

**DOMATES ÖZ NEKROZUNA NEDEN OLAN  
ETMENLERE KARŞI PGPR VE BİYOAJAN  
BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ  
KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE  
İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Selma AKTAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Fitopatoloji Bilim Dalı  
Doç. Dr. Recep KOTAN  
2015**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DOMATES ÖZ NEKROZUNA NEDEN OLAN ETMENLERE  
KARŞI PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK  
KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE  
İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Selma AKTAŞ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI  
Fitopatoloji Bilim Dalı**

**ERZURUM  
2015**

**Her Hakkı Saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**DOMATES ÖZ NEKROZUNA NEDEN OLAN ETMENLERE KARŞI PGPR VE  
BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA  
BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Recep KOTAN danışmanlığında, Selma AKTAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma ...07.../01.../2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı – Fitopatoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Recep KOTAN

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Melek EKİNCİ

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Elif TOZLU

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 15.../01.../2015 tarih ve 02.../51... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU  
Enstitü Müdürü

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

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### DOMATES ÖZ NEKROZUNA NEDEN OLAN ETMENLERE KARŞI PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Selma AKTAŞ

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Fitopatoloji Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Recep KOTAN

Farklı bakteriyel patojenlerin sebep olduğu domates öz nekrozu hastalığı Türkiye’de sera koşullarında ciddi verim kayıplarına sebep olmaktadır. Bu hastalık için etkili kimyasal kontrol yöntemleri bulunmamakta ve hastalığın kontrolünde sadece kültürel bazı uygulamalar önerilmektedir. Bu çalışmada; epifitik ve endofitik bakterilerinin domateste öz nekrozu hastalığının kontrolünde imkanları araştırılmıştır. Çalışmada dört farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Pantoea* and *Agrobacterium* sp.) ait toplam 14 bitki gelişimini teşvik eden bakteri ve on farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bergeyella*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Salmonella* and *Stenotrophomonas*) ait toplam 132 potansiyel biyoajan bakteri izolatu kullanılmıştır. Bu bakteriler daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda; yabani ve kültür bitkilerinin toprak altı veya toprak üstü aksamlarından izole edilerek, yağ asit metil esterleri profillerine göre Microbial Identification System (MIS)’i kullanılarak tanılanmıştır. Potansiyel biyokontrol bakteriler petri denemelerinde patojene karşı antagonistik ve/veya hiperparasitik özelliklerinin belirlenmesi için test edilmiştir. Sıvı taşıyıcı materyal kullanılarak, kök uygulamaları için toplam dokuz bakteri formülasyonu (petri denemelerinde antagonistik ve/veya hiperparasitik etki gösteren 14 bakteri izolatından oluşan) ve yaprağa sprey uygulamaları için toplam iki bakteri formülasyonu (daha önce yürütülen çalışmalarda bitki gelişim aktiviteleri belirlenmiş 8 bakteri izolatından oluşan) hazırlanmıştır. Sadece taşıyıcı materyal, ticari mikrobiyal gübre (BM-MegaFlu) ve bakteri uygulaması yapılmayan uygulamalar kontrol olarak kullanılmıştır. Bu uygulamalar sera koşullarında domates öz nekrozu hastalığının kontrolü, bazı bitki gelişim parametreleri ve bitkideki klorofil miktarı üzerine etkinlikleri bakımından test edilmiştir. Kök daldırma ve yaprak spreyi şeklinde kullanılan bu bakteriyel formülasyonların birçoğunun hem hastalığı kontrol ettiği, hemde bitki gelişimi ve bitki klorofil miktarında artışlara sebep oldukları tespit edilmiştir. Sonuç olarak; bu formülasyon içerisinde bitki gelişim parametreleri ve hastalık kontrolü açısından en etkili bulunan B3+BA-A, B3+BA-B ve B4+BA-B uygulamalarının domates yetiştiriciliğinde hem domates öz nekrozu hastalığının kontrolünde biokontrol ajanı hem de bitki gelişiminde mikrobiyal gübre olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

**2014, 61 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** *Bacillus*, Biyolojik mücadele, biyopestisit, domates, PGPR, öz nekrozu, *Pseudomonas*

## ABSTRACT

Master Thesis

### INVESTIGATION OF BIOLOGICAL CONTROL POSSIBILITIES OF TOMATO PITH NECROSIS USING PGPR AND BIO-CONTROL BACTERIA IN CONTROLLED CONDITION

Selma AKTAŞ

Atatürk University  
Natural Sciences Institute  
Department of Plant Protection  
Department of Phytopathology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Recep KOTAN

Tomato pith necrosis, incited by different bacterial pathogens, causes serious losses to greenhouse growers in Turkey. There is no effective chemical control method for this disease and only cultural practices are recommended for preventing the disease. In this study, we investigated the possibility of biological control of the disease by using both plant growth promotion bacteria (PGPR) and biological control agents on tomato plants. A total of 14 plant growth promotion bacteria belonging to four different genera (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Pantoea* and *Agrobacterium* sp.) and a total of 132 potential biocontrol bacteria belonging to ten different genera (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bergeyella*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Salmonella* and *Stenotrophomonas*) were used in this study. They were isolated from under-ground or above-ground of wild and cultivated plants in the previous studies were identified using fatty acid methyl esters profiles by the Microbial Identification System (MIS). The potential biocontrol bacterial strains were tested to determine their antagonistic and/or hyperparasitic properties against the pathogen on Petri plate assays. A total of nine bacterial formulations (consist of 14 bacterial strains showed antibiosis and/or hipeparasitic effect on Petri plate) for root applications and two bacterial formulations (consist of 8 bacterial strains selected by determining plant growth promotion activity in previous study) for foliar spray applications was prepared using broth carrier material. Only broth carrier material, trade microbial biofertilizer (BM-MegaFlu) and no bacteria applications were used as control. These applications were tested for suppressing of tomato pith necrosis disease control in tomato plants, on the activities of some plant growth parameters and in terms of the amount of chlorophyll in the plant in greenhouse conduction. Many of the bacterial formulations used for root dipping and foliar spray application suppressed both the disease and provided important contributions to the development of the plant and caused some increases the amount of chlorophyll in the plant. Consequently, our results indicated that the most effective formulation (B3+BA-A, B3+BA-B ve B4+BA-B) caused plant growt and disease suppression of all these formulations can be used as bio control agent for tomato pith necrosis disease and biofertilizer for tomato production.

**2014, 61 pages**

**Keywords:** *Bacillus*, Biocontrol, biopesticide, tomato, PGPR, pith necrosis, *Pseudomonas*

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımın her aőamasını özenle takip eden, fikirleri ve düşünceleri ile daima bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Recep KOTAN'a; özellikle çalıőmalarım süresince yakın ilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen çok değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Kenan KARAGÖZ ve Yrd. Doç. Dr. Fatih DADAŞOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Yine çalıőmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Sayın Gökhan ERARSLAN'a; çalıőmalarımı yürüttüğüm laboratuvarların kurulmasında büyük emeği geçen değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN'e; burada isimlerini sayamadığım, birlikte çalıőmaktan büyük zevk duyduğum, aynı zamanda çok Őey öğrendiğim değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma; hayatımın her döneminde seçimlerimi yargılamadan bana destek olan sevgili aileme teşekkür ederim.

