve bir nicelik testi kullanılmışlardır. Nekroz alanlarının ve ölen bitkilerin ölçümleri, çeşitler ve izolatlar arasında 0,05 ve 0,01 seviyelerinde önemli ölçüde farklılık olduğunu göstermiştir. "Italico II" çeşitleri, gövde

için 56,61 mm, yaprak için 30,27 mm ile tüm bitki organlarında daha düşük hassasiyet göstermiştir ve "Esterel" çeşidi ile gövde için 122,91 mm, yaprak için 49,10 mm ve %70 ölü bitkiler ortalamaları ile tüm organlarda daha yüksek hassasiyet elde edilmiştir. Özellikle yetiştiriciye ve tüketiciye yönelik niteliklere sahip olduğu için daha dayanıklı çeşitler kullanılmalı, farklı koşullarda gerçekten dayanıklı çeşitler aranmalı veya ürün rotasyonu ile fungusun enfeksiyonu azaltılmaya çalışılması sonucuna varılmıştır.

Kadıoğlu (2013) yaptığı çalışmada bazı bitki aktivatörlerinin *Phytophthora capsici* hastalık etmeni üzerine etkisini araştırmıştır. *In vivo* ve *in vitro* şartlarda yürütülen deneme sonucuna göre; misel gelişimini harpin proteini, *Reynoutria* spp. ekstraktı ve kitosanin engellediği tespit edilmiştir.

Sang vd. (2013) *P. capsici*'ye karşı etkili biyokontrol izolatları; seçilen izolatların *Phytophthora* yanıklığı ve antraknoz oluşumu ve biber bitkilerinde meyve verimi üzerindeki etkisi 2007'den 2009'a kadar tarla ve sera koşullarında değerlendirmişlerdir. 239 bakteri izolatı arasından 4 potansiyel biyokontrol izolatı seçilmiştir (*Pseudomonas otitidis* YJR27, *P. putida* YJR92, *Tsukamurella tyrosinosolvens* YJR102 ve *Novosphingobium capsulatum* YJR107). 3 yıllık saha testlerinde, seçilen tüm izolatlar, rizosfer mikrobiyal populasyonlarını etkilemeden *Phytophthora* yanıklığını önemli ölçüde azaltmıştır ($P < 0.05$). Ayrıca YJR27, YJR92 ve YJR102 izolatları bazı hasatlarda tarla denemelerinde biber meyve verimini ve sera denemelerinde kırmızı meyve ağırlıklarını arttırmıştır. Aynı zamanda bazı izolatların biber meyvesi üzerinde bitki büyümesini teşvik edici aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir.

Segarra vd. (2013)'e göre dünyada en çok yetiştirilen sebzelerden biri olan biber (*Capsicum annuum* L.), *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu kök çürüklüğüne karşı hassastır. Avrupa'da son zamanlarda insan sağlığı ve çevresel kirlilik nedeniyle birçok biyosit yasaklanmıştır. Entegre zararlı yönetimi, biyolojik kontrolün diğer tarımsal uygulamalarla birlikte gelecekte bitki hastalıklarının pestisit yönetiminin yerini alması gerektiği önemli bir uygulamadır. Yapılan çalışmada biberde *P. capsici*'nin neden olduğu hastalık şiddetine *Trichoderma asperellum* T34 fungusunun (T34 Biocontrol®'de) farklı konsantrasyonlarının etkisi incelenmiştir. *P. capsici*'yi baskılama yetenekleri T34 ve etridiazol (Terrazole®) için karşılaştırılmıştır. T34, denemelerin çoğunda hastalığı azaltmıştır (%71'e kadar hastalık azalması), etridiazol ise yalnızca patojenle aynı zamanda uygulandığında etkili bulunmuştur. T34, biberde *P. capsici*'nin kontrolü için kimyasallara faydalı bir biyolojik alternatif olarak belirlenmiştir.

Yandoc Ables vd. (2013) doğal antagonistler veya bitki savunma aktivatörlerine dayalı olan sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla uyumlu hastalık kontrol ürünlerine ihtiyacı belirtmişlerdir. Ticari olarak temin edilebilen biyopestisitlerin ve fosfonat içeren ürünlerin kullanıldığı dört ayrı deney yapmışlardır. *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu dolmalık biber *Phytophthora* yanıklığının yönetimi için serada değerlendirilmiştir. Toprak ıslatma olarak uygulanan fosfonat içeren ürün, FNX-100'ün, gövde ve kök çürümesi şiddetini azaltmak için en etkili tedavi olduğu bulunmuştur. En düşük konsantrasyonda uygulanan tek bir FNX100 toprak ıslatma, en yüksek oranda çoklu uygulamalar kadar etkili olan hastalık kontrolünü sağlamıştır. Fosforlu asit K-Phite'in FNX-100'den daha az etkili olduğu bulunmuştur. Yapılan deneme sonuçlarına göre, diğer üç fosfonat içeren ürünün, Propyt, Phostrol ve FNX-2500'ün etkinliği

yetersiz olsada, bu ürünlerin yaprak spreyi yerine toprak ıslatma olarak uygulandığında hastalık yönetiminde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Ardıç (2016) Kahramanmaraş ilinde yürüttüğü çalışmada biber alanlarında bulunan hastalıklı bitkilere kıyasla daha sağlıklı olan bitkilerin köklerinden toprak örneği alınarak bakteri izolasyonu yapmış ve 713 bakteri izolatu elde etmiştir. Yapılan denemelerde en fazla engelleme zonu oluşturan 15 izolat saksı denemelerinde kullanılmıştır. Çalışmalarda kullanılan 15 bakteri izolatının Biolog Gen III sisteminde tanımlanmaları yapılmıştır. Çalışmada *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Mycobacterium confluentis*, *Mycobacterium immunogenum*, *Paenibacillus castaneae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas viridilivida*, *Tsukamurella paurometabola* bakterileri tanımlanmıştır.

Barchenger vd. (2018)'e göre *Phytophthora capsici* dünya çapında şili biberi üretimi için en yıkıcı patojendir ve mevcut yönetim stratejileri etkili değildir. Bu çalışmada, *P. capsici* ile ilişkili kayıpların sınırlandırılmasına yardımcı olmak için direnç geliştirme stratejilerine yönelik bazı kavramlar üzerinde durulmuştur. Bunlar konukçu aralığı, patojen yayılımı, fungusit direnci, çoklu hastalık semptomları, genetik rekombinasyon, mutasyon ve heretozigotluk, ıslah yaklaşımları ve transgenik sonuçlardır. *Phytophthora capsici*'ye karşı etkili bir direnç geliştirmek için dayanıklı yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

Trinidad-Cruz vd. (2021)'a göre *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu biber solgunluğu, biber üretimi sırasında karşılaşılan başlıca tehditlerden biridir. Bu nedenle çalışmalarında *Streptomyces spp.*'nin etkisini değerlendirmişlerdir. *In vitro* ve *in vivo* koşullar altında *P. capsici*'nin biyolojik kontrolü üzerine denemeler yürütülmüştür. ABV38, ABV39 ve ABV45 izolatlarının *in vitro* antagonistik aktivitesi, ikili karşılaştırma testleri vasıtasıyla incelenmiştir. *P. capsici* CH11 (PC CH11) ile aşılınmış biber bitkileri denemede kullanılmıştır. İzolatların moleküler tanımlaması, 16S rRNA geninin kısmi dizisi analiz edilerek gerçekleştirilmiştir. *In vitro* koşullar altında, ABV38, ABV39 ve ABV45 izolatları PC CH11'in misel büyümesini sırasıyla %51, 28 ve %50 oranında inhibe etmiştir. *In vivo* değerlendirmede, ABV38 ve ABV45 izolatlarının BCS (et suyu kültürü süpernatant) 'leri, sırasıyla %77 ve %94 oranında solgunluğu baskılayıcı etki göstermiştir. ABV39 izolatı fungal hastalık etmenini baskılayıcı bir etki göstermemiştir. Moleküler tanımlama, ABV39, ABV38 ve ABV45 izolatlarının *Streptomyces* cinsine ait olduğunu, ABV38 ve ABV45'in biber solgunluğunun biyolojik kontrolü için potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma boyunca materyal olarak, Antalya bölgesinden belirli ilçelerden (Aksu, Serik) alınan toprak örnekleri, toprak örneklerinden elde edilen bakteri izolatları, biberden izolasyonu yapılmış kök ve kökboğazı hastalık etmeni *Phytophthora capsici*, biber fideleri, saksı çalışmalarında kullanılan plastik saksılar, torf + toprak karışımı, besiyerleri vb. laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır. Laboratuvar veya *in vitro* denemeleri Merkez Anadolu Kimya Sanayi Üretim Paz. Taah. Tic. Ltd. Şti laboratuvarında, saksı veya *in vivo* denemeleri ise Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi kontrollü iklim odalarında yürütülmüştür. Saksı çalışmalarında Antalya Anamas Tohum Ltd. Şti. firmasına ait tek ekim ve sera yetiştiriciliğine uygun TSWV'ya toleranslı ve *P.capsici*'ye hassas Alperen F1 kapya biber çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Metot

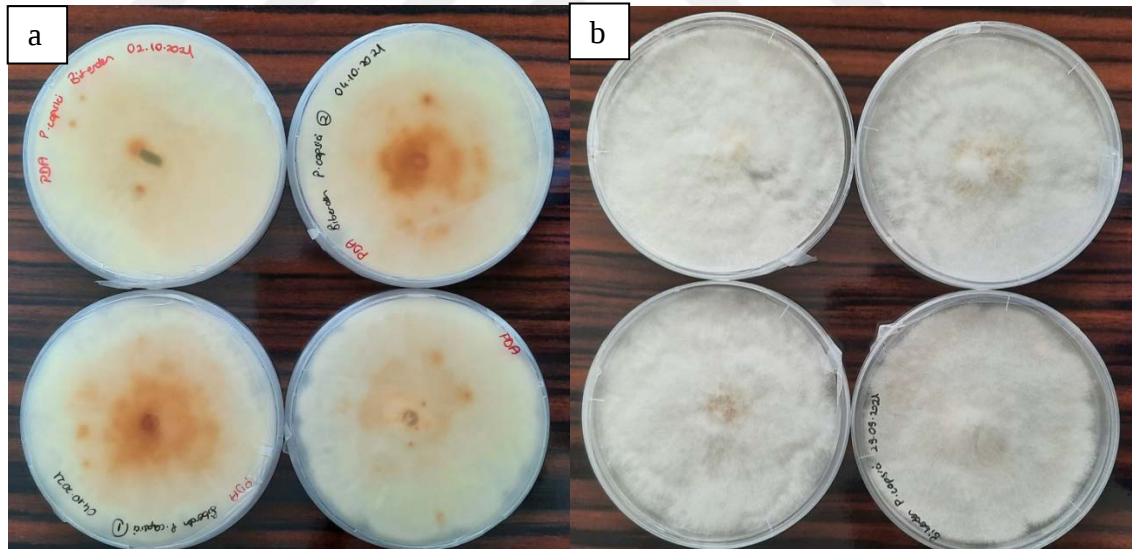
3.2.1. Toprak örneklerinden bakteri izolasyonu ve tanımlanması

Bakteriyel izolatlar Antalya bölgesinden belirli ilçelerden (Aksu ve Serik) bitki kökleri etrafındaki (rizosfer) toprağından elde edilmiştir. Kök ve toprak örnekleri kimyasal uygulanmamış, sağlıklı bitkilerin kök bölgesinden alınmıştır. Bitki kökleri ve toprak örnekleri plastik torbalar içinde etiketlenerek buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir ve örneklerden 2-3 gün içinde bakteri izolasyonları yapılmıştır. Rizosfer toprağından bakteri izolatları elde etmek için toprağı (10 g) 100 ml steril su ilave edilmiştir. Bakteri izolasyonu için kök yüzeyinden tamamen uzaklaştırılan 10 g toprak kullanılmıştır. Köklerin iç kısmından bakteri izole etmek için, 10 g kök parçalarının yaklaşık 2-3 dakika boyunca %1 sodyum hipoklorit ile yüzeyleri sterilize edilmiş, birkaç kez steril damıtılmış suda durulanmış ve steril bir homojenleştirici ile tamamen yumuşatılmıştır. Toprak örneklerinin 10 kat sulandırma işlemi ile seri seyreltileri yapılmıştır. 10^3 , 10^4 ve 10^5 seyreltme serilerinin Nutrient Agar (NA) ve King's B Agar üzerine 100 µl steril cam baget ile yayma ekimleri yapılmıştır. NA ve King's B ortamları üzerinde görünen farklı koloniler seçilerek tekrar bu ortamlar üzerine ekim yapılmış ve 28 °C'de 48 saat inkübasyona tabii tutulmuştur. Bu kültürlerden saf tek koloniler elde edilene kadar alt kültürler alınmıştır (Sang vd. 2013). Elde edilen saf kültürler %30 gliserin ve TSB (tryptic soy broth) bulunan cryo tüpler içerisinde -86 °C'de muhafaza edilmiştir. Elde edilen bakteri izolatlarının tanımlanması 16S r RNA bölgesinin dizilimlerinin ortaya çıkarılması ve Genbankta bulunan veri tabanı ile karşılaştırılması ile yapılmıştır. PCR çalışmasında universal primer olarak 27F – 1492R primerleriyle, tür tayini için hedeflenen gen bölgeleri çoğaltılmıştır. Kullanılan primer dizileri; 27F 5' AGAGTTTGATCMTGGCTCAG 3' , 1492R 5' TACGGYTACCTTGTTACGACTT. Elde edilen bakterilerin teşhisi için moleküler çalışmalar ve dizilerin çıkarılması hizmet alımı ile BM Labosis (Ankara) şirketi tarafından yapılmıştır. Çalışmaların her aşamasında bakteriler -86 °C'deki stoklardan taze kültür oluşturarak kullanılmıştır.