**Selma AKTAŞ**

**Kasım, 2014**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>8</b>
<b>3. MATERYAL ve METOD.....</b>	<b>17</b>
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Yararlanılan cihazlar .....	17
3.1.2. Çalışmada kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanışı.....	18
3.1.3. Çalışmada kullanılan patojen bakteriler .....	19
3.1.4. Çalışmada kullanılan PGPR bakteri izolatları.....	20
3.1.5. Çalışmada kullanılan biyoajan bakteri izolatları .....	21
3.1.6. Çalışmada kullanılan domates çeşidi .....	21
3.1.7. Çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının muhafazası .....	22
3.2. Metod.....	22
3.2.1. Patojen bakteri izolatlarının MIS ve BIOLOG sisteminde tanınması .....	22
3.2.2. Patojen bakteri izolatlarının domates bitkisinde patojenite testi .....	23
3.2.3. Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının petride patojenlere karşı test edilmesi .....	23
3.2.4. Saksı toprağının hazırlanması .....	24
3.2.5. PGPR ve biyoajan bakteri formülasyonlarında kullanılan sıvı taşıyıcı.....	24
3.2.6. PGPR bakteri uygulamaları ve domates fidelerinin saksılara transferi.....	24
3.2.7. Biyoajan ve patojen bakteri uygulamaları.....	26
3.2.8. Sonuçların değerlendirilmesi.....	27
3.2.9. Yaprakta klorofil miktarı (SPAD değeri).....	27
3.2.10. Sonuçların analiz edilmesi.....	27

<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>28</b>
4.1. Patojen Bakterilerin MIS ve BIOLOG Tanı Sonuçları .....	28
4.2. Patojen Bakterilerin Domates Bitkisindeki Patojenite Test Sonuçları.....	28
4.3. Potansiyel Biyoajan Bakterilerin Petride Patojen Bakteri İzolatlarına Karşı Hiperparazitik ve Antibiyosis Etkinlik Sonuçları.....	30
4.4. PGPR ve Biyoajanların Saksıda Bitki Gelişimi ve Hastalık Şiddeti Üzerine Etkinlik Sonuçları .....	36
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>43</b>
KAYNAKLAR .....	53
ÖZGEÇMİŞ .....	62



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
Cm	Santimetre
Da	Dekar
dH <sub>2</sub> O	Distil su
Dk	Dakika
G	Gram
Kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan bakteri sayısı
L	Litre
Mg	Miligram
ml	Mililitre
NA	Nutrient Agar
PDA	Patates dextrose agar
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacter
Sa	Saat
sdH <sub>2</sub> O	Steril ve distil su
sH <sub>2</sub> O	Steril su
Sn	Saniye
TSB	Tryptic Soy Agar
TSB	Tryptic Soy Broth
TSBA	Tryptic Soy Broth Agar

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 3.1.</b> Patojen bakterilerin izole edildiği öz nekrozu simptomu görülen hastalıklı domates gövde örnekleri .....	19
<b>Şekil 4.1.</b> Patojen bakteri izolatlarının domates bitkisinde patojenite test sonuçları.....	29
<b>Şekil 4.2.</b> Petri denemelerinden bir görünüm .....	30
<b>Şekil 4.3.</b> Uygulamalara ait sera denemelerinden genel bir görünüm .....	36
<b>Şekil 4.4.</b> Uygulamaların bitki gelişim parametreleri ve hastalık şiddeti üzerine etkisini gösteren sera denemelerinden görseller .....	40

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Saksı denemelerinde kök daldırmada oluşturulan biyofarmülasyon kombinasyonlarında kullanılan bakteri izolatları .....	20
<b>Çizelge 3.2.</b> İn-vitro Petri denemelerinde patojenlere karşı test edilen ve etkili bulunan toplam bakteri tür ve bu türlere ait izolat sayıları .....	21
<b>Çizelge 3.3.</b> Saksı denemelerinde kök daldırmada kullanılan bakteri formülasyonlarında kullanılan bakteri izolatları ve kontrol uygulamaları .....	25
<b>Çizelge 3.4.</b> Saksı denemelerinde biyoajan olarak kullanılan bakteri formülasyonlarında kullanılan bakteri izolatları.....	26
<b>Çizelge 4.1.</b> Çalışmada kullanılan patojen bakteri izolatlarının yağ asidi metil esterleri sonucuna göre MIS ve BIOLOG tanı sonuçları.....	28
<b>Çizelge 4.2.</b> İn-vitro Petri denemelerinde <i>E. chrysanthemi</i> Ant 17a patojenine karşı test edilen potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının hiperparazitik ve antibiyosis etkinlikleri.....	31
<b>Çizelge 4.3.</b> İn-vitro Petri denemelerinde <i>P. viridiflava</i> Ant 7b patojenine karşı test edilen potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının hiperparazitik ve antibiyosis etkinlikleri.....	35
<b>Çizelge 4.4.</b> Uygulamaların domates bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, çiçek sayısı, klorofil miktarı ve domates öz nekrozu hastalık şiddeti üzerine ( $p>0,05$ ) etkisi .....	37

## 1. GİRİŞ

Domates (*Lycopersicon esculentum* L.); *Personatae* takımının *Solanaceae* familyasının *Lycopersicon* cinsine bağlı ılıman iklimlerde yıllık, tropikal bölgelerde ise çok yıllık bir bitkidir (Seniz 1992). Dünyanın değişik ülkelerinde farklı ekolojiler de en çok yetiştirilen ve tüketilen, adaptasyon yeteneği oldukça güçlü olan bir sebze türü olup; Anavatanı Orta Amerika ile Güney Amerika'nın kuzey kesimleri, ekvatorun 30° kuzey ve güneyinde kalan bölge ve içinde yer alan Peru ve Meksika'dır (Ercan vd 2002). Peru'dan diğer ülkelere yayıldığı, Türkiye'ye ise Adana'dan girdiği bilinmektedir.

Domates; dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelir. İnsan beslenmesindeki vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle Türkiye için de büyük önem arz etmektedir (Keskin ve Gül 2004; Günay 2005). Ucuz ve bol vitamin kaynağı olması, besleyici ve lezzetli özelliğinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen sebzelerden olup; turfanda olarak yetiştirilebilmesi nedeni ile her mevsimde tüketilebilmektedir.

Ülkemizde hemen her yerde hem açık alanda hem örtü altında sofralık ve sanayii domatesi üretilmektedir. Özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde çok geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır (Vural *et al.* 2000). Sofralık domates üretimi en fazla Akdeniz Bölgesi'nde kışın plastik ve cam seralarda, yazın ise tarlalarda yapılmaktadır. Türkiye; Dünya domates üretiminde Çin, Hindistan ve ABD'den sonra dördüncü sırada yer almakta olup; Dünya taze domates üretiminin %8'e yakını Türkiye tarafından karşılanmaktadır (FAO 2010; Keskin 2012).

Türkiye'de 2013 verilerine göre; 199.372 hektar alandan 11.820.000 ton domates üretimi gerçekleşmiştir. Dünyada ise yine 2013 verilerine göre 4.621.294 hektar alandan 156.477.012 ton üretim meydana gelmiştir. Ülkemiz örtüaltı üretim de 2013 verilerine göre alçak tünelde 14.539 da alandan 82.884 ton, yüksek tünelde 12.995 da alandan

163.117 ton, cam serada 54.241 da alandan 739.738 ton, plastik serada 171.559 da alandan 2.215.191 ton üretim olmuştur (TUIK 2013).

Bitkilerde biyotik ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan verim kayıpları söz konusudur. Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) tarafından yayınlanan istatistiklere göre her yıl dünya tarım ürünlerinin en az %12'lik bir bölümü (tarla ve depo şartlarında) patojen mikroorganizmaların neden olduğu bitki hastalıkları ve %20'lik bir bölümü ise böceklerden dolayı kaybedilmektedir (Agrios 1997). Bu oran az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde daha fazladır. Verim ve kalite üzerine olumsuz etki eden biyotik faktörler arasında; hastalık etmeni olarak bilinen patojenler (funguslar, bakteriler, vasküler bakteriler, virüsler ve viroidler), zararlılar olarak bilinen hayvansal organizmalar (böcekler, akarlar, nematodlar, salyangozlar, sümüklü böcekler, kemirgenler, memeliler ve kuşlar) ve yabancı otlar sayılabilir. Hastalık, zararlı ve yabancı otlar; kültür bitkilerinde %25-30'a varan ürün kayıplarına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar; bitki hastalıklarına %60-75 oranında fungus ve bakteriler, %10-15 oranında virüs ve viroidler, %10 oranında ise diğer patojenler ve çevresel faktörlerin sebep olduğunu göstermektedir (Agrios 1997).

Domateste fungal ve viral hastalık etmenlerinin yanı sıra pek çok bakteriyel etmen de önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bunlar kısaca aşağıda sıralanmıştır.

Fungal hastalıklar; domateste kurşuni küf hastalığı (*Botrytis cinerea*), domates mildiyösü hastalığı (*Phytophthora infestans*), domates yaprak küfü hastalığı (*Cladosporium fulvum*), erken yanıklık hastalığı (*Alternaria solani*), külleme hastalığı (*Leveillula taurica*), kök boğazı yanıklığı hastalığı (*Phytophthora capsici*) ve fidelerde kök çürüklüğü-çökerten hastalığı (*Phythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria* ve *Sclerotinia* türleri)'dir. Viral hastalıklar; domates lekeli solgunluk virüs hastalığı (Tomato spotted wilt tospovirus), domates mozayik virüs hastalığı (Tomato mosaic tobamovirus), hıyar mozayik virüs hastalığı (Cucumber mosaic cucumovirus)'dir. Bakteriyel hastalıklar ise; domateste bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), domates bakteriyel benek hastalığı

(*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), domates bakteriyel kara leke hastalığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*), domates bakteriyel solgunluk hastalığı (*Ralstonia solanacearum*), domateste stolbur (*Phytoplasma* türleri) ve domates öz (gövde) nekrozu hastalığı (*Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas mediterranea*, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica* ve *Erwinia chrysanthemi*)'dir (Scortichini 1992).

Gövde-öz nekrozuna sebep olan etmenlerin domateste oluşturdukları belirtiler gövde, petiol, yaprak ve meyve olmak üzere tüm toprak üstü kısımlarında görülmektedir. Hastalık domates gövdesinde lekelenmelere, petiol ve meyve sapında lezyonlara, özde kahverengileşme ve boşalmaya ve iletim demetinde renk değişimine neden olmaktadır. Bitkilerde genel bir sararma gövdenin dış yüzeyinde kahverengimsi siyah lekeler şeklinde gözlenir. Gövdenin boyuna kesiti alındığında gövdedeki koyu nekrotik alanların iletim demetleri boyunca yayıldığı görülür. Hasta bitkilerin alt yapraklarında sararma artarak tüm bitkiyi sarar. Bu belirtilerden meydana gelen hastalık bazı seralarda ciddi zararlara neden olmaktadır. Bitkiler hasada kadar canlı kalmakta fakat meyve tutumu az olmakta ve gelişme gerilemektedir (Aysan vd 2002).

Domatesde gövde nekrozuna neden olan etmenlerin oluşturduğu hastalık belirtileri genelde benzer olmasına rağmen dış belirtilerde bazı farklılıklar olduğu Üstün ve Saygılı (2001) tarafından bildirilmiştir.

Gövde nekrozu etmenlerinden biri olan *P. viridiflava*; yaprak sapında sararma, alt yapraklarda solgunluk, gövdede budama yerleri yakınında kahverengi-siyah lekeler neden olmaktadır. Goumas and Moudofaris (1996) ile Goumas *et al.* (1999) *Pseudomonas viridiflava*'nın domates meyvelerinde yüzeysel, yuvarlak, 1.5-2 cm çapında gümüş renkli lekeler de neden olduğunu rapor etmişlerdir. Bu etmenin ülkemizde domateslerde gövde nekrozuna neden olduğu Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Aysan ve Yıldız (2000), Ege bölgesinde Üstün ve Saygılı (2001) tarafından bildirilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde domateslerde gövde nekrozuna neden olan

*Pseudomonas* türlerinin %12'si *P. viridiflava* olarak tanılanmıştır (Aysan ve Çınar 2001).

Domates öz nekrozuna neden olan *P. cichorii*'nin varlığı ilk olarak Yeni Zelanda'da belirlenmiştir (Wilkie and Dye 1974). Ülkemizde ise; Ege Bölgesi'nde (Demir ve Gündoğdu 1988) ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Tokgönül 1995) etmenin varlığı bildirilmiştir. Üstün ve Saygılı (2001) Ege Bölgesi domates seralarında öz nekrozu hastalığına neden olan etmenlerden %26'sını *P. cichorii* olarak tanılamışlardır. Patojen domates bitkisinin gövdesi üzerinde başlangıç noktasından itibaren 30 cm ve daha fazla uzunlukta olan koyu yeşilden kahverengiye dönen düzensiz su emmiş lezyonlar oluşturur. Gövde içinde ise iletim demetlerinde renklenme meydana gelir. Özde başlangıçta açık kahverengi olan nekrozlar daha sonra koyu kahverengiye dönmektedir. Meyve belirtilerine ise rastlanılmamıştır (Üstün ve Saygılı 2001).