3.2.2. Biber örneklerinden *Phytophthora capsici* izolasyonu

Phytophthora capsici hastalık etmeni izolasyon çalışmalarında örnekler Antalya

ilinin Aksu ilçesindeki örtüaltı biber üretimi yapılan seralardan elde edilmiştir. İzolasyon çalışmalarında patates dekstroza agar (PDA) besi ortamı kullanılmıştır. 39 g PDA ve 1000 mL saf su karışımı 121°C 15 dk sterilize edilip petri kaplarına hepa filtrelili steril kabin içerisinde dökülmüştür. PDA besi ortamı sıcaklığı 45-50 °C iken bakteri gelişimini engellemek için 50-100 mg/L oranında streptomycin antibiyotiği ilave edilmiştir. Hastalıklı kök ve kökboğazı yanıklığı veya çürüklüğü gösteren biber örnekleri toplanarak buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Bu örneklerin hastalık belirtisi gösteren kök, kök boğazı ve gövde kısımlarından parçalar alınarak %3'lük sodyum hipoklorit içerisinde 5 dk bekletilerek yüzey sterilizasyonları yapılmıştır. Daha sonra steril edilmiş parçalar önceden hazırlanmış PDA besi yeri içeren petri kaplarına 5-6 parça gelecek şekilde ekim yapılmıştır. Ekim yapılmış petri kapları 24 ± 2 °C' de inkübasyona alınmıştır. 4-5 gün sonra *Phytophthora capsici*' ye benzer koloniler seçilerek aynı besi yerinde saf kültürler elde edilinceye kadar alt kültürlerle alınmıştır (Şekil 3.1). Elde edilen bu izolatlar ışık mikroskobu altında incelenerek misel ve sporangiumları gözlemlenmiştir. Yine bu petriler 4 ± 1 °C' de (buzdolabında) 1 saat bekletilerek sporangiumların içinde zoospor oluşumu incelenerek *Phytophthora capsici* izolatları elde edilmiştir. Elde edilen izolatlar % 30'luk gliserin ve distile su içerisinde -86 °C'de muhafaza edilmiştir (Konukoğlu 2007). Yine Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen biberden elde edilmiş bir *P.capsici* izolatıda çalışmalarda kullanılmıştır. Çalışmaların her aşamasında *P. capsici* -86 °C'deki stoklardan taze kültür oluşturarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmalarda kullanılan *Phytophthora capsici* izolatları; **a)** petrinin arka görüntüsü; **b)** petrinin önden görüntüsü

3.2.3. Bakteri izolatlarının inokulumlarının hazırlanması

Çalışmalarda topraklardan izole edilen ve teşhisi yapılan *Bacillus toyonensis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Alcaligenes faecalis*, *Bacillus thuringiensis*, *Citrobacter freundii*, *Serratia fonticola*, *Achromobacter xylosoxidans*,

Bacillus cereus, *Pseudomonas koreensis*, *Bacillus mojavensis* ve *Lelliottia amnigena* bakterileri kullanılmıştır.

Her bir bakteri kültürünün NA (nutrient agar) besiy ortamına çizgi ekimleri yapılmıştır. 24-48 saat 30°C’de etüvde gelişen bakteri kültürleri öze ile sıyrılarak 20 ml TSB (tryptic soy broth) içerisinde 30°C, 160 rpm’de çalkalamalı inkübatörde 24-48 saat gelişimleri sağlanmıştır. Her bir bakterinin petri denemesinin hemen öncesinde 600 nm spektrofotometrede OD (optik yoğunluk) ölçümleri yapılmıştır.

3.2.4. Bakteri izolatlarının *Phytophthora capsici*’ye karşı etkinliklerinin laboratuvarında belirlenmesi

Laboratuvar petri çalışmalarında PDA (patates dekstrozu agar) besiy ortamı kullanılmıştır. 39 g PDA ve 1000 mL saf su karışımı 121°C 15 dk sterilize edilip 45-50 °C’ye soğutulduktan sonra petri kaplarına hepa filtreli steril kabin içerisinde dökülmüştür. Çalışma boyunca kullanılacak olan *P. capsici* izolatları PDA üzerinde geliştirilmiştir.

Bakterilerin *P. capsici*’ye karşı engelleme düzeyini belirlemek için 2 yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem olarak TSB (tryptic soy broth) içerisinde geliştirilen her bir bakteri kültürünün 500, 1000 ve 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $2,4 \times 10^8$ - $4,3 \times 10^9$ cfu) olacak şekilde önceden ayarlanarak hazırlanan miktarları PDA besiy ortamına drigalski ile yayma ekimleri yapılmıştır. PDA üzerinde geliştirilen 7-10 günlük *Phytophthora capsici* izolatlarından steril cork borer ile alınan 5 mm’lik diskler yayma ekim yapılan bakterili petrilerin merkezine yerleştirilmiştir. Deneme her bir doz için 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Petriler parafilmlenerek 24 ± 2 °C’ de etüvde inkübe edilmiştir.

Diğer bir yöntem olarak, her bir bakteri kültürünün en yüksek dozu olan 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $1,8 \times 10^9$ - $6,3 \times 10^9$ cfu) *P. capsici* diskinin 3 cm uzağına olacak şekilde 4 kenarına eküvyon çubuk ile çizilmiştir. PDA üzerinde geliştirilen 7-10 günlük *Phytophthora capsici* izolatlarından steril cork borer ile alınan 5 mm’lik diskler yayma ekim yapılan bakterili petrilerin merkezine yerleştirilmiştir. Deneme her bir bakteri için 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Petriler parafilmlenerek 24 ± 2 °C’ de etüvde inkübe edilmiştir.

Biyokontrol ajanlarının *P. capsici*’nin misel gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla inkübasyonun 7. ve 14. gününde *P. capsici*’nin koloni çapları ölçülmüştür. Her bir grup doz için tekerrürlerin ortalaması hesaplanarak, kullanılan 3 doza (500, 1000 ve 2000 mL/100 L) oranla ortalaması en düşük çıkanlar en etkili grup olarak kabul edilmiştir.

3.2.5. Bakteri izolatlarının *Phytophthora capsici*’ye karşı etkinliklerinin saksı denemelerinde belirlenmesi

Laboratuvar petri denemelerinden elde edilen sonuçlara göre *P. capsici*’ye karşı etkili bulunan bakteri izolatları ve bunların herbirisinin en etkili dozları saksı denemelerinde kullanılmıştır (Çizelge 4.1). Bu amaçla belirlenen izolatların *P. capsici*’ye karşı etkinliğini belirlemek için 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme

desenine göre saksı denemeleri kurulmuştur. NA besi ortamında 28 - 30 °C ve 24-48 saat geliştirilen bakteri izolatların her biri 1 er L TSB içerisine alınmıştır. Her bir bakterinin saksı denemesinin hemen öncesinde 600 nm dalga ölçümleri yapılmıştır.

PDA üzerinde 7-10 gün büyüyen *P.capsici* kültüründen 5mm çapındaki 4-5 parça alınıp 500 mL Patates Dekstroz Broth (PDB) içeren 1 L'lik erlenlere ilave edilmiştir. *P.capsici* içeren bu ortamlar 20-24 °C'de 12 saat ışık ve 12 saat karanlıkta 7-10 gün süre inkübe edilmiştir.



Şekil 3.2. Patates dekstroz broth (PDB) içerisinde geliştirilen *Phthophthora capsici* sıvı kültürleri

Daha sonra PDB sıvı ortamında gelişen taze *P.capsici* kitlesi saksı toprağının litresine 5-10 gr veya 40-50 ml gelecek şekilde karıştırılmıştır. Denemelerde steril torf-toprak (1:1) karışımı kullanılmıştır. Ardından 10-15 günlük biber fideleri saksılara şaşırtılmıştır. Her bir saksıya bakteri izolatlarının daha önceden ayarlanan 500, 1000 ve 2000 mL/100 L dozları (yaklaşık $3,1 \times 10^8$ - $8,5 \times 10^9$ cfu) kök bölgesine sulama suyu ile birlikte uygulanmıştır. Yine aynı dozlarda 15 gün sonra biber fidelerine ikinci uygulama yapılmıştır. Bakterilerin etkinlik değerlendirmeleri 30 günün sonunda yapılmıştır. Kontrol bitkilerine steril su uygulaması yapılmıştır. Çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim odasında $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ve $\% 70 \pm 5$ nem oranında yürütülmüştür.



Şekil 3.3. Saksı denemelerinin yürütüldüğü iklim odası



Şekil 3.4. Saksı denemelerinin 7. gününe ait görsel



Şekil 3.5. Saksı denemelerinin 14. gününe ait görseller



Şekil 3.6. Saksı denemelerinin 30. gününe ait görseller

3.2.6. Hastalık oranlarının belirlenmesi, preparatların etkinliklerinin hesaplanması ve istatistiksel analizler

Biber fidelerine ilk bakteri uygulamaları dikim esnasında kök bölgesine, ikinci uygulamalar ise ilk uygulamalardan 15 gün sonra aynı dozlarda yine kök bölgesine yapılmıştır. Yalnızca *P.capsici* uygulanmış ama bakteri veya herhangi bir fungusit uygulanmamış saksılardaki biber fidelerinde hastalığın ilk belirtisi olan yapraklarda sararma veya solma görüldüğünde başlanarak 7-14 gün aralıklara hastalık sıklığı (incidence) ve şiddeti (severity) değerlendirilmiştir. Biber fideleri 0-4 'lük bir skala kullanılarak *phytophthora* kök boğazı çürüklüğü veya yanıklığının şiddeti açısından derecelendirilmiştir (Silvar vd. 2005; Abbasi vd. 2011; Gilardi vd. 2020 ve 2021). Bu skalada bitkiler; 0 = hiç hastalık belirtisi yok ve bitkiler sağlıklı, 1 = yaprakların %30'u sararmış/solmuş, 2 = ve %50'si sararmış/solmuş ve kök boğazında lekeler, 3=Yaprakların %75'inden fazlası sararmış/solmuş ve kök boğazını çevreleyen leke ve yanıklık, 4 = bitki ölü ve kök boğazı tamamen yanmış veya çürümüş, olarak değerlendirilmiştir. Hastalık sıklığı (incidence) her bir değerlendirmede hastalık belirtisi gösteren bitkilerin yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Her bir petri uygulamasının 7. ve 14. gün koloni çapı ölçülmüştür. Her bir saksı uygulamasının 30. gün sonunda ölçümleri alınmıştır. Daha sonra hastalık oranları pozitif kontrol ile karşılaştırılarak uygulamaların engelleme oranı aşağıdaki formüle göre bulunmuştur (Dooley 1978).

$$\text{Ortalama Engelleme Oranı} = \frac{\text{poz.kontroldeki hastalık oranı}(\%) - \text{uygulamadaki ort.hastalık oranı}}{\text{poz.kontroldeki hastalık oranı}(\%)} \times 100$$

Hastalık etmeni funguslarla bulaştırılmamış sadece saf su ile muamale edilmiş olan uygulamalar negatif kontrol olarak, hastalık etmeni funguslarla bulaştırılmış ama bakteriyel preparatlarla muamele edilmemiş uygulamalar pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Elde edilen veriler denemenin sonucunda incelenerek, hastalık tekerrürlerde oluşum oranları % olarak belirlenmiştir ve hastalık oranları değerlendirilerek istatistiksel analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler SAS istatistik programının mevcut versiyonu (Version 9, SAS Institue Inc.) kullanılarak tek yönlü Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile analiz edilmiştir. (P<0.05).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Bakteri İzolasyonu

Antalya ilinin değişik bölgelerinden elde edilen topraklardan 52 farklı bakteri izolatu elde edilmiştir. Bunlar arasından 12 farklı türe ait daha önce çalışılmamış izolatlar laboratuvar ve saksı etkinlik denemelerinde *P.capsici*'ye karşı kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan DNA dizi analizine göre Genbank veritabanı benzerlik oranı (EK 1) ile belirlenen bakteri türü, benzerlik oranı ve izolat numaraları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Antalya topraklarından elde edilen ve etkinlik denemelerinde kullanılan bakteri tür ve izolatları

Bakteri Türü	Benzerlik Oranı %	İzolat No
<i>Bacillus toyonensis</i>	99,88%	CK2
<i>Enterobacter cloacae</i>	98,55%	CK16
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	97,22%	CK13
<i>Alcaligenes faecalis</i>	99,40%	CK25
<i>Bacillus thuringiensis</i>	98,94%	CK12
<i>Citrobacter freundii</i>	99,54%	CK4
<i>Serratia fonticola</i>	92,94%	CK9
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	94,64%	CK14
<i>Bacillus cereus</i>	99,71%	CK6
<i>Pseudomonas koreensis</i>	99,35%	CK27
<i>Bacillus mojavensis</i>	99,10%	CK32
<i>Lelliottia amnigena</i>	99,42%	CK29

4.2. Bakteri İzolatlarının *Phytophthora capsici*'ye Karşı Etkinliklerinin Laboratuvarında Belirlenmesi

12 farklı bakteri türüne ait izolatların *P. capsici*'nin misel gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla *P.capsici* disk kültürünün dört kenarına bakteri izolatları çizimi ile yapılan denemelerde elde edilen engelleme oranları (%) çizelge 4.2 de verilmiştir. Denemelerde bakterilerin en yüksek dozu 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $1,8 \times 10^9$ - $6,3 \times 10^9$ cfu) kullanılmıştır. Çizimden sonra inkübasyonun 7. ve 14. gününde *P.capsici*'nin koloni çapları ölçülerek istatistiki analizleri yapılmıştır. Yedi günlük inkübasyon sonucu *P.capsici*'ye karşı % 70'in üzerinde engelleme gösteren bakteriler sırasıyla *P. chlororaphis*, *C. freundii*, *B. thuringiensis* ve *B. toyonensis* olmuştur (Şekil 4.1). Bu bakterilerin hemen hepsi etkinliklerini inkübasyonun 14. gününde de devam ettirmişlerdir (Şekil 4.2). *B.toyonensis*'in etkinliğinde bir miktar azalma görülmüştür. Diğer bakteriler, *B. mojavensis*, *L. amnigena*, *E.cloacae*, *S. fonticola*, *A. xylosoxidans*, *P. koreensis*, *A. faecalis* ve *B.cereus* 7 günlük inkübasyon sonunda % 50' ye yakın veya üzerinde engelleme sağlamışlardır. Bu bakterilerden *B.mojavensis* hariç hepsi 14. gün sonunda % 50 civarında etkinlik göstermişlerdir. Ticari fungisitler Fosetyl-Al % 75 civarında etki gösterirken Mancozeb % 35 etkili olmuşlardır. Bu sonuçlar bazı bakteri

izolatlarının *P.capsici*'yi engellemede ticari fungusitler kadar etkili olduğunu göstermektedir.