Diğer bir patojen olan *P. corrugata* Dünyada ilk defa Scarlett *et al.* (1978) tarafından 1971 yılında İngiltere'de domates seralarında rapor edilmiştir. Etmenin pek çok ülkede varlığı ilerleyen yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Üstün, 2000). Hastalık daha sonra İtalya'da (Fiori *et al.* 1983), ABD'de San Diego ve Kalifornia'da (Lai *et al.* 1983), Florida'da (Jones *et al.* 1983), İsrail'de (Zutra and Kritzman 1983), Yeni Zelanda'da (Clark and Watson 1986), Japonya'da (Natsuaki and Kagiwata 1986), Brezilya'da (Neto *et al.* 1990) ve Arjantin'de (Allippi *et al.* 2003) rapor edilmiştir. Ülkemizde Ege Bölgesi'ndeki seralardan gelen semptomlu domates bitkilerinde yapraklarda solgunluk, gövdede lezyonlar ve özde nekrozlar olduğu 1989 yılında gözlenmiştir. Hastalık etmeninin *P. corrugata* olduğu ortaya konulmuş olup; bu çalışma ile Türkiye'de ki *P. corrugata*'un varlığı ilk olarak rapor edilmiştir (Demir 1990). Akdeniz Bölgesi'nde ise Baş ve Çınar (1995) hastalığın varlığını rapor etmişlerdir.

Gövde nekrozuna neden olan *P. fluorescens*'in varlığı ise Yunanistan'da Alivizatos (1984) ve Portekiz'de Jacob (1991) tarafından rapor edilmiştir. Türkiye'de ise ilk defa Saygılı vd (2004) tarafından *P. fluorescen* biotip I'in varlığı rapor edilmiştir. Catara *et al.* (2002) İtalya, Fransa ve İspanya'da gövde nekrozu semptomu gösteren bitkilerden

izole ettikleri floresan *Pseudomonas* türleri ile yaptıkları çalışma sonuçlarına göre; *P.corrugata*'ya yakın akraba olan yeni bir türün *P. mediteranea* olarak isimlendirilmesini önermişlerdir. Bu çalışma ile domateslerde gövde nekrozuna neden olan yeni bir bakteri türü daha saptanmıştır. Türkiye'de ise ilk defa ile Basim vd (2005) tarafından *P. mediterranea*'nin varlığı rapor edilmiştir. Solaiman *et al.* (2005); PCR test metodunu kullanarak *P. corrugata*'nın mel-PHA'yı üretmesiyle bu iki tür arasındaki farklılığını ortaya koymuşlardır. Tanılanamayan *Pseudomonas* türlerinin de gövde nekrozuna neden olduğu Yunanistan'da Skoudridakis (1986) tarafından bildirilmiştir.

*Erwinia* yumuşak çürüklüklerinin domateste patojen olduğu ilk defa 1960'lı yılların sonunda ABD'de Teksas'da rapor edilmiştir (Speights *et al.* 1967). *Erwinia* türleri bitkinin çeşitli gelişme dönemlerinde, hasatta, taşınma esnasında ve depolama sırasında ürettikleri pektolitik enzimler (pektinliyaz, pektinmetilesteraz, pektatliyaz, polygalakturonaz, proteaz) ile bitkilerin parankimatik dokularını parçalayarak yumuşak çürüklüğe neden olurlar. Bu grup içerisinde yer alan en önemli türler *E. c.* subsp. *atroseptica* (Van Hall, 1902), *E. c.* subsp. *caratovora* ve *E. chrysanthemi*'dir (Jones 1901).

Daha sonra yürütülen çalışmalarda; *E. c.* subsp. *atroseptica*'nın Fransa'da ve Yunanistan'da (Malathrakis and Goumas 1987); *E. c.* subsp. *caratovora*'nın ABD (Speights *et al.* 1967), Yugoslavya ve Tayvan (Hsu and Tzeng 1981), Kanada (Malathrakis and Goumas 1987), Arjantin ve İspanya'da ve *E. chrysanthemi*'nin ise Kolombiya (Victoria and Granada 1981), Küba, Yunanistan ve ABD'de (Chellemi *et al.* 1998) domateste gövde nekrozuna neden olduğu bildirilmiştir. Domatesin verimini azaltan ve pazar değerini düşüren etmenlerden biri olan *E. chrysanthemi* erken dönemde domates bitkisinde sararma, solgunluk ve yapraklarda su emmiş gibi görünümlere neden olur. Hastalık ilerledikçe bitkide pörsüme, yumuşama, gövde üzerinde homojen olarak dağılmış grimsi siyah renk bozulmaları gözlenmektedir. Bitki boyuna kesildiği zaman kötü kokan bir sıvı akmakta, iletim demetlerinde ve özde kahverengileşme, boşalma ve yumuşama ortaya çıkmaktadır. Etmen meyve tutumundan sonra infeksiyon oluşturduğunda meyvede yumuşama ve çürüklüğe neden olmaktadır. Ülkemizde



*Erwinia* yumuşak çürüklüklerinin domateste varlığı Batı Akdeniz Bölgesi'nde Basım ve Öztürk (2000), Ege Bölgesi'nde Üstün ve Saygılı (2001), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ise Çınar ve Aysan (1995) ve Tokgönül (1995) tarafından rapor edilmiştir.

Tarımsal üretimi arttırmanın en önemli yollarından birisi ekim alanlarını arttırmak diğeri ise birim alandan sağlanan verimi arttırmaktır. Ülkemizde tarıma uygun ekim alanları son sınırına ulaşmıştır. Endüstrileşme baskısı altında ekim alanlarında önemli bir daralmadan dahi söz edilebilir. Tarımda bitkisel üretimi artırmanın yollarından biri olan ekim alanlarını arttıramayacağımız için mevcut alanların korunması ve sürdürülebilirlik üzerinde öncelikle durulmalıdır. Üretimi arttırmak ve kaybı önlemek veya en aza indirmek amacı ile kültürel önlemler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik mücadele adı verilen değişik teknikler uygulanmaktadır.

Saygılı vd (2014) göre; domates gövde nekrozunun mücadelesinde kültürel önlemler olarak; sağlıklı üretim materyali (tohum veya fide) kullanılması, budama makaslarının temizliğine dikkat edilmesi, seraların iyi havalandırılması, fazla gübrelemeden kaçınılması ve sanitasyon uygulamaları önerilmektedir. Ayrıca yaz aylarında seranın boş olduğu dönemlerde toprak dezenfeksiyonu ve solarizasyon gibi uygulamaların topraktaki inokulum miktarını azaltabileceği bildirilmektedir. Hastalığa karşı etkili hiçbir kimyasal preparat yoktur. Gelecekte umut verici çalışmalar arasında bitkide dayanıklılık mekanizmasını uyaran bitki aktivatörlerinin, biyolojik mücadele elemanlarının kullanımı yer almaktadır. Yoğun sulama ve gübrelemenin ise hastalığı teşvik ettiği bildirilmektedir (Üstün ve Saygılı 2000). Kullanılan yeni hibrit çeşitler, bazı fungus ve virüslere dayanıklı olurken yüksek verim için daha fazla azot ve potasyum isteğine sahiptirler. Böylece de bitki patojenlerinin gelişimini teşvik ederler. Diğer yandan bahar boyunca serada gündüz gece ısı farkı bitkide stres yaratabilir ve bitkileri hastalığa daha duyarlı hale getirebilir (Tognoni 1990; Üstün ve Saygılı 2000).