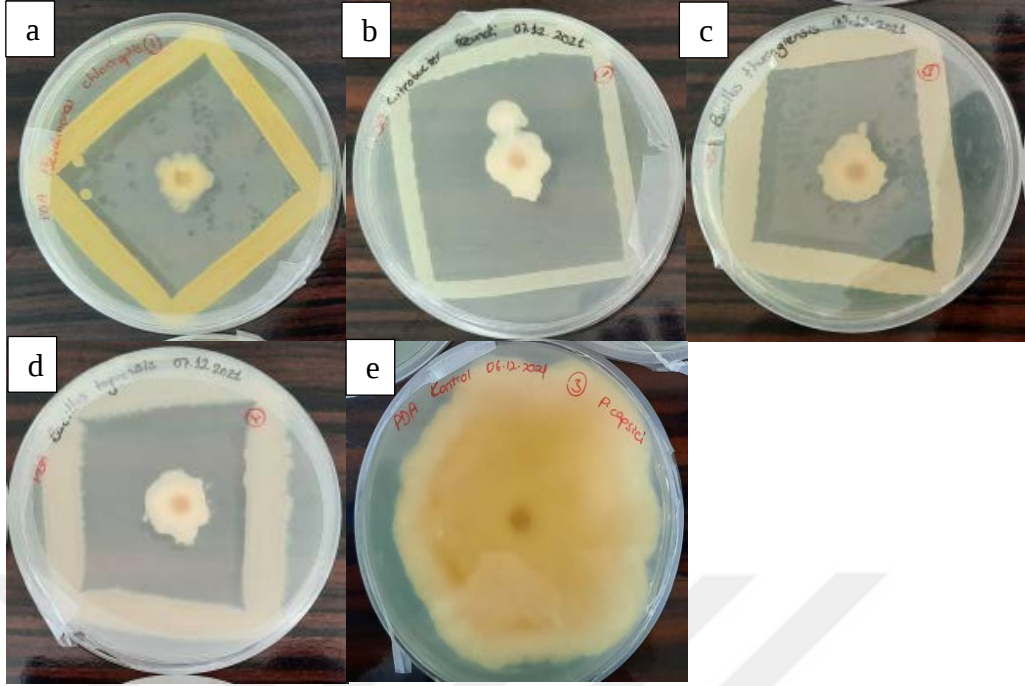
Çizelge 4.2. Dört kenarına çizme metodu ile bakteri izolatları uygulanmış besi yerinde inkübasyonun 7. ve 14. gününde *Phytophthora capsici* hastalığının *in vitro*'daki engellenme oranları (% engelleme oranı $\pm$ Standart sapma)

Bakteri İzolatları	7. gün <i>P. capsici</i> ortalama engelleme oranı/standart hata	14. gün <i>P. capsici</i> ortalama engelleme oranı/standart hata
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	75,095 ^a $\pm$ 2,88	80,000 ^a $\pm$ 1,42
<i>Citrobacter freundii</i>	73,260 ^a $\pm$ 0,61	70,275 ^{bc} $\pm$ 2,17
<i>Bacillus thuringiensis</i>	72,895 ^a $\pm$ 0,63	74,725 ^{ba} $\pm$ 2,24
<i>Bacillus toyonensis</i>	72,525 ^a $\pm$ 1,41	65,555 ^c $\pm$ 1,04
<i>Bacillus mojavensis</i>	65,570 ^b $\pm$ 1,68	26,670 ⁱ $\pm$ 5,57
<i>Lelliottia amnigena</i>	63,000 ^b $\pm$ 2,16	58,335 ^d $\pm$ 2,85
<i>Enterobacter cloacae</i>	62,635 ^b $\pm$ 1,21	58,610 ^d $\pm$ 1,54
<i>Serratia fonticola</i>	62,270 ^b $\pm$ 1,31	42,250 ^{gf} $\pm$ 1,31
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	55,675 ^c $\pm$ 1,41	48,330 ^{ef} $\pm$ 1,21
<i>Pseudomonas koreensis</i>	55,31 ^c $\pm$ 1,68	53,330 ^{ed} $\pm$ 1,57
<i>Alcaligenes faecalis</i>	52,745 ^{dc} $\pm$ 0,61	55,835 ^{ed} $\pm$ 2,24
<i>Bacillus cereus</i>	47,255 ^d $\pm$ 1,55	50,280 ^{edf} $\pm$ 1,86
Mancozeb	35,165 ^e $\pm$ 3,53	36,390 ^{hg} $\pm$ 1,64
Fosetyl-Al	75,600 ^a $\pm$ 1,55	78,83 ^a $\pm$ 1,98
Pozitif Kontrol	0,000 ^f $\pm$ 3,17	0,000 ^j $\pm$ 0,00

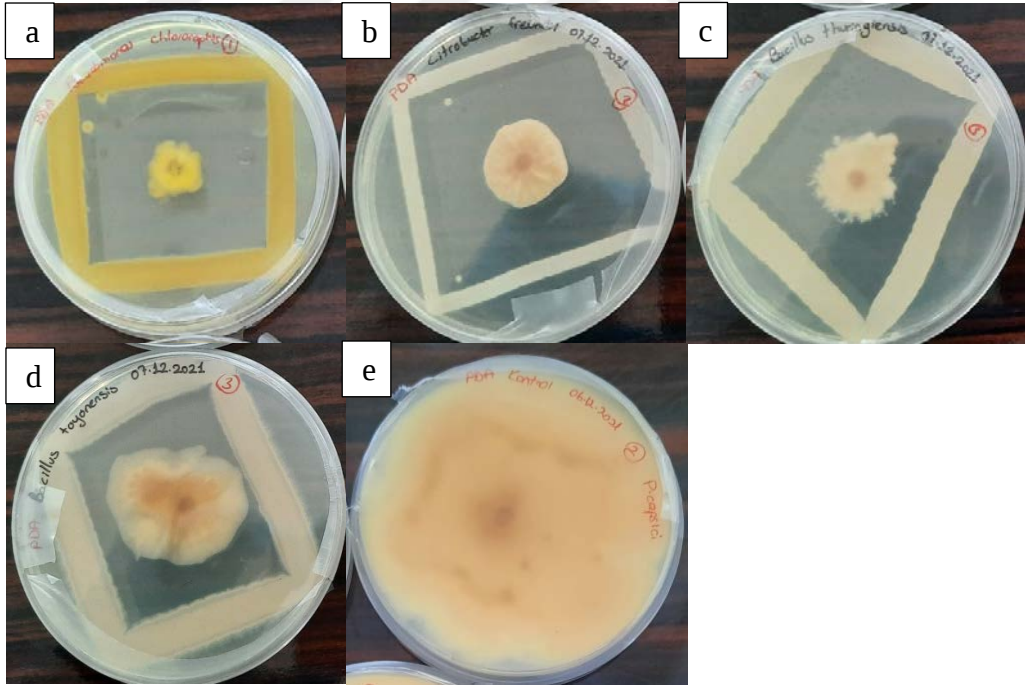
*Her bir sütunda aynı küçük harfi alan ortalamalar arasında $P < 0.05$ ' e göre fark önemsizdir. İstatistik analizi her sütunda ayrı ayrı verilmiştir (Duncan testi)

Pozitif Kontrol (Hastalık etmeni *P. capsici* ile bulaştırılmış ama mikrobiyal preparatlarla muamele edilmemiş uygulamalar): Hastalık oranı % 100.

Denemelerde bakterilerin 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $1,8 \times 10^9$ - $6,3 \times 10^9$ cfu) dozu kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Bazı bakteri izolatlarının *P. capsici*'ye 7. gün etkisi **a)** *Pseudomonas chlororaphis*; **b)** *Citrobacter freundii*; **c)** *Bacillus thuringiensis*; **d)** *Bacillus toyonensis*; **e)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*)



Şekil 4.2. Bazı bakteri izolatlarının *P. capsici*'ye 14. gün etkisi **a)** *Pseudomonas chlororaphis*; **b)** *Citrobacter freundii*; **c)** *Bacillus thuringiensis*; **d)** *Bacillus toyonensis*; **e)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*)

12 değişik bakteri türüne ait izolatların *P. capsici*'nin misel gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla bakteri izolatlarının besi ortamı üzerine yayılması ve üzerine 5 mm çapında *P.capsici* disk kültürünün yerleştirilmesi ile yapılan denemelerde elde edilen engelleme oranları (%) çizelge 4.3 de verilmiştir. Denemelerde bakterilerin 500, 1000 ve 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $2,4 \times 10^8$ - $4,3 \times 10^9$ cfu) dozları kullanılmıştır. Bakteri yayımı ve müteakiben 5 mm çapında *P. capsici* diskinin ortaya yerleştirilmesinden sonra inkübasyonun 7. ve 14. gününde *P.capsici*'nin koloni çapları ölçülerek istatistik analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bakterilerden *P. chlororaphis*, *P. koreensis*, *A. faecalis*, *B. cereus*, *C. freundii*, *E. cloacae* ve *B. thuringiensis* 7 ve 14. günlük inkübasyonun sonucunda kullanılan 3 dozda da *P.capsici*'ye karşı % 70'in üzerinde engelleme sağlamıştır. *P. chlororaphis*, *P. koreensis* ve *A. faecalis* her iki inkübasyon süresince tüm dozlarda % 80'in üzerinde engelleme göstererek en etkili bakteriler olmuştur (Şekil 4.3-8). *Bacillus toyonensis*, *Serratia fonticola* ve *L. amnigena* ise % 40-60 arası etkinlik göstermişlerdir. *B. mojavensis* ve *A. xylosoxidans* hiçbir dozda etki göstermemiştir. Sonuçlar bazı bakterilerin bu yöntemle *P. capsici*'yi engellemede fungusit Fosetyl-Al kadar etkili olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.3. Yayma ekim metodu ile bakteri izolatları uygulanmış besi yerinde inkübasyonun 7. ve 14. gününde *Phytophthora capsici* hastalığının *in vitro*'daki engellenme oranları (% engelleme oranı $\pm$ Standart sapma)

Bakteri İzolatları	Doz(ml/100 lt su/dekar)	7. gün <i>P. capsici</i> ortalama engelleme oranı/standart hata	14. gün <i>P. capsici</i> ortalama engelleme oranı/standart hata
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	1000	92,500 ^a $\pm$ 0,00	94,440 ^a $\pm$ 0,00
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	2000	91,500 ^a $\pm$ 0,82	93,335 ^{ba} $\pm$ 0,91
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	500	89,500 ^{ba} $\pm$ 1,22	92,225 ^{bac} $\pm$ 0,91
<i>Pseudomonas koreensis</i>	2000	88,000 ^{bac} $\pm$ 0,00	88,890 ^{bdac} $\pm$ 0,00
<i>Alcaligenes faecalis</i>	500	87,000 ^{bdac} $\pm$ 0,41	89,630 ^{bdac} $\pm$ 0,30
<i>Alcaligenes faecalis</i>	1000	86,500 ^{ebdac} $\pm$ 0,00	90,370 ^{bdac} $\pm$ 0,30
<i>Alcaligenes faecalis</i>	2000	86,000 ^{ebdac} $\pm$ 0,41	89,255 ^{bdac} $\pm$ 0,60
<i>Bacillus cereus</i>	2000	84,000 ^{ebdfc} $\pm$ 1,47	84,075 ^{fde} $\pm$ 0,30
<i>Citrobacter freundii</i>	2000	83,000 ^{ebdfc} $\pm$ 0,41	86,295 ^{bdec} $\pm$ 0,30
<i>Enterobacter cloacae</i>	2000	83,000 ^{ebdfc} $\pm$ 0,41	85,185 ^{dec} $\pm$ 0,60
<i>Pseudomonas koreensis</i>	1000	82,000 ^{ebdfc} $\pm$ 1,87	85,925 ^{bdec} $\pm$ 1,32
<i>Bacillus cereus</i>	500	82,000 ^{ebdfc} $\pm$ 0,71	84,070 ^{fde} $\pm$ 1,09
<i>Bacillus thuringiensis</i>	2000	81,500 ^{edfc} $\pm$ 2,04	79,630 ^{feg} $\pm$ 2,42
<i>Bacillus cereus</i>	1000	81,500 ^{edfc} $\pm$ 1,08	84,815 ^{dec} $\pm$ 0,30
<i>Citrobacter freundii</i>	1000	80,000 ^{egdf} $\pm$ 0,41	83,700 ^{fde} $\pm$ 1,09
<i>Pseudomonas koreensis</i>	500	79,510 ^{egdf} $\pm$ 2,27	82,965 ^{fde} $\pm$ 1,98