Günümüzde doğal kaynakların korunması ve bozulan ekolojik dengenin yeniden tesisi, toprağın yaşatılması, flora ve faunanın korunması, biyolojik çeşitliliğin devamı ve

kimyasal kirlilik ile toksik kalıntıların yok edilmesi insanlığın temel amacı olmuştur (Kotan 2002; akmakçı ve Erdoğan 2005).

Dünyada bakteri içerikli mikrobiyal gübre ve biyopestisitlerin çok sayıda ticari preparatı yapılarak tarımda başarılı bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Ülkemizde yerli izolatlardan geliştirilmiş bakteri içerikli ruhsatlı ticari mikrobiyal gübre preparatları son yıllarda tarımda başarılı bir şekilde kullanılmaya başlanmasına rağmen ruhsatlı herhangi bir biyopestisit bulunmamaktadır. Bu nedenle hem dünyada hem de ülkemizde biyolojik mücadele çalışmaları her geçen gün daha da önem kazanmakta ve mücadele ile ilgili çalışmaların bu yöne kaymasına sebep olmaktadır (Kotan 2014, Kotan ve elik 2014).

Domateste gövde-öz nekrozuna sebep olan bakteriyel etmenlerin mücadelesinde kullanılabilecek etkili bir kimyasalın geliştirilememiş olması biyolojik mücadele gibi alternatif mücadele yöntemlerinin önemini artırmaktadır. Yapılan bu çalışma ile; PGPR ve biyoajan bakteri kombinasyonları kullanılarak insan ve hayvan sağlığını tehdit etmeyen, doğal düşmanlara ve yararlı faunaya zarar vermeyen ve aynı zamanda toprağın yapısını düzelten, verim ve kaliteyi artıran çevre dostu biyopreparatların tespiti ve domates tarımında hem bitki gelişimi açısından katkı sunan hem de hastalığın kontrolünü sağlayabilecek bakteri içerikli biyofarmülasyonların geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Domates, Türkiye için çok önemli bir sebze olup bu bitkide pek çok bakteriyel hastalık belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalarda; *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Sahin 2001b), *Ralstonia* sp. (Ustün *et al.* 2008; Calis *et al.* 2012), *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Sahin *et al.* 2002; Calis *et al.* 2012), *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *Erwinia chrysanthemi* (Aysan *et al.* 2005a,b), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Sahin 2001; Basim *et al.* 2004), öz nekrozuna sebep oldukları bilinen *Pseudomonas corrugata* (Demir 1990), *Pseudomonas mediterraneae* (Basim *et al.* 2005), *Pseudomonas fluorescens* (Saygili *et al.* 2004; Saygili *et al.* 2008), *Pseudomonas cichorii* (Mirik *et al.* 2011) ve *Pseudomonas viridiflava* (Aysan 2001; Aysan *et al.* 2004)'nın domateste varlığı rapor edilmiştir.

Bitkilerde zararlı olan birçok fungus ve zararlıya karşı mücadelede etkili olan insektisit ve fungusit geliştirilmiştir. Ancak, bitki patojeni bakteriler için geliştirilmiş bakterisit bulunmamaktadır. Bitki patojeni bakterilere karşı tıp ve veterinerlikte kullanılan bazı antibiyotikler etkili bulunmakta, ancak antibiyotiklerin pahalı oluşu, dayanıklılık kazandırması ve insan-hayvan-çevre sağlığı yönünden sorunlar yaratacağı düşüncesi ile ülkemizde kullanılması yasaklanmıştır (Kotan 2002).

Domates öz nekrozu hatalığının mücadelesinde de etkili bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmamaktadır. Kültürel önlemler olarak ise; yüksek nem oluşumunu önlemek için seraların iyi havalandırılması, aşırı azot uygulamasından kaçınılması, potasyum uygulaması yapılması, ürün artıkları toplanarak imha edilmeli, hastalıklı bitkilerin hemen uzaklaştırılması ve münavebe önerilmektedir. Bakırlı fungusit uygulamalarının da hastalığın kontrolünde önemli bir etkisinin bulunmadığı belirtilmektedir (Sabet *et al.* 2000). Ancak; yapılan bazı çalışmalarda dayanıklı çeşit kullanımı ve tohum dezenfeksiyonu yöntemlerinin etkili olabileceği belirtilmiştir.

Molan *et al.* (2010); *P. corrugata* ile enfekteli domates tohumlarının sodyum hipoklorid ve hidrojen peroksit uygulamaları ile dezenfeksiyonu araştırmış, tohumların %5'lik sodyum hipoklorid solusyonunda 15 dak ve %1'lik hidrojen peroksit solusyonunda 15 dak bekletilmesini önermişlerdir. Aynı alışmada; *P. corrugata*'ya karşı Alambra eşidinin dayanıklı, Antinea eşidinin kısmen dayanıklı, Agora, Farah ve JV15 eşitlerinin duyarlı, Newton ve Red Gold eşitlerinin ise çok duyarlı oldukları belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada; *P. viridiflava* ile enfekteli domates tohumlarından patojeni elemine etmek için sıcak su (50-55°C) uygulamasının yanında %1'lik sodyum hipoklorit, 0.6N hidroklorik asit, %0.2'lik bakır asetat ve 50-100 ppm streptomisin uygulamaları denenmiş ve bütün bu uygulamaların tohum çimlenme oranında önemli sayılabilecek bir düşüşe sebep olmadan patojeni elemine edebildiği belirlenmiştir (Yildiz *et al.* 2009). Yapılan bir başka çalışmada; ACE 55 VF ve Nun 2048 eşitlerinin *E. carotovora* subsp *carotovora*'ya karşı dayanıklı olduğu; test edilen diğer toplam 31 domates çeşidinin hiç birisinin *P. corrugata*, *P. viridiflava*, *P. cichori* ve *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı dayanıklı olmadığı belirlenmiştir (Ustün *et al.* 2009a).

Bitki beslemesi ile hastalıklara duyarlılık arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik çalışmalar da son yıllarda artarak devam etmektedir. z nekrozuna sebep olan *P. corrugata*, *P. cichorii*, *P. viridiflava* ve *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı 400 ppm düzeyindeki potasyum uygulamasının ve 120 ppm kalsiyum uygulamasının hastalık şiddetinde önemli düşüşlere sebep olduğu ve aynı zamanda verimde de artışların görüldüğü belirtilmiştir (Ustün *et al.* 2009b).

Domates z nekrozuna sebep olan patojenlere karşı bitkisel kökenli ekstraktların kullanılabileceğine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Yapılan bir çalışmada; *P. viridiflava*, *P. corrugata*, *P. cichorii*, *E. carotovora* var. *carotovora* ve *E. chrysanthemi* patojenlerine karşı sarımsak, *Eucalyptus* sp. ve *Thymus vulgaris* bitki ekstraktı kullanılmış; filtre ve otoklav edilmiş *Eucalyptus* ekstraktlarının in vitroda bütün patojenlere karşı antibakteriyel etki gösterdiği, filtre edilmiş sarımsak ekstraktının ise *P. corrugata* hariç diğer türlerde etkili olduğu ancak otoklav edilmiş ekstraktın etkili olmadığı bildirilmiştir (Aysan ve Yildiz 2000).

Bitki bakteri hastalıklarının mücadelesinde kültürel önlemler ve dayanıklı çeşit kullanımı sınırlı olup; kullanılan kimyasalların insan ve hayvan sağlığı ile çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin her geçen gün daha iyi anlaşılması, tarımsal savaş stratejileri içerisinde biyolojik mücadelenin önemini daha da artırmıştır (Kotan vd 2009). Aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu artan kimyasal pestisit ve gübrelerin tüketiminin yol açtığı sorunlar; kanser, doğum anormallikleri, sinir sistemi zararları, toksik maddelere bağlı çevre kirliliği, ilaca karşı oluşan direnç, faydalı faunanın yok edilmesi olarak özetlenebilir (Tiryaki vd 2010).

Son yıllarda rizosferde doğal olarak bulunan ve bitki kökleri ile faydalı etkileşim içinde bulunan mikroorganizmaların önemi gittikçe artmaktadır. Bu mikroorganizmalar arasında, Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) gerek antagonistik etkileri, gerekse bitki gelişimi ve veriminde artış sağlamaları nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Gül vd 2008).

Tarımda biyogübre veya kontrol ajanı olarak bakterilerin tarımda kullanılması 1990'lı yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiş serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu bakteriler *Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcanigenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum* ve *Flavobacterium* cinslerindeki ırkları içermektedir (Kotan 2014).

Biyopestisitler; geleneksel pestisit risklerini azaltabilen doğal pestisit grubu olup, mikroorganizma (fungus, bakteri, virüs ve protozoa), yararlı böcekler, endopatojenik nematodlar, yabancı ot patojenleri, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, çeşitli mineraller gibi birçok doğal maddeden oluşan ürünlerdir (Sesan and Oprea 1999). Biyolojik mücadele olarak da tarif edilen bu yöntem; doğal ya da genetik modifiye

organizmalar ve bunların ürettikleri metabolitler kullanılarak patojen veya zararlıların ortadan kaldırılması veya popülasyonlarının baskı altına alınmasıdır. Biyolojik mücadelenin mekanizmaları; antibiyosis, rekabet, hiperparazitizm, hipovirulens, uyarılmış dayanıklılık ve çapraz korumadır (Kotan 2002).

Antibiyosis; herhangi bir organizmanın antibiyotik veya benzeri metabolitler salgılayarak başka bir organizmayı engellemesi ya da yıkıma uğratması olayına denir. *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Bacillus* ve hatta bazı floresan *Pseudomonas*'ların antibiyotik ve benzeri metabolitler salgılayarak patojenleri engelledikleri, ancak özellikle bitkisel ürünlerin doğrudan tüketilen organları üzerinde antibiyotik üretimine dayalı bir biyolojik savaşın ilaçlı savaşın taşıdığı tüm sakıncaları taşıyabileceği, bu nedenle bu mekanizma ile çalışan biyolojik savaş sistemlerinin dışlanmaya başlandığı belirtilmektedir (Kotan ve Şahin 2002; Kotan vd 2009).

Diğer bir mekanizma olan yer ve besin elementleri açısından rekabet; biyolojik savaş bağlamında en sorunsuz mekanizmalarında biri olarak ön plana çıkmaktadır. Rekabet, yeterli kaynağın bulunmadığı ortamlarda iki veya daha fazla organizma arasındaki ortamdan yararlanma üstünlüğü olarak tanımlanmaktadır (Karagöz 2009). Mikroorganizmalar arasındaki rekabet; karbon, demir, azot, oksijen, karbonhidrat, mikro besin elementleri, yer ve ışık için söz konusu olabilmektedir. Biyokontrol ilişkide bu besin elementlerinden karbon ve demir büyük önem arzeder. İster besin için, isterse yer için olsun antagonist x patojen yarışmasında biyolojik savaşın başarısını belirleyen öncelikli faktör antagonistin hızlı çoğalması ve konukçuda hızlı kolonize olmasıdır. Bu bağlamda floresan *Pseudomonas*'lar antagonistlerin eşsiz bir grubunu oluştururlar. Bunların iyi yarışmacı özellikleri bitki hastalıklarıyla biyolojik savaşta yepyeni açılımlar yaratmıştır. Gerçekte de Campbell, 20 yıl öncesinden bile bitki hastalıklarıyla biyolojik savaşın geleceğini floresan *Pseudomonas*'ların belirleyeceğini öngörmüştür (Kotan ve Şahin 2002; Karagöz 2009).

Hiperparazitizm; parazit olan herhangi bir organizmanın sekonder bir parazit tarafından parazitlenmesine denir. Hiperparazitizmde konukçu ve parazit arasında yakın bir ilişki

kurulması gerektiğinden bu yöntem doğada çok yavaş gerçekleşir. Bu nedenle hiperparazitizm antagonistlerinin başarısını arttıran bir etken olarak kalmaktadır. Bir biyolojik savaş mekanizması olarak hipovirulens, daha az virulent olan mikroorganizma ve onunla akraba olan virulent bir patojen arasındaki etkileşimdir (Karagöz 2009).

Diğer mekanizma olan çapraz korunma ise; konukçu doku içindeki virulent bir patojenin ya bu patojenle akraba olan zayıf virulent bir strainle ya da diğer ürünlerin benzer dokularındaki bir patojenle parazitizm, antibiosis, yer ve besin seçimi için yarışma ya da hifsel interferans gibi mekanizmalardan birisi veya bunların kombinasyonu ile önlenmesine yönelik çalışmaları içermektedir. Bu mekanizma ile sağlanan biyolojik savaşın en önemli örneği turunçgillerde tristeza hastalığına karşı etmenin hipovirulent ırklarıyla yapılan çapraz bulaştırmalarda ağaçların hastalıktan korunabilmesidir (Saygılı *et al.* 2008).

Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaşta son yılların en popüler araştırma konusu konumuna gelen uyarılmış dayanıklılık üzerinde bazı konulara kısaca değinmek gerekir ise ISR bitkideki dayanıklılık mekanizmasının patojen olmayan rizobakter izolatlarının köklerde kolonize olması ile tetiklenmesi, SAR ise dayanıklılık mekanizmasının nekrotik patojenler tarafından tetiklenmesidir (Saygılı *et al.* 2008).

Dünyada ticari olarak üretilerek piyasaya sunulan bakteri içerikli çok sayıda biyopestisit bulunmaktadır. Ancak, bakteriyel hastalıklardan kök kanseri etmeni *Agrobacterium tumefaciens*'e karşı geliştirilen ve içeriğinde *Agrobacterium radiobacter* bulunan No-Gall ve Galltrol-A en yaygın kullanılanıdır.