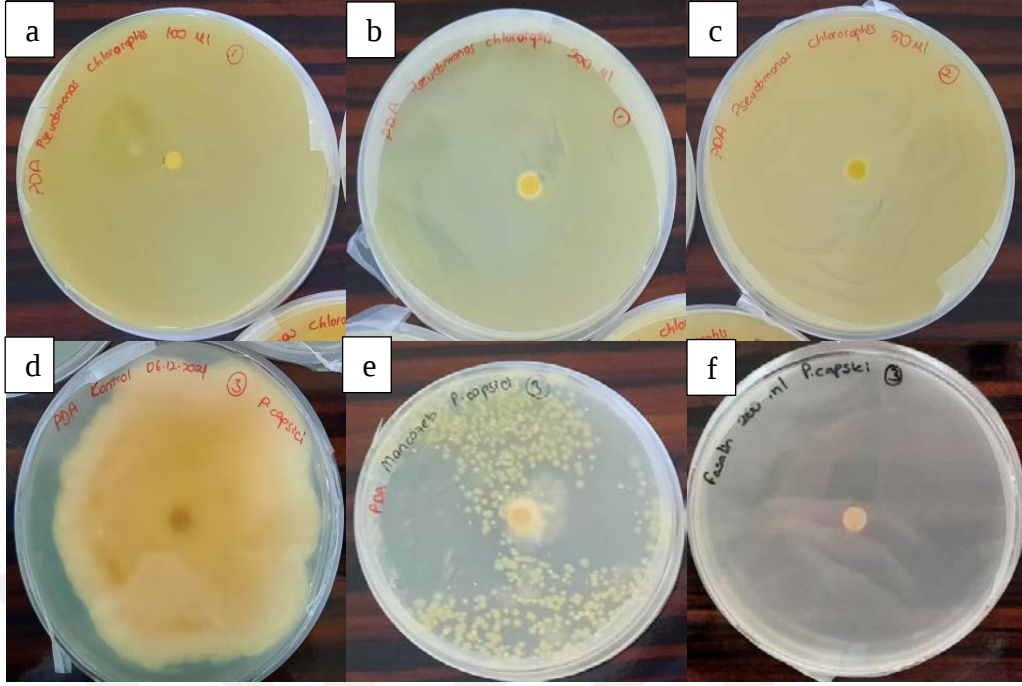
Çizelge 4.3'ün devamı

<i>Citrobacter freundii</i>	500	79,000 ^{egf} ±0,71	84,070 ^{fde} ± 0,80
<i>Enterobacter cloacae</i>	500	77,000 ^{gfh} ±4,14	65,555 ^{ij} ± 8,75
Fosetyl-Al	2000	89,400 ^{ba} ±1,08	90,445 ^{ba} ± 2,10
<i>Bacillus mojavensis</i>	500	3,500 ^p ±1,08	3,330 ^q ± 2,72
<i>Bacillus mojavensis</i>	2000	3,000 ^p ±1,08	0,000 ^q ± 0,00
Pozitif Kontrol		0,000 ^p ±0,00	0,000 ^q ± 0,00
<i>Enterobacter cloacae</i>	1000	76,500 ^{gfh} ±4,49	76,665 ^{fhg} ± 1,39
<i>Bacillus thuringiensis</i>	1000	73,500 ^{gh} ±0,82	73,335 ^{hg} ± 1,05
<i>Bacillus thuringiensis</i>	500	70,000 ^{ih} ±1,22	72,965 ^{hg} ± 1,68
<i>Bacillus toyonensis</i>	2000	67,000 ⁱ ±1,22	70,000 ^{ih} ± 3,14
<i>Bacillus toyonensis</i>	500	62,000 ^{jk} ±1,47	45,555 ^m ± 1,89
<i>Serratia fonticola</i>	500	60,000 ^{jk} ±5,76	43,330 ^m ± 7,39
<i>Serratia fonticola</i>	2000	60,000 ^{jk} ±0,82	54,075 ^k ± 3,57
<i>Bacillus toyonensis</i>	1000	59,000 ^k ±0,82	52,960 ^{kl} ± 2,18
<i>Serratia fonticola</i>	1000	49,500 ^l ±4,55	59,630 ^{kj} ± 2,36
<i>Lelliottia amnigena</i>	1000	47,000 ^l ±3,49	57,555 ^k ± 2,72
<i>Lelliottia amnigena</i>	2000	45,000 ^l ±2,86	57,500 ^k ± 1,40
<i>Lelliottia amnigena</i>	500	36,000 ^m ±6,87	46,295 ^{ml} ± 1,68
Mancozeb	2000	17,500 ⁿ ±1,87	35,185 ⁿ ± 1,68
<i>Bacillus mojavensis</i>	1000	8,000 ^o ±2,86	0,000 ^q ± 0,00
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	1000	7,000 ^{po} ±1,22	10,740 ^p ± 1,09
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	500	6,000 ^{po} ±1,08	0,000 ^q ± 0,00
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	2000	4,500 ^{po} ±1,08	0,000 ^q ± 0,00

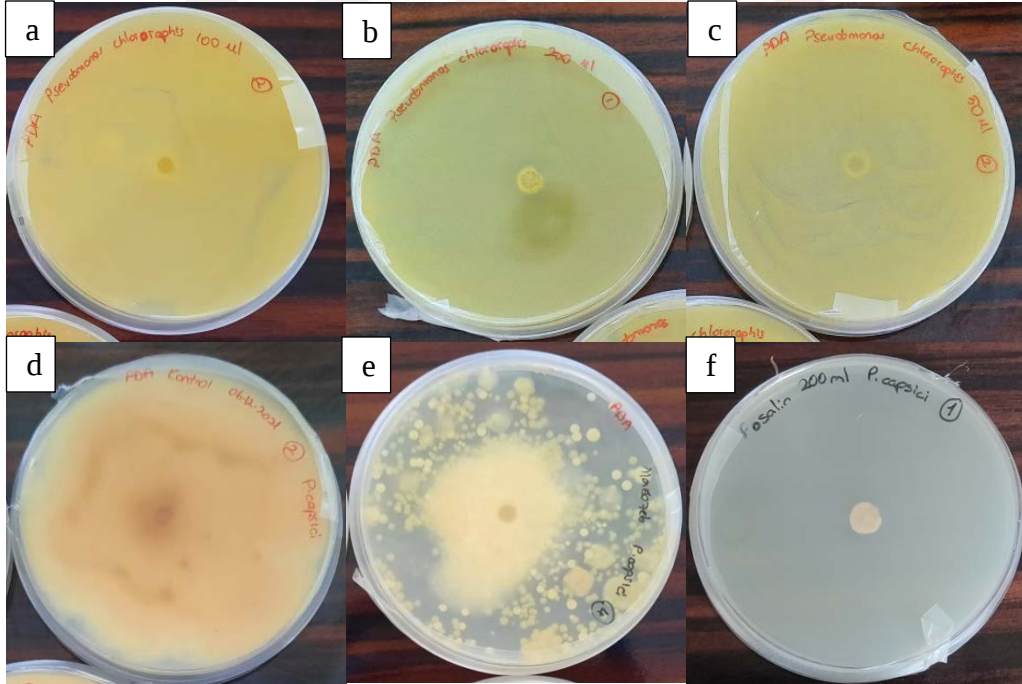
*Her bir sütunda aynı küçük harfi alan ortalamalar arasında $P < 0.05$ e göre fark önemsizdir. İstatistik analizi her sütunda ayrı ayrı verilmiştir (Duncan testi)

Pozitif Kontrol (Hastalık etmeni funguslarla bulaştırılmış ama mikrobiyal preparatlarla muamele edilmemiş uygulamalar): Hastalık oranı % 100

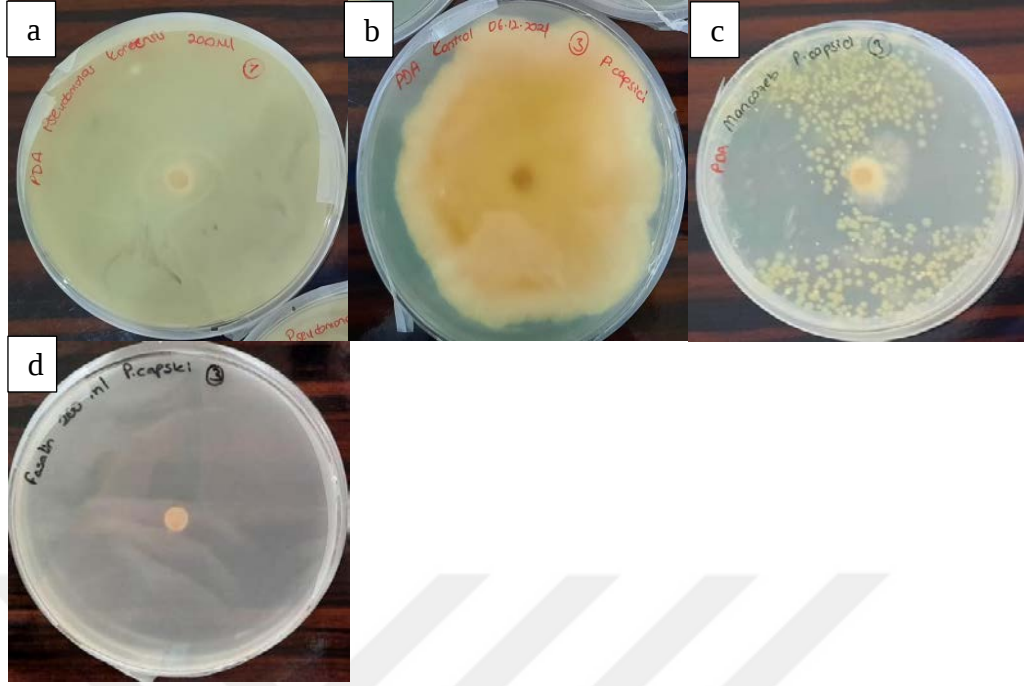
Dozlar: 500, 1000 ve 2000 mL/100 L su/dekar (yaklaşık $2,4 \times 10^8$ - $4,3 \times 10^9$ cfu)



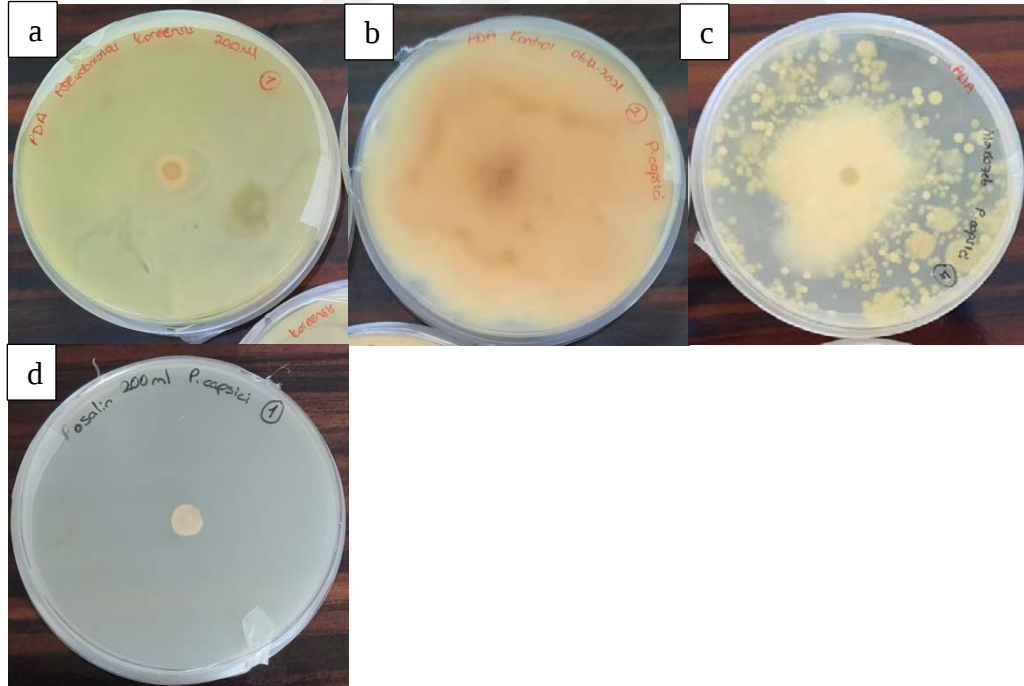
Şekil 4.3. *P. chlororaphis*'in farklı dozlarının *P. capsici*'ye 7. gün etkisi **a)** 1000 mL; **b)** 2000 mL; **c)** 500 mL; **d)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*); **e)** Mancozeb; **f)** Fosetly-Al



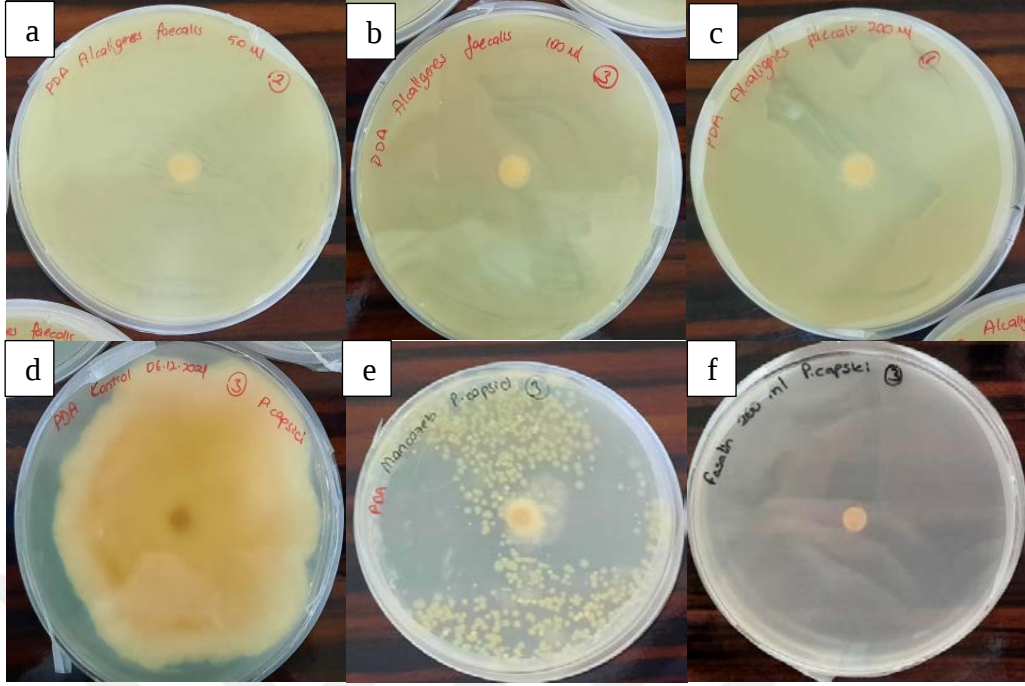
Şekil 4.4. *P. chlororaphis*'in farklı dozlarının *P. capsici*'ye 14. gün etkisi **a)** 1000 mL; **b)** 2000 mL; **c)** 500 mL; **d)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*); **e)** Mancozeb; **f)** Fosetly-Al