Bitkilere, büyüme ve gelişmeleri ile ilgili hayatsal faaliyetlerini optimum olarak yürütebilmeleri için gerekli olan besin elementlerinin sağlanması ve alınmasında rol oynayan mikroorganizmaların tarımsal üretimde kullanılmak üzere hazırlanan ticari formülasyonlarına mikrobiyal gübre denir. Mikrobiyal gübreler fungus ve/veya bakteriyel organizmalardan hazırlanır. Fungal izolatlardan hazırlanan formülasyonlara mikoriza, bakteriyel organizmalardan hazırlanan preparatlara ise bakteriyel gübre denir.

Bitki gelişmesi, azot fiksasyonu, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, siderofor yardımıyla bitkilerce demirin alınması, oksin, sitokinin ve gibberallin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitki etilen düzeyinin azaltılması gibi mekanizmalarla, bitki gelişmesini teşvik eden rizobakteriler tarafından düzenlenmektedir (Kotan 2014).

Türkiye’de yapılan birçok çalışmada kök bakterilerinin çeşitli bitki gruplarında bitki gelişimini ve verimini artırıcı etkisi incelenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Eşitken *et al.* 2002; Orhan *et al.* 2006). Bazı çalışmalarda ise bakterilerinin farklı bitki zararlı ve patojenlerine karşı biyolojik savaş ajanı olarak etkinlikleri araştırılmış ve yine oldukça etkili sonuçlar elde edilmiştir (Kotan 1998; Şahin vd 2000; Kotan 2002; Aslan 2005; Karagöz 2009; Kotan *et al.* 2009; Karagöz vd 2014).

Bu çalışmalar içerisinde bitki bakteri hastalıklarının bakteriyel biyoajanlar kullanılarak kontrolüne yönelik yapılan çalışmaların sayısı da oldukça fazladır. Bu çalışmalardan bazılarında *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* (Kotan 1998; Mirik *et al.* 2008), *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Çınar and Aysan 1995; Altın ve Bora 2001), *Erwinia amylovora* (Aysan *et al.* 1999; Kotan 2002; Ozaktan and Bora 2006), *Erwinia chrysanthemi* (Aysan *et al.* 2003) ve *Xanthomonas axanopodis* pv. *vitians* (Karagöz 2009) bitki patojenlerine karşı in-vitro, sera ve arazi koşullarında bakteriyel biyoajanlar kullanılarak başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmalarda; özellikle *Bacillus subtilis*, *Burkholdria cepacia*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* ve *Pantoea agglomerans* strainlerinin etkili biyokontrol ajan olarak kullanılabilecekleri belirtilmiştir.

Domates bakteriyel patojenler açısından en cazip bitkilerden birisi olup; özellikle de bakteriyel patojenlerden kaynaklanan hastalıkların kontrolü oldukça zordur. Bu yüzden bakteri izolatları kullanılarak bitki bakteri hastalıklarının kontrolüne yönelik yapılan biyolojik mücadele çalışmaları büyük önem arz etmektedir.



Aysan ve Çınar (2002) tarafından yapılan bir çalışmada; tohum kaynaklı bir patojen olan *P. syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistik bakterilerin etkinliği test edilmiş, denenen izolatlar arasından seçilen 18 izolatın in vitro çalışmalarda patojenin gelişimini engellediği ve bu izolatların saksı denemeleri sonucunda hastalık gelişimini %31-90, hastalık şiddetini ise %5-84 oranında azalttığı bildirilmiştir.

Bir diğer çalışmada; actigard ve bazı bakteriyel biyoajanların domates ve biber bakteriyel leke hastalığına sebep olan *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*'ya karşı hastalığı önlemedeki etkinlikleri in-vitro ve sera şartlarında test edilmiştir. Actigard uygulamasının hastalığı önlemede etkili olmasına rağmen bitkilerdeki fitotoksik etkisinden dolayı hem yaş hem de kuru ağırlıkta önemli derecede düşüşe sebep olduğu belirlenmiştir. Ancak, biyolojik ajan olarak kullanılan bakteri uygulamalarının hiçbirisinde fitotoksik etki görülmezken; hastalık şiddeti üzerinde önemli derecede etkili oldukları tespit edilmiştir (Kotan 1998; Şahin vd 2000).

Oldaç vd (2002) tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise; domatesteki *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*'ya karşı domates bitkilerinin kök ve yapraklarından izole edilen toplam 73 bakteri izolatu test edilmiş ve in vivo çalışmalar için seçilen 23 izolattan 7 tanesinin hastalık şiddetini %77-97.33 oranında azalttığı belirtilmiştir.

Deng *et al.* (2013) ise; *Paenibacillus polymyxa* izolatının domates bitkisinde sadece yaprak alanı indeksi, bitki boyu ve klorofil oranında artışa sebep olmakla kalmayıp aynı zamanda domates solgunluğu hastalığının etmeni *R. solanacearum* kontrolünde de çok başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

İletim demetleri vasıtası ile yayılarak sistemik enfeksiyonlara sebep olan domates öz nekrozu patojenleri gibi bitki bakteri hastalıklarının kontrolü çok daha zordur. Bu yüzden son yıllarda bitkilerde sistemik dayanıklılık mekanizmasını da harekete geçirerek hastalıklara karşı dayanıklılık sağlayan bakteriyel biyoajanların başarılı bir şekilde kullanılabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur.

Türkiye’de bakteriyel organizmalar veya bitki aktivatörleri kullanılarak domatesde sistemik enfeksiyon oluşturan ve öz nekrozuna sebep olan bazı bakteri hastalıklarının kontrolüne yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada; *E. chrysanthemi*’ye karşı petri denemelerinde inhibisyon zonu oluşturan 16 aday antagonist organizmanın 13’ünün kontrollü koşullarda domates fidelerinde hastalığı %33-89 oranında engellediği, bu izolatlar arasından seçilen 5 bakterinin ise sera koşullarında test edildiği ve %74 oranında başarı sağlandığı belirtilmiştir (Aysan *et al.* 2003).

*P. viridiflava*’ya karşı çeşitli mikroorganizmaların antagonistik özelliklerinin saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada; 19 bakteri ve 3 maya olmak üzere toplam 22 izolat aday antagonist olarak kullanılmıştır. Aday antagonistler petride ve patates dilimlerinde patojene karşı test edilmiş, toplam 2 izolatın *P. viridiflava*’ya karşı petride inhibisyon zonu oluşturduğu; 7 izolatın ise patojenin patates dilimleri üzerinde oluşturduğu yumuşak çürüklüğü tamamen engellediği tespit edilmiştir (Çınar ve Aysan 2002).