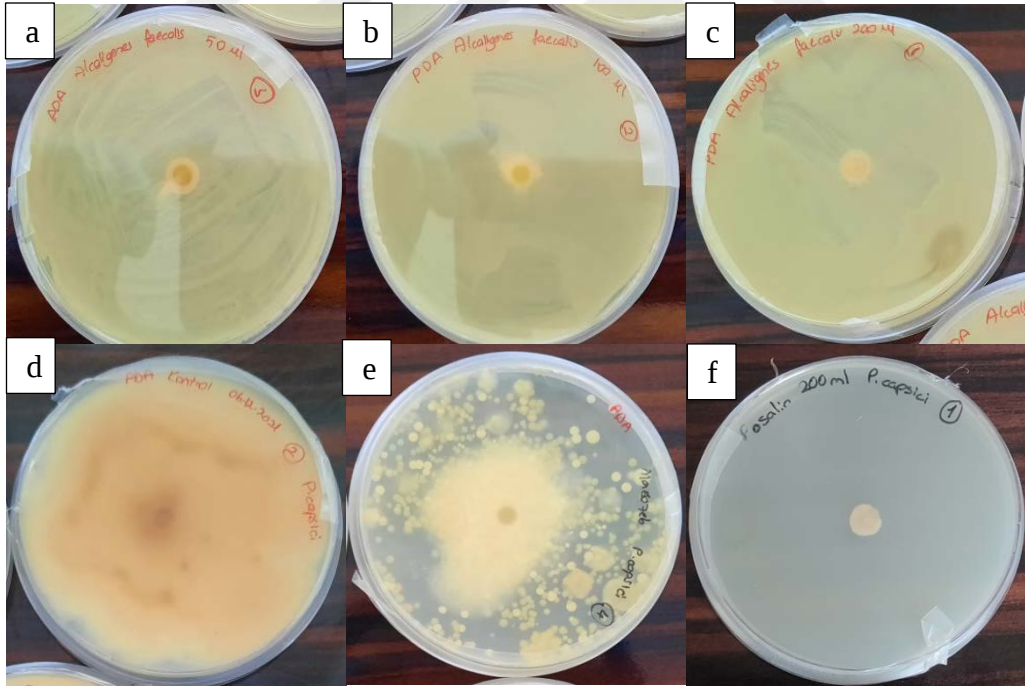
Şekil 4.5. *P. koreensis* izolatının *P. capsici*'ye 7. gün etkisi **a)** *P. koreensis* 2000 mL **b)** Pozitif kontrol (sadece *P. capsici*); **c)** Mancozeb; **d)** Fosetyl-Al



Şekil 4.6. *P. koreensis* izolatının *P. capsici*'ye 14. gün etkisi **a)** *P. koreensis* 2000 mL, **b)** Pozitif kontrol (sadece *P. capsici*); **c)** Mancozeb; **d)** Fosetyl-Al



Şekil 4.7. *A. faecalis* izolatının *P. capsici*'ye 7. gün etkisi **a)** 500 mL; **b)** 1000 mL; **c)** 2000 mL ; **d)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*); **e)** Mancozeb; **f)** Fosetyl-Al



Şekil 4.8. *A. faecalis* izolatının *P. capsici*'ye 14. gün etkisi **a)** 500 mL; **b)** 1000 mL; **c)** 2000 mL; **d)** Pozitif kontrol (sadece *P.capsici*); **e)** Mancozeb; **f)** Fosetyl-Al

Phytophthora capsici L. biberlerde kök ve kökboğazı yanıklığı oluşturarak önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Erwin ve Ribeiro 1996; Tamietti ve Valentino 2001; Hausbeck ve Lamour 2004).

Fungusitlerin yan etkilerine karşı *Phytophthora capsici* kök ve kökboğazı yanıklığının kontrolünde biyolojik kontrol üzerine çalışmalar artmaktadır. Biber yetiştiriciliği yapılan toprakta çeşitli aktinomisetler, bakteriler ve antagonist funguslar mevcuttur (Jee et al. 1988, Kim and Hwang 1995). Yapılan bu tez çalışmasında da toprağın rizosfer bölgesinden ve bitki köklerinden izole edilen antagonist bakterilerinin kullanımı ile *Phytophthora capsici* hastalık etmeni ile mücadelede kimyasallara alternatif olarak biyolojik mücadele üzerine araştırma yapılmıştır.

Jee vd. (1988) çeşitli bölgelerden alınan topraklardan 96 fungus, 174 aktinomycetes ve 576 bakteri izole etmişlerdir. Elde edilen bu mikroorganizmaların *Phytophthora capsici*'ye karşı antagonist etkisi üzerine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas cepacia* ve *Bacillus polymyxa*'nın misel büyümesini engellediği ve zoospor çimlenmesi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada da *P. chlororaphis* ve *A. faecalis* bakterilerinin *P.capsici*'nin misel büyümesini önemli ölçüde engellediği tespit edilmiştir.

Konukoğlu (2007) Hassas ve dayanıklı biber hatlarında dayanıklılığı artırıcı uygulamaları belirlemek amacıyla Messenger, Bion, salisilik asit, fosetyl-Al ve *Pseudomonas*' ın etkinlikleri saksı çalışmalarında araştırılmıştır. Bion isimli preparatın değişik zamanlarda ve farklı hatlarda % 56-73 oranları arasında değişen etki göstermesi ile bu preparatın *P. capsici* ile mücadelede kullanılabileceği ve bundan sonra yapılacak çalışmalara fikir olabileceği kanaatine varılmıştır. Domateslerden elde edilen ve kök çürüklüğü hastalığına karşı etkili bulunan *Pseudomonas* izolatının ikinci dönemde daha başarılı bulunmuştur ve buna neden olarak bu dönemlerde ortam sıcaklığının biraz daha yüksek olması ve bakterinin daha hızlı gelişmesine bağlı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada laboratuvarda toprağın rizosfer bölgesinden elde edilen *Pseudomonas chlororaphis* ve *P. koreensis* bakterilerin *P. capsici*'nin misel gelişimini engellemede etkili olduğu yukarıda yapılan çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

4.3. Bakteri İzolatlarının *Phytophthora capsici*'ye Karşı Etkinliklerinin Saksı Denemelerinde Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan 12 adet bakteri türüne ait izolatlar ve laboratuvar koşullarında misel gelişimini engelleyen bazı dozlarının *P. capsici*' ye karşı etkinliğini belirlemek için 4 tekerrürlü olarak kontrollü oda şartlarında yapılan saksı denemelerinin sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çalışmada *A. faecalis* izolatının 500 mL/100 L su/dekar ve *S. fonticola* izolatının 500 ve 1000 mL/100 L su/dekar, *L. amnigena*, *B. mojavensis* ve *P. chlororaphis* izolatlarının 1000 mL/100 L su/dekar ve *B. thuringiensis*, *C. freundii*, *B. cereus* ve *B. toyonensis* izolatlarının 2000 mL/100 L su/dekar dozlarında *P. capsici*'ye karşı % 75'in üzerinde etkili oldukları tespit edilmiştir. *P. koreensis* ve *E. cloacae* bakteri izolatları ise 2000 mL/100 L su/dekar dozları %60'ın üzerinde etkili bulunmuştur. *Achromobacter xylosoxidans* bakterisi denendiği 1000 mL/100 L su/dekar dozunda % 45'in altında etki göstermiştir. Fungisit Fosetyl-Al % 95'e yakın etki gösterirken Mancozeb % 30 civarında bir etki sağlamıştır. Sonuçlar çalışmada kullanılan bazı bakteri türlerine ait izolatların *P.capsici*'ye karşı Fosetyl-Al kadar etkili olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.4. 12 bakteri izolatının ve bazı dozlarının *P. capsici*'ye karşı 30 günün sonunda sera koşullarında (*in vivo*) etkinlik oranları (% etkinlik $\pm$ Standart sapma)

Bakteri izolatları	Doz(ml/100 ml su/dekar)	<i>P. capsici</i> 'ye etkinlik oranı (%) /standart hata
Negatif kontrol (su)		100,000 ^a $\pm$ 0,00
<i>Lelliottia amnigena</i>	1000	93,750 ^{ba} $\pm$ 5,41
<i>Bacillus thuringiensis</i>	2000	93,750 ^{ba} $\pm$ 5,41
<i>Citrobacter freundii</i>	2000	87,500 ^{bac} $\pm$ 6,25
<i>Bacillus cereus</i>	2000	87,500 ^{bac} $\pm$ 6,25
<i>Bacillus mojavensis</i>	1000	87,500 ^{bac} $\pm$ 6,25
<i>Bacillus toyonensis</i>	2000	81,250 ^{bdac} $\pm$ 5,41
<i>Serratia fonticola</i>	1000	81,250 ^{bdac} $\pm$ 5,41
<i>Alcaligenes faecalis</i>	500	81,250 ^{bdac} $\pm$ 5,41
<i>Serratia fonticola</i>	500	75,000 ^{bdc} $\pm$ 8,83
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	1000	75,000 ^{bdc} $\pm$ 15,31
<i>Pseudomonas koreensis</i>	2000	68,750 ^{dc} $\pm$ 13,62
<i>Enterobacter cloacae</i>	2000	62,500 ^{de} $\pm$ 10,82
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	1000	43,750 ^{fe} $\pm$ 13,62
Mancozeb	200	31,250 ^f $\pm$ 10,36
Fosetyl- Al	200	94,000 ^a $\pm$ 8,84
Pozitif Kontrol		0,000 ^g $\pm$ 0,00

*Her bir sütunda aynı küçük harfi alan ortalamalar arasında $P < 0.05$ ' e göre fark önemsizdir. İstatistik analizi her sütunda ayrı ayrı verilmiştir (Duncan testi)

Pozitif Kontrol (Hastalık etmeni funguslarla bulaştırılmış ama mikrobiyal preparatlarla muamele edilmemiş uygulamalar): Hastalık oranı % 100

Negatif Kontrol (Hastalık etmeni funguslarla bulaştırılmamış sadece saf su ile muamele edilmiş olan uygulamalar): Hastalık belirtisi gözlenmemiştir.

Dozlar: 500, 1000 ve 2000 mL/100 L/dekar (yaklaşık $3,1 \times 10^8$ - $8,5 \times 10^9$ cfu)

Yapmış olduğumuz bu çalışmada; biberde ciddi verim kayıplarına neden olan *Phytophthora* kök ve kökboğazı yanıklığı hastalığı (*Phytophthora capsici*)'nin kontrolünde antagonist bakterilerin kullanılması olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda 12 farklı antagonist bakterilerin belirlenen dozlarda etmene karşı olan etkileri saksı denemeleri ile *in-vivo*'da değerlendirilmiştir.

Bu sonuçlar topraktan izole edilen bakterilerden saksı çalışmasında kullanılan *L. amnigena* ve *B. thuringiensis* izolatlarının kök boğazı yanıklığı hastalığının gelişimini en etkin şekilde engelledikleri göstermektedir. Yine bu bakterilerden *C. freundii*, *B. cereus*, *B. mojavensis* izolatlarının da ise kök boğazı yanıklığı hastalığını ciddi olarak engellediği görülmektedir. *E. cloacae* ve *A. xylosoxidans* bakterileri ise hastalığın önlemede etkisiz bulunmuştur.

Hwang and Kim (1995) yapmış olduğu çalışmada, *Streptomyces violaceoniger*, *Pseudomonas cepacia*, *P. aeruginosa* ve *Trichoderma harzianum* gibi bazı mikroorganizmaları laboratuvar ve sera koşullarında biberlerdeki kök ve kökboğazı yanıklığına etkili bulmuşlardır. Bizim yapmış olduğumuz tez çalışmasından elde ettiğimiz verilere göre laboratuvar koşullarında *Pseudomonas chlororaphis* ve *Pseudomonas koreensis*, saksı denemelerinde ise *Lelliottia amnigena* ve *Bacillus thuringiensis* izolatları etkili bulunmuştur.

Gözlemlerimiz Alperen F1 kopya biber çeşidinde kontrollü koşullarda ortam sıcaklığının $24^{\circ}\text{C} \pm 2$ ve $\%70 \pm 5$ nemde *C. ferundii* ve *B. thuringiensis* bakterilerinin daha hızlı gelişmesine bağlı olarak hastalık oranlarını azaltmış olduğu söylenebilir.

Drent ve Guest (2004), toprakta bulunan fungusların ve bakterilerin; Cristinzio (1987), *Trichoderma* türlerinin; Jiang ve ark. (2006), ise bazı bakteri türlerinin hastalık etmeninin gelişimini engellediğini bildirmişlerdir.

Sang ve ark. (2008) hıyar, biber ve domates bitkilerinden izole ettiği 439 bakteri izolatından 38 tanesini yaptıkları kökçük testlerinde $\%30$ 'a varan oranlarda *P. capsici*'nin neden olduğu hastalık gelişimi engellediğini bildirmişlerdir.

Bizim yapmış olduğumuz bu çalışmanın sonuçları da belirtilen araştırmaların sonuçlarına uygunluk göstermektedir. Biyokontrol ajanları ile etkili uygulamaların yapılması için etkili bulunan izolatlarla ilgili daha fazla çalışmaların yapılması gerekmektedir. Biyokontrol ajanlarının kullanılması daha yüksek verimler alınmasını sağlayacaktır.

Phytophthora capsici'ye karşı mücadelede sürdürülebilir ve çevre ile uyumlu uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma farklı alanlardan toprak örnekleri alınarak buradan izole edilen mikroorganizmaların üretim kapasitelerinin ve bitki büyümesi ve *P. capsici* gibi hastalıklara etkilerinin belirlenmesi ile yeni ve doğal biyolojik kontrol uygulamaların artmasına olanak sağlayacak niteliktedir.

Biyolojik mücadele de kullanılan bakterilerin çoğu hastalık etmenlerini kontrol ederken patojenlere karşı antibiyotik ve metabolitler üretmektedirler ve bu durum oldukça önemlidir (Şahinoğlu 2019). Yürütülen bu tez çalışmasında kullanılan 12 farklı türe ait bakteri izolatının etkili bulunan dozlarda tek veya kombinasyonlar halinde *P. capsici* hastalık etmeninin kontrolünde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu zamana kadar yapılan çalışmalar ile bu tez çalışması değerlendirildiğinde, etkili sonuç veren biyoajan bakteri izolatlarının *P. capsici*'ye karşı etkili oldukları tespit edilmiştir. *In vivo* ve *in vitro* şartlarda etkili olan *P. chlororaphis* izolatı biber yetiştiriciliğinde, kök ve kök boğazı yanıklığına neden olan *P. capsici* kontrolünde ümit

vaad eden biyoajan olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca, yapılan *in vitro* ve *in vivo* alışmaları sonucunda etkili bulunan *B. thuringiensis*, *C. freundii* biyoajan bakteri izolatlarında *P. capsici*'nin biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği görülmüş, arazi koşullarında da uygulanabilirliğinin denenmesi ve yetiştirilen diğer kültür ve yabani bitkilerle olan ilişkilerinin incelenmesinin önemli olduğu kanaatine varılmıştır. Etkili bulunan bu bakteri izolatlarının gelecekte yapılacak olan çalışmalar ile biyolojik preparat haline getirilerek tarımda özellikle organik üretimde kullanımının etkin ve faydalı olacağı aşıkrdır.



5. SONUÇLAR

Biber dünyada ve ülkemizde örtü altı yetiştiriciliği yapılan en önemli ürünler arasında yer almaktadır. Türkiye ise dünya biber üretiminin Çin ve Meksika'dan sonra büyük bölümünü karşılamaktadır. Biber beslenme açısından yüksek C vitamini oranına sahip olup, gıda sanayisinde konserve, turşu, salça gibi çeşitli kullanım alanlarına sahiptir.

Biber yetiştiriciliğinde fungal ve bakteriyel hastalıklar, virüs kaynaklı hastalıklar ve zararlılar verim ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Ancak dünyada olduğu gibi ülkemizde de biberin en önemli hastalıklarının başında Oomycetes etmen *Phytophthora capsici*'nin sebep olduğu biri kök ve kökboğazı yanıklığı gelmektedir.

Ülkemizde *P. capsici* ilk kez 1974 yılında Orta Anadolu Bölgesi'nde belirlenmiştir ve giderek yaygın bir hale gelmiştir. Hastalık etmeninin toprak kaynaklı olması, kimyasal mücadelenin etkin ve yeterli olmaması, kültürel mücadele yöntemlerinin ise hastalığı kontrol etmede yetersiz kalması sebebiyle hastalık etmenine karşı biyokontrol ajanları tercih edilmektedir. Ayrıca biyokontrol ajanları çevre dostu olması ve kalıntı riski barındırmaması gibi nedenlerden dolayı kimyasallara alternatif mücadele yöntemi olarak hastalığı kontrol etmede büyük bir öneme sahiptir.

Yürütülen çalışma Antalya ilinde biberlerde sorun olan *P.capsici*'ye karşı muhtemel biyokontrol ajanları ile mücadelede öncü bir çalışma özelliğindedir. Konu üzerinde Dünya'da dahi bu amaçla yapılmış olan çalışmalar sınırlı sayıda olup, hastalık etmenine karşı baskılayıcı veya engelleyici farklı türlerde bakterilerin tespit edilmesi ve etkinliklerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile ilk defa Antalya bölgesi topraklarından elde edilen 12 farklı tür içindeki izolatların *P. capsici*'ye karşı etkinlikleri laboratuvar ve kontrollü iklim odası saksı denemelerinde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar bu bakteri izolatlarının çoğunun *P.capsici*'yi belli dozlarda oldukça etkin bir şekilde kontrol ettiğini göstermektedir. Bu izolatlar hastalık etmenini sera ve tarla şartlarında da kontrol etme potansiyellerine sahip gözükmektedir.

Sonuç olarak biber yetiştiriciliğinde ciddi verim kayıplarına neden olan kök ve kökboğazı hastalık etmeni *Phytophthora capsici*'ye ile mücadelede bakteri kökenli biyokontrol ajanlarının kullanımının önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise, hastalık ile mücadelede özellikle fide devresinin kritik olduğu, erken alınacak olan önlemler, drenajı iyi olan tarlaların kullanımı ve özellikle sulamanın kontrollü yapılması ile hastalığın şiddetinin ve yaygınlığının önemli oranda azaltılabileceği mümkün olabilecektir.

Bu tez çalışmasının, hastalığa karşı etkinliği belirlenen bakteriyel biyokontrol ajanlarının daha detaylı yapılacak olan laboratuvar, tarla veya sera çalışmaları ile uygulama sıklığı, uygulama zamanı ve fungusitler ile karışılabilirliğinin belirlenmesinde kaynak ve faydalı olabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbasi, P.A., Lazarovits, G., and Weselowski, B. 2011. Effectiveness of AG3 phosphonate formulation in suppressing *Phytophthora* blight in cucumber and bell pepper plants under growth room conditions, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 33:2, 150-158.
- Akgül, D.S. and Mirik, M.2008. Biocontrol of *Phytophthora capsici* on Pepper Plants by *Bacillus megaterium* Strains. *Journal of Plant Pathology*, 90 (1), 29-34.
- Anandaraj, M. 2000. Disease of Black Pepper. In: Ravindran, P.N., Ed., Black Pepper (*Piper nigrum*), Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, Overseas Publishers Association, 239-268.
- Anandhakumar, J. and Zeller, W. 2008. Biological control of red stele (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) and crown rot (*P. cactorum*) disease of strawberry with rhizobacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115 (2), 49–56.
- Ardıç, Z. H. 2016. Kahramanmaraş Biber Alanlarından İzole Edilen Toprak Bakterilerinin *Phytophthora capsici*'ye Karşı Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 55 s.
- Arpacı, B. B. 2009. *Phytophthora capsici*'ye Dayanıklı Biber Hatlarının ve Melezlerinin Kahramanmaraş Koşullarındaki Arazi Dayanıklılıkları ile Verim ve Kaliteleri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 187 s.
- Arpacı, B. B., Ak, A. ve Abak, K. 2016. Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı Biber (*Capsicum annuum* L.) Melezlerinin Anaç Performansları. *Yyü. Tar. Bil. Derg.* 26(1): 7-15.
- Babadoost, M., Pavon, C., Islam, S.Z. and Tian, D. 2015. *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici*) of pepper and its management. *Acta Hort.* 1105, 61-66.
- Barchenger, D. W., Lamour, K. H. and Bosland, P. W. 2018. Challenges and Strategies for Breeding Resistance in *Capsicum annuum* to the Multifarious Pathogen, *Phytophthora capsici*. *Front. Plant Sci.* 9: 628.
- Benabdelkader, M. and Ghechi, A. 2013. Resistance of Pepper (*Capsicum annuum* L.) to *Phytophthora capsici* Leon. Power and Limit. *Sciences & Technologie.* pp.9-18.
- Chae, D. H., Jin, R. D., Hwangbo, H., Kim, Y., Kim, Y. C., Park, R. D., Krishnan, H. B. and Kim, K. Y. 2006. Control of late blight (*Phytophthora capsici*) in pepperplant with a compost containing multitude of chitinase-producing bacteria. *BioControl*, 51: 339–351.
- Chang, S. H., Kwack, M. S., Kim, Y. S., Lee, J. Y. and Kim, K. D. 2001. A Rapid radicle assay for prescreening antagonistic bacteria against *Phytophthora capsici* on pepper. *Mycobiology*, 29(4), 218–223.
- Cristinzio, G. 1987. Studies on Biological Control of *Phytophthora capsici* on Pepper. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 6: 65.
- Demirci, F. and Dolar, F. S. 2006. Effects of Some Plant Materials on *Phytophthora* Blight (*Phytophthora capsici* Leon.) of Pepper. *Turk J Agric For* 30: 247-252.

- Diby, P., Saju, K. A., Jisha, P. J., Sarma, Y. R., Kumar, A. and Anandraj, M. 2005. Mycolytic enzymes produced by *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma* spp. Against *Phytophthora capsici*, the foot rot pathogen of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Annals of Microbiology*, Vol.55(2); pp.129-133.
- Dooley, H. L. 1978. Greenhouse Method for Screening Protective Fungicides for Apple Powdery Mildew. In *Methods for Evaluating Plant Fungicides, Nematicides and Bactericides*, pp. 437-452, Amsterdam.
- Drenth, A. and Guest, D. I. 2004. Diversity and Management of *Phytophthora* in Southeast Asia. Diversity and management of *Phytophthora* in Southeast Asia. ACIAR Monograph No. 114, 238p, 121–129.
- Erwin D.C. and Ribeiro O.K. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. American *Phytopathological Society* (APS Press).
- FAO, 2018. Statistical database of food and agriculture organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org/faostat/> [Son erişim tarihi: 29.11.2021].
- Foster, J. M. and Hausbeck, M. K. 2010. Managing *Phytophthora* crown and root rot in bell pepper using fungicides and host resistance. *Plant Dis.* 94: 697-702.
- French-Monar, R. D., Jones, J. B., Ozores-Hampton, M., and Roberts, P. D. 2007. Survival of inoculum of *Phytophthora capsici* in soil through time under different soil treatments. *Plant Dis.* 91: 593-598.
- Gilardi, G., Pugliese, M., Gullino, M.L. and Garibaldi, A. 2020. Effect of biocontrol agents and potassium phosphite against *Phytophthora* crown rot, caused by *Phytophthora capsici*, on zucchini in a closed soilless system. *Scientia Horticulturae*, (265): 109-207.
- Gilardi G., Vasileiadou. A, Gullino M.L. and Garibaldi, A. 2021. Biocontrol agents and resistance inducers reduce *Phytophthora* crown rot (*Phytophthora capsici*) of sweet pepper in closed soilless culture. *Phytopathologia Mediterranea*, 60 (1): 149-163.
- Hausbeck M.K. and Lamour K.H. 2004. *Phytophthora capsici* on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges. *Plant Disease*, (88) 12: 1292-1303.
- Hwang, B.K. and Kim, C.H. 1995. *Phytophthora* blight of pepper and its control in Korea. *Plant Disease*, Vol.79(3); pp.221-227.
- İren, S. ve Maden, S. 1976. Bazı Patlıcangil ve Kabakgil Türlerinin Biberlerde Yanıklık Hastalığı Etmeni *Phytophthora capsici* Leon. Enfeksiyonlarına Karşı Serada Reaksiyonlarının Tespiti. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 26: 323-330.
- Jee, H.J. Nam, C.G. and Kim, C.H. 1988. Studies and Biological Control of *Phytophthora* blight of Red Pepper. Isolation of Antagonist and Evaluation of Antagonistic Activity In vitro and In greenhouse. *Korean J. Plant Pat*, 4: 305-312.
- Jiang, Z.Q., Ya-hui, G., Shi-mo, L., Hong-ying, Q. and Jian-hua, G. 2006. Evaluation of biocontrol efficiency of different *Bacillus* preparations and Weld application methods against *Phytophthora* blight of bell pepper. *Biological Control* 36: 216–223.

- Jonston, S.A. and Ristaino, J.B. 1999. Ecologically Based Approaches to Management of *Phytophthora* Blight on Bell Pepper. *Plant Disease*, 83(12):1080-1089.
- Kadioğlu, Z. 2013. Biberde Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığı *Phytophthora capsici*'ye Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 72 s.
- Koç, E. ve Üstün, A.S. 2012. *Phytophthora capsici* Leon. ile enfekte edilen duyarlı ve dayanıklı biber genotiplerinin köklerinde antioksidatif tepkiler ve lipid peroksidasyonu. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28 (5): 382-388.
- Konukoğlu, F. 2007. Kahramanmaraş'ta Biberlerde Kök ve Kökboğazı Yanıklığı Etmeni (*Phytophthora capsici* Leonian)'nin İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi ve Entegre Mücadelesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 94 s.
- Mei, X., Zhao, Q., Tan, S., Xu, Y., Shen, B. and Shen, Q. 2010. Screening, identification, and biocontrol effect of antagonistic bacteria against *Phytophthora capsici*. *J Appl Ecol*, 21(10), 2652–2658.
- Nguyen, V.L. 2015. Spread of *Phytophthora capsici* in black pepper (*Piper nigrum*) in Vietnam. *Enggineering*, 7, 506-513.
- Ölmez, F. 2006. Organik Madde ve Bazalt Tüfü Kullanımının Biberde Kök ve Kök boğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon) Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 27 s.
- Özgönen, H. and Erkıılıç, A. 2007. *Phytophthora* Blight (*Phytophthora capsici* Leonian) Control in Pepper by Salicylic Acid and Beta Amino Butyric Acid and Disease Resistance Mechanism. *J. Turk. Phytopath.* 36: 1-3: 1-19.
- Padley, L.D. and Kabelka, E.A. 2008. Evaluation of *Cucurbita pepo* Accessions for Crown Rot Resistance to Isolates of *Phytophthora capsici*. *Hortscience* 43 (7): 1996–1999.
- Parra, G. and Ristaino, J. 1998. Insensitivity to Ridomil Gold (mefenoxam) found among field isolates of *Phytophthora capsici* causing *Phytophthora* blight on bell pepper in North Carolina and New Jersey. *Plant Disease* Vol.82; pp.711.
- Paul, D. and Sarma, Y. R. 2006. Antagonistic effects of metabolites of *Pseudomonas fluorescens* strains on the different growth phases of *Phytophthora capsici*, foot rot pathogen of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Arch. of Phytopathology and Plant Protection*, Vol.39 (0); pp.1-6.
- Rajkumar, M., Lee, W. H. and Lee, K. J. 2005. Screening of bacterial antagonists for biological control of *Phytophthora* blight of pepper. *J. Basic Microbiol.* 45(1):55–63.
- Ristaino, J.B. 1990. Intraspecific variation among isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and cucurbit fields in North Carolina. *Plant Pathology*, 80: 1253-1259.
- Ristaino, J.B. and Johnston, S.A. 1999. Ecologically Based Approaches to Management of *Phytophthora* Blight on Bell Pepper. *Plant Disease* / Vol.83; 1080-1089.

- Sang, M. K., Chun, S. C. and Kim, K. D. 2008. Biological control of *Phytophthora* blight of pepper by antagonistic rhizobacteria selected from a sequential screening procedure. *Biol Control*, 46, 424–433.
- Sang, M.K., Shrestha, A., Kim, D.Y., Park, K., Pak, C.H. and Kim, K.D. 2013. Biocontrol of *Phytophthora* Blight and Anthracnose in Pepper by Sequentially Selected Antagonistic Rhizobacteria against *Phytophthora capsici*. *Plant Pathol. Jour.* 29 (2) : 154-167.
- Segarra, G., Avilés. M., Casanova. E., Borrero C. and Trillas. I. 2013. Effectiveness of biological control of *Phytophthora capsici* in pepper by *Trichoderma asperellum* strain T34. *Phytopathologia Mediterranea* 52, 1, 77–83.
- Sujkowski, L.S., Parra, G.R., Gumpertz, M. L. and Ristaino, J.B. 2000. Temporal Dynamics of *Phytophthora* blight on bell pepper in relation to the mechanism of dispersal of primary inoculum of *Phytophthora capsici* in soil. *Phytopathology*, Vol. 90; pp.148 156.
- Şahinoğlu, E. 2019. Kıpça Biberde *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg, (1976) ile Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 65 s.
- Tamietti, G. and Valentino, D. 2001. Physiological Characterisation of A Population of *Phytophthora capsici* Leon. From Northern Italy. *Journal of Plant Pathology*, 199-205.
- Tezcan, A. ve Kaman H. 2018. Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.* 33 (2): 73-82.
- Toğaç, S. 2018. Biber Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı Biber Genotiplerinin Moleküler İşaretleyiciler Yardımı ile Doğrulanması. Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 40 s.
- Trinidad-Cruz, J.R. Rincón-Enríque, G. Evangelista-Martínez, Z. and Quiñones-Aguilar, E.E. 2021. Biorational control of *Phytophthora capsici* in pepper plants using *Streptomyces* spp. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 27 (2), 85-99.
- TÜİK, 2019. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik> [Son erişim tarihi: 28.11.2021].
- TÜİK,2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=biber> [Son erişim tarihi: 28.11.2021].
- Yandoc Ables, C., Hong, J.C., Kokalis-Burelle, N., Albano, J. P., Lamb, E. M. and Rosskopf, E.N. 2013. Evaluation of biorational products for management of *Phytophthora* blight of bell pepper transplants. Online. *Plant Health Progress*.
- Xu, J., Zhao, X., Han, X. and Du, Y. 2007. Antifungal activity of oligochitosan against *Phytophthora capsici* and other plant pathogenic fungi in vitro. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Vol. 87; pp. 220-228.

7. EKLER

EK 1. Çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının 16S rRNA baz dizilimleri

1) 3 – 27F-1492R : MG651597.1 *Bacillus toyonensis*

TTGCAGCCTACAATCCGAACCTGAGAACGGTTTTATGAGATTAGCTCCACCTG
CGGTCTTGACAGCTCTTTGTACCGTCCATTGTAGCACGTGTGTAGCCCAGGTA
TAAGGGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCGGTTTGTACCG
GCAGTCACCTTAGAGTGCCCCAACTTAATGATGGCAACTAAGATCAAGGGTT
GCGCTCGTTGCGGGACTTAACCCAACATCTCACGACACGAGCTGACGACAA
CCATGCACCACCTGTCACCTCTGCTCCCGAAGGAGAAGCCCTATCTCTAGGGT
TTTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCTTCGCGTTGCTTCGAATTAAA
CCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCTTTGAGTTTCAGC
CTTGCGGCCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAATGCGTTAACTTCAGCACTA
AAGGGCGGAAACCCTCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACGGCGTGGACTA
CCAGGGTATCTAATCCTGTTTGCTCCCCACGCTTTCGCGCCTCAGTGTCAAGT
ACAGACCAGAAAGTCGCCTTCGCCACTGGTGTTCCCTCCATATCTCTACGCAT
TTCACCGCTACACATGGAATTCCACTTTCCTCTTCTGCACTCAAGTCTCCCAG
TTTCCAATGACCCTCCACGGTTGAGCCGTGGGCTTTCACATCAGACTTAAGA
AACCACCTGCGCGCGCTTACGCCCAATAATTCCGGATAACGCTTGCCACCT
ACGTATTACCGCGGCTGCTGGCACGTAATTTAGCCGTGGCTTCTGTTAGG
TACCGTCAAGGTGCCAGCTTATTCAACTA

Toplam Baz Sayısı: 862

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %99.88

2) 11– 27F-1492R : MW805747.1 *Bacillus cereus*

GGTGTTACAACTCTCGTGGTGTGACGGGCGGTGTGTACAAGGCCCGGGAA
CGTATTCACCGCGGCATGCTGATCCGCGATTACTAGCGATTCCAGCTTCATG
TAGGCGAGTTGCAGCCTACAATCCGAACCTGAGAACGGTTTTATGAGATTAG
CTCCACCTCGCGGTCTTGACGCTCTTTGTACCGTCCATTGTAGCACGTGTGT
AGCCCAGGTCATAAGGGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCG
GTTTGTACCGGCAGTCACCTTAGAGTGCCCCAACTTAATGATGGCAACTAAG
ATCAAGGGTTGCGCTCGTTGCGGGACTTAACCCAACATCTCACGACACGAG
CTGACGACAACCATGCACCACCTGTCACCTCTGCTCCCGAAGGAGAAGCCCT
ATCTCTAGGGTTTTTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCTTCGCGTTGC
TTCGAATTAAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCTT
TGAGTTTCAGCCTTGCGGCCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAATGCGTTAA
CTTCAGCACTAAAGGGCGGAAACCCTCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACG
GCGTGGACTACCAGGGTATCTAATCCTGTTTGCTCCCCACGCTTTCGCGCCT
CAGTGTCAAGTTACAGACCAGAAAGTCGCCTTCGCCACTGGTGTTCCCTCCATA
TCTCTACGCATTTACCGCTACACATGGAATTCCACTTTCCTCTTCTGCACTC
AAGTCTCCAGTTTCCAATGACCCTCCACGGTTGAGCCGTGGGCTTTCACAT
CAGACTTAAGAAACCACCTGCGCGCGCTTACGCCCAATAATTCCGGATAA
CGCTTGCCACCTACGTATTACCGCGGCTGCTGGCACGTAGTTAGCCGTGGCT
TTCTGGTTAGGTACCGTCAAGGTGCCAGCTTATTCAACTAG

EK 1.'in devamı

Toplam Baz Sayısı: 973

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %100

3) 5 – 27F-1492R: *Citrobacter freundii*

ACCNCCCCGGAACNGAANNCCGGTCCAGACTCCTTCGGGAGGCAGCAGGG
GGAATATTGCCCAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATCCCGCGTGTAGAA
GAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTACTTTCAGCGAGGAGGAAGGTGTTGTGGT
TAATAACCGCAGCAATTGACGTTACTCGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTCC
GTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACT
GGGCGTAAAGCGCACGCAGGCGGTCTGTCAAGTCGGATGTGAAATCCCCGG
GCTCAACCTGGGAACTGCATCCGAAACTGGCAGGCTAGAGTCTTGTAGAGG
GGGGTAGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATA
CCGGTGGCGAAGGCGGCCCTGGACAAAGACTGACGCTCAGGTGCGAAA
GCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGA
TGTCGACTTGGAGGTGTGCCCTTGAGGCGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTT
AAGTCGACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTG
ACGGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTGATGCAACGCG
AAGAACCTTACCTACTCTTGACATCCAGAGAACTTAGCAGAGATGCTTTGGT
GCCTTCGGGAACCTCTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTTG
TGAAATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCCTTTGTTGCC
AGCGGTCCGGCCGGGAACTCAAAGGAGACTGCCAGTGATAAACTGGAGGA
AGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGAGTAGGGCTACACAC
GTGCTACAATGGCATATACAAAGAGAAGCGACCTCGCGAGAGCAAGCGGA
CCTCATAAAGTATGTCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCCATGA
AGTCGGAATCGCTAGTAATCGTGGATCAGAATGCCACGGTGAATACGTTCC
CGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACACCATGGGAGTGGGT

Toplam Baz Sayısı: 1114

Dizi Eşleşme Oranı: %98

Benzerlik Oranı: %99.54

4) 15 – 27F-1492R: *Serratia fonticola*

TGACGAGCGGCGGACGGGTGATTAATGTCTNNGAACTGCCCGATGGAGGG
GGATAACTACTGGAAACGGTATCTAATACCGCATAACGTCTTCGGACCAAA
GTGGGGGACCTTGCGGCGCCTCACACCATCGGATGTGCCCAGATGGGATTA
GCTAGTAGGGGGGGTAATGGCTCACCTAGGCGACTATCCCTAGCTGGTCTG
AGAGGATGACCACCACTCTGGAAGTACACACGGCCCACTCCTACGGG
AGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAGTGGGCGCAAGCCTGATGCACCCATG
CCGCGTNGTGAGAAAAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGCTCTTTCAGCGAAGAA
GAAGGGTTCGGTGTTAATAGCACCGTTCATTGACGTTACTCACAAAAAAG
CACCGGCTATCTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGAGGGTGCAAGCGT
TAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCACGCAGGCGGTTTGTAAAGTCAGA
TGTGAAATCCCCGAGCTTAACTTGGGAACTGCATTTGAAACTGGCAATCTAG
AGTCTTGTAGAGGGGGGTAGAATTCCGGGTGTAGCGGAGAAATGCATAGAG
ATCTGAGAGGAATACCGGTGGCGAAGGCGCCCCCTGAACAAAGACTGACT
CTCAGGTGCGAAAGCGTGGGAGAGCAACACAGAGATTATATACCCCTGGGT

EK 1.'in devamı

AGTCCACTCTGTAAACTATGTCCCACTTGAGAGGGTGTGCCCCTTGAAGGC
 GTGGTCTTCCGAGATCTAAACGCGTTTAAACTCCCACCCGCCCTGGGAGAGT
 ACGGCCCGCAAGGGATAAAAACTCAAAATGAATTTGACGGGGGGCCCCGCC
 ACAAAGCGGGTGGGAGTATGTGGGTTTTTAATTCNGATGCAACGCGAAGAA
 CCTTACCTACTCTTGACATCCACAGAACTTTCCAGAGATGGATTGGTGCCTT
 CGGGAACGTGTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGTGAA
 ATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCCTTTGTTGCCAGCA
 CGTAATGGTGGGAA

Toplam Baz Sayısı: 1090

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %92.94

5) 19 – 27F-1492R: *Bacillus thuringiensis*

GTTAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACCTGCTCCATAAGACTG
 GGATAACTCCGGGAAACCGGGGCTAATACCGGATAACATTTTGAAGTGCAT
 GGTTGCAAATTGAAAGGCGGCTTCGGCTGTCACTTATGGATGGACCCGCGT
 CGCATTAGCTAGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCAACGATGCGTACC
 CGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGGACTGACACACGGCCCACACTC
 CTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAGTCTGACGG
 AGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGCTTTCGGGTGCTAAAACTCTGTTGTT
 AGGGAAGAACAAGTGCTAGTTGAATAAGCTGGCACCTTGACGGTACCTAAC
 CAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGG
 CAAGCGTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGCGCGCGCAGGTGGTTTCTTA
 AGTCTGATGTGAGAGCCCACGGCTCAACCGTGGAGGGTCATTGGAAACTGG
 GAGACTTGAGTGCAAGAGGAGAGTGGAATTCCATGTGTAGCGGTGAAAT
 GCGTAGAGATATGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTTTCTGGTCTGTA
 ACTGACACTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGAGCACACAGGATTAGATACCCTG
 GTAGTCCACGCCGTACACGATGAGTGCTAAGTGTTAGAGGGTTTCCGCCCTT
 TAGTGCTGAAGTTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGAGAGTACGGCCGCAA
 GGCTGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATG
 TGGTTTAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTCTG
 AAAACCCTAGAGATAGGGCTTCTCCTTCGGGAGCAGAGTGACAGGTGGNTG
 CATGGTTGTGTCGTCAGCTCGTGTGTCGTGANGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACG
 AGCGCAACCCNTTGATCTTAGTTGCCATCATTAAGTTGGGCACTCTAAGGTG
 ACTGCCGGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAATCATCATGC
 CCCTTATGACCT

Toplam Baz Sayısı: 1137

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %98.94

6) 23 – 27F-1492R: *Achromobacter xylosoxidans*

AGTGGGAANTTANGACAAGGGGGAAACCGGATCCAGCCATCCCGCGTTGA
 GATGAAGGCTTCNGGATGTAAAGCATTTTGGCAGGAAAGNAACGTCATGGN
 NTAATACCCCGTGAAGTACGGGTACCTGCAGAATAAGCACCGGTTAATTAC
 GTCCCAGCAGCCGCGGTAATACGTACGGTGCAAGCGTTGATCGGAATTACT
 GGGCGTAAAGCGTGCGCAGGCGGTTTCGTAAAGAAAGATGTGANATCCCAG

EK 1.'in devamı

AGCTTAACTTGGGCACTGCATTTTTAACTACCGAGCTAGAGTGTGTCAGAGG
 GAGGTGGAATTCCGCGTGTAGCAGTGAAATGCGTAGATATGCGGAGGAACA
 CCGATGGCGAAGGCAGCCTCCTGGGATAACACTGACGCTCATGCACGAAAG
 CGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGAT
 GTCAACTAGCTGTTGGGGCCTTCGGGCCTTGGTAGCGCAGCTAACGAGTGA
 AGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGATTAATAACTCAAAGGAATTG
 ACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGATGATGTGGATTAATTACGATGCAACGC
 GAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGTCTGGAATTCTGAAGAGATTCGGAA
 GTGCTCGCAAGAGAACCGGAACACAGGTAGCTGTCAGTGGCTCGTCGTCAN
 GCTCGGTGTGCGTGATGATGTTTAGGGGTTCAAGTCCCGCAACGA

Toplam Baz Sayısı: 758

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %94.64

7) 26 – 27F-1492R: *Enterobacter cloacae*

CCGCATAACGTCTTCGGACCAAAGAGGGGGACCTTCGGCGCCTCTTGCCAT
 CAGATGTGCCCAGATGGGATTAGCTAGTAGGTGGGGTAACGGCTCACCTAG
 GCGACGATCCCTAGCTGGTCTGAGAGGATGACCACCCACACTGGAAGTAC
 ACACGGTCCACACTCCTNACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATG
 GGCGCAAGCCTGATGCACCCATGCCGCGTGTATGAAGAAGGCCTTCGGGTT
 GTAAAGTACTTTCAGCGGGGAGGAAGGTGTTGCGGTTAATAACCGCAGCAA
 TTGACGTTACCCGCAAAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCG
 GTAATACGGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCAC
 GCAGGCGGTCTGTCAAGTCGGATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAAC
 TGCATTTCGAAACTGGCAGGCTAGAGTCTTGTAGAGGGGGGTAGAATTCCAG
 GTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATACCGGTGGCGAAGGC
 GGCCCCCTGGACAAAGACTGACGCTCAGGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAA
 CAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGTCGACTTGGAGG
 TTGTGCCCTTGAGGCGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTTAAGTCGACCGCCTG
 GGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGGGCCCCGCAC
 AAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGAANCCTTACCT
 GGTCTTGACATCCACAGAACTTTCCAGAGATGGATTGGTGCCTTCGGGAAC
 GTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTTGTGAAATGTTGGGT
 TAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCCTTTGTTGCCAGCGGTCCGGCCG
 GGAAGTCAAAGGAGACTGCCAGTGATAAACTGGAGGAAGGTGGGGATGAC
 GTCAAGTCATC

Toplam Baz Sayısı: 1032

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %98.55

8) 39 – 27F-1492R: *Alcaligenes faecalis*

GCCCTACGGGGGAAAGGGGGGGATCGCAAGACCTCTCACTATTGGAGCGGC
 CGATATCGGATTATCTAGTTGGGGGGGTAAAGGCTCACCAAGGCAACGATC
 CGTAGCTGGTTTGAGAGGACGACCACCCACACTGGGACTGAGACACGGCCC
 AACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTGGACAATGGGGGAAACCC
 TGATCCACCCCTCCCGCNGTGTATGATGAAGGCCTTCGGGTTGTAAAGTACT

EK 1.'in devamı

TTTGGCAGAGAAGAAAAGGTATCCCCTAATACGGGATACTGCTGACGGTAT
 CTGCAGAATAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTA
 GGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGTGTGTAGGCGGTT
 CGGAAAGAAAGATGTGAAATCCCAGGGCTCAACCTTGGAAGTGCATTTTA
 ACTGCCGAGCTAGAGTATGTCAGAGGGGGGTAGAATTCCACGTGTAGCAGT
 GAAATGCGTAGATATGTGGAGGAATACCGATGGCGAAGGCAGCCCCCTGGG
 ATAATACTGACGCTCAGACACGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGAT
 ACCCTGGTAGTCCACGCCCTAAACGATGTCAACTAGCTGTTGGGGCCGTTAG
 GCCTTAGTAGCGCAGCTAACGCGTGAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGTC
 GCAAGATTAAACTCAAAGGAATTGACGGGGACCCGCACAAGCGGTGGAT
 GATGTGGATTAATTCGATGCAACGCGAAAAACCTTACCTACCCTTGACATGT
 CTGGAAAGCCGAAGAGATTTGGCCGTGCTCGCAAGAGAACCGGAACACAG
 GTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCC
 CAACGAGCGCAACCCTTGTCATTAGTTGCTACGCAAGAGCACTCTAATGAG
 ACTGCCGGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGAT

Toplam Baz Sayısı: 1003

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %99.40

9) 41 – 27F-1492R: *Pseudomonas koreensis*

GCTCCTGGATTCAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAATCTGCCTGG
 TAGTGGGGGACAACGTTTCGAAAGGAACGCTAATACCGCATACGTCCTACG
 GGAGAAAGCAGGGGACCTTCGGCGCCTTGCGCTATCAGATGAGCCTAGGTC
 GGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGATCCGTAAC
 GGTCTGAGAGGATGATCAGTCACACTGGAAGTACACACGGTCCACACTCC
 TACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGCGAAAGCCTGATCC
 ACCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATTGTAAAGCACTTTAAGTT
 GGGAGGAAGGGTTGTATATTAATACTCTGCTGTTTTGACGTTACCGACAGAA
 TAAGCACCGGCTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAA
 GCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCGCGTAGGTGGTTTGTAAAGTT
 GGATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAACTGCATCCAAAAGTGGCAAG
 CTAGAGTATGGTAGAGGGTGGTGGAAATTTCTGTGTAGCGGTGAAATGCGT
 AGATATAGGAAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACCACCTGGACTGATACT
 GACACTGAGGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGNATTAGATAACCCTGG
 TAGTCCACGCCGTAAACGATGTCAACTAGCCGTTGGGAGCCTTGAGCTCTTA
 GTGGCGCAGCTAACGCATTAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGG
 TTAATACTCAAATGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGG
 TTTAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCTTACCAGGCCTTGACATCCAATGAA
 CTTTCCAGAGATGGATTGGTGCTTCGGGAACATTGAGACAGGTGCTGCAT
 GGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGTAACGAGCG
 CAACCCTTGTCCTTAGTTACCAGCACGTAATGGTGGGCACTCTAAGGAGACT
 GCCGGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCC
 TTACGGCCTGGGCTACACACGTGCTACAATGGTCGGTACAAAGGGTTGCCA
 AGCCGCGAGGTGGAGCTAATCCCATAAAACCGATCGTAGTCCGGATCGCAG
 TCTGCAACT

EK 1.'in devamı

Toplam Baz Sayısı: 1236

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %99.35

10) 44 – 27F-1492R: *Lelliottia amnigena*

GTCTGGGAAACTGCCTGATGGAGGGGGATAACTACTGGAAACGGTAGCTAA
TACCGCATAACGTCGCACGACCGAAGAGGGGGACCTTCGGCGCCTCTTGCC
ATCAGATGTGCCAGATGGGATTAGCTAGTAGGTGGGGTAACGGCTCACCT
AGGCGACGATCCCTAGCTGGTCTGAGAGGATGACCACCCACACTGGAAGTG
ACACACGGTCCACACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAAT
GGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAGGCCTTCGGGT
TGTAAGTACTTTCAGCGAGGAGGAAGGCATTGTGGTTAATAACACAGTG
ATTGACGTTACTCGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGC
GGTAATACGGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCA
CGCAGGCGGTCTGTCAAGTCGGATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAA
CTGCATTCGAAACTGGCAGGCTAGAGTCTTGTAGAGGGGGGTAGAATTCCA
GGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATACCGGTGGCGAAGG
CGGCCCCCTGGACAAAGACTGACGCTCAGGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAA
ACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGTCGACTTGGAG
GTTGTTCCCTTGAGGAGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTTAAGTCGACCGCCT
GGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGGGCCCGC
ACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACC
TACTCTTGACATCCACGGAATTTAGCAGAGATGCTTTAGTGCCTTCGGGAAC
TGTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGTGAAATGTTGGG
TTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCCTTTGTTGCCAGCGGTTCCGGC
GGGAAGTCAAAGGAGACTGCCAGTGATAAACTGGAGGAAGGTGGGGATGA
CGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGAGTAGGGCTACACACGTGCTACAATGG
CGTATACAAAGAGAAGCGACCTCGCGAGAGCAAGCGGACCTCATAAAGTA
CGTCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCCAT

Toplam Baz Sayısı: 1210

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %99.42

11) 51 – 27F-1492R: *Bacillus mojavensis*

TGTTAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGAGTAACCTGCCTGTAAGACT
GGGATAACTCCGGGAAACCGGGGCTAATACCGGATGCTTGTGTTGAACCGCA
TGGCTTCAAACATAAAAGGTGGCTTCGTGCTACCACTTACAGATGGACCCG
CGGCGCATTAGCTAGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCAACGATGCGT
ACCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACNACTGGGACTGACACACGGCCAC
ACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAGTCTG
ACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAATGTTTTAGATNCGTAAAGCTCTG
TTGTTAGGGAAGAACAAGTACCGTTTCGAATNAGGGCGGTACCTTGACGGTA
CCTAACCAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGT
AGGTGGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGT
TCCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCCGGCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGA

EK 1.'in devamı

AACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAAATTCACGTGTAGCG
 GTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCACTGGCGAAGGCGACTCTCTG
 GTCTGTAAGTACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAG
 ATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTT
 TCCGCCCTTAGTGCTGCAGCTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTAC
 GGTGCGCAAGACTGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGT
 GGAGCATGTGGTTTNAATTGGAAGCAACGCGAAGAACCCTTACCAGGTCTTG
 ACATCCTCTGACAATCCTAGAGATAGGACGTCCCTTCGGGGGCAGAGTGA
 CAGGTGGTGCATGGTTGTCGTCAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTC
 CCGCAACGAGCGCAACCCTTGATCTTAGTTGCCAGCATTCAGTTGGGCACTC
 TAAGGTGACTGCCGGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAAT
 CATCATGCCCTTATGACCTGGGCTACACACGTGCTACAATGGACAGAACA
 AAGGGCAGCGAAACCGCGAGGTTAAGCCAATCCCACAAATCTGTTCTCAGT
 TCGGATCGCAGTCTGCAACTCGACTGCGTGAAGCTGGAATCGCTAGTAATC
 GCGGATCAGCATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCC
 C

Toplam Baz Sayısı: 1326

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %99.10

12) 22 – 27F-1492R: *Pseudomonas chlororaphis*

CACACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGCGAAAG
 CCTGATCCACCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATTGTAAAGCA
 CTTTAAGTTGGGAGGAAGGGTACTTACCTAATACGTGAGTATTTTGACGTAA
 CCGACACAATAAGCACCGGCTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAG
 AGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGTAAAGCGCGCGTAGGTGGT
 TCGTTAAGTTGTATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCTGGGAACTGCATCCTAA
 ACTGGCGAGCTAGAGTATGGTAGAGGGTGGTGGAAATTCCTGTGTAGCGGT
 GATATGCGTAGATATAAGAAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACCACCTGG
 CACTGATACTGACACTGAGGTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAG
 ATTCCCTGGTAGTTCACCCCGTAAACGATGTCAACTAGCCGTTGGGATCCTT
 GAGCTCTTAGTGCGCAGCTAACGCATTAAGTTGACCCCTGGGGAGTACG
 GCCGCAAGGTTAAAAATCAAATGAATTGACGGGGGGCCCCCCCCCAGCGGTGG
 AGCATGTGGTTTAAATTTGAAGCAACGCGAAGAACCCTTACCAGGCCTTGACA
 TCCAATGAATCTTCTAGAGATAGCGGAGTGCCTTCGGGAGCATTGAGACAG
 GTGCTGCATGGCTGTTGTCAGCTTGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCG
 TAACGAGCGCAACCCTTGTCCTTAGTTACCAGCAGGTCATGGTGGGCACTCT
 AAGGAGACT

Toplam Baz Sayısı: 827

Dizi Eşleşme Oranı: %100

Benzerlik Oranı: %97.22

ÖZGEÇMİŞ

Seda ÇALIKOĞLU

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2015-2019	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi 2020-Devam Ediyor	Merkez Anadolu Kimya Sanayi Üretim Paz. Taah. Tic. Ltd. Şti Ar-Ge Bölümü
---------------------------------------	---