*P. cichorii*’ye karşı bakırlı preparatlar ve bitki aktivatörleri kullanılarak domates öz nekrozu hastalığının kontrol edilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada; bakırlı preparatlardan bakır hidroksit (Champion), mancozeb ile kombine edilmiş bakır tuzu (Tri-Miltox), rozin asit ve yağı ile kombine edilmiş bakır tuzu (Tenn-copp) ve bakır penta hidroksit (Mastercop); bitki aktivatörlerinden ise harpin (Messenger), bitki ve maya ekstraktı (ISR 2000) ve asibenzolar-S-metil (Bion)’in etkinlikleri araştırılmıştır. Hastalığın engellenmesinde bakır hidroksitin %66-72, bitki aktivatörlerinin ise %20-58 arasında etkili olabildikleri tespit edilmiştir (Üstün *et al.* 2005a).

Üstün *et al.* (2005b), bitki aktivatörü ve bakır bileşiklerini kullanarak *P. cichorii*’nin kontrol olanaklarını araştırmışlardır. Denemeler 2001 ve 2002 yıllarında plastik seralarda yürütülmüş, bitkilerin seralara şaşırtılmasından 2 ay sonra *P. cichorii* ( $10^8$  hücre/ml) budama yerleri üzerine bakteriyel süspansiyon yapay olarak bulaştırılmıştır.

Her parseldeki hastalıklı bitki yüzdesine göre hastalık bulaşma oranı değerlendirilmiştir. Her iki yılda da bakır hidroksit, hastalık şiddetinde %66-72; bitki aktivatörlerinden harpin %20, Acibenzolar-S-methyl ise %58 oranında azalmaya sebep olmuştur.

### **3. MATERYAL ve METOD**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Yararlanılan cihazlar**

- Çalışma esnasında aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır.
- Sterilizatör (Nüve, TÜRKİYE, FN 500, SN 303–3051)
- Otoklav (Hirayama, JAPAN, HVE 50, SN 030787253)
- İnkübatör (Nüve, TÜRKİYE, ES 500, SN 03–0591)
- Mikroskop (Olympus, JAPAN, B x 50, ODO4368)
- Hematolojik çalkalayıcı (GERMANY, GEL–3025, SN 10365703 F)
- Steril kabin (LABCAIRE)
- Çalkalayıcı (Thermoshake, Gerhard, GERMANY, SN 4002319)
- Su banyosu (Nüve, TÜRKİYE, ST–402, SN 02–0138)
- Otomatik pipetler (Eppendorf, GERMANY)
- Magnetik karıştırıcı (Nüve, TÜRKİYE, MK–418, SN 05–1083)
- pH metre (Hana, PORTUGAL, HI 9321, SN 396202)
- Derin dondurucu (Nuair, U. S. A, -86 Ultralow Freezer, SN P07K–476316-PK)
- Hassas terazi (Scaltec, GERMANY, SPB42, SN SPB42–90908239)
- Buzdolabı (Arçelik, TÜRKİYE, 8190NF)
- Saf su cihazı (Ateks, 7x35, Eu)
- Mini karıştırıcı (IKA, U.S.A., M51, SN 03017581)
- Sıcaklık ile nem ölçüm cihazı (Testo)
- İklimlendirme odası (Digital ayarlanabilir oda)
- Toprak sterilizatörü

### 3.1.2. Çalışmada kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanışı

Araştırma süresince kullanılan besi yerlerinin ve çözeltilerin hazırlanışı ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

**Nutrient Agar (NA):** Hassas terazide 28 g NA karışımı (Oxoid) tartılarak 1 L dH<sub>2</sub>O içerisine aktarılmış ve hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C'de 15 dk steril edilerek soğumaya bırakılmıştır. Besiyeri 45°C'ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987). Genel besi yeri olup bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

**Nutrient Broth (NB):** Hassas terazide 13 g NB besiyeri tartılarak (Oxoid) 1 L dH<sub>2</sub>O içerisine ilave edilmiş ve hazırlanan besi yeri otoklavda 121°C'de 15 dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987). Genel besi yeri olup bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

**Trypticase Soy Broth (TSB):** Hassas terazide 30 g TSB besi yeri tartılarak (Oxoid) 1 L dH<sub>2</sub>O içerisine ilave edilip hazırlanan besi yeri otoklavda 121°C'de 15 dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır (Klement *et al.* 1990). Genel besi yeri olup bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

**Trypticase Soy Agar (TSA):** Hassas terazide 40 g TSA (Merck) tartılarak 1 L dH<sub>2</sub>O içinde çözülmüş, daha sonra karışım 121°C'de 15 dk süreyle otoklav edilmiştir. Steril edilen besi yeri oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır (Klement *et al.* 1990). Genel besi yeri olup bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

**Stok Besi Yeri:** 0,65 g NB karışımına 36 ml gliserol eklendikten sonra son hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Otoklavda steril edildikten sonra aseptik şartlarda 2 ml'lik eppendorf tüplerine 1,2'şer ml olarak dağıtılmıştır. Bakterilerden stok kültür hazırlarken kullanılmıştır.

**%70'lik Etil Alkol:** 70 ml etil alkol, sdH<sub>2</sub>O ile 100 ml'ye tamamlanarak solüsyon hazırlanmış ve hazırlanan çözeti -20°C'de muhafaza edilmiştir. Dezenfeksiyon amacı ile kullanılmıştır.

### 3.1.3. Çalışmada kullanılan patojen bakteriler

Antalya'nın Serik İlçesi'nde seralarda yapılan gözlemlerde domates öz nekrozu simptomsu (Şekil 3.1) sergileyen bitkilerden alınan domates gövde örneklerinden yapılan izolasyonlarda iki farklı koloni yapısı ve rengine sahip toplam 17 bakteri izole edilmiştir. Bu izolatlar yağ asidi metil ester gruplarına göre (MIS Sistemi) ve Biolog sisteminde tanılanmıştır. Yapılan patojenite testlerinde *Erwinia chrysanthemi* Ant 17a ve *Pseudomonas viridiflava* Ant 7b izolatlarının oldukça virülat oldukları belirlenmiş ve çalışmada patojen bakteri olarak bu izolatlar kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.** Patojen bakterilerin izole edildiği öz nekrozu simptomsu görülen hastalıklı domates gövde örnekleri

### 3.1.4. Çalışmada kullanılan PGPR bakteri izolatları

Doç. Dr. Recep Kotan tarafından 1995 yılından başlayarak bugüne kadar yapılan çok sayıda araştırma sonucunda biyolojik mücadele ve bitki büyüme ajanı özelliğine sahip 7 bine yakın bakteri, ülkemizdeki çeşitli kültür ve yabani bitkilerin toprak üstü aksamı veya kök rizosferinden izole edilmiştir. Bu izolatların bir çoğu daha önce yürütülen çalışmalarda fosfat çözme, azot fiksasyonu, hormon ve amino asit üretimi bakımından test edilmiştir (Kotan 1998; Kotan 2002; Kotan vd 2002; Karagöz 2009; Kotan *et al.* 2009; Erman vd 2010; Turan *et al.* 2014). Bu izolatlar klasik sistemler ve moleküler sistemlerden MIS sistemi kullanılarak tanılanmıştır. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu'nda muhafaza edilen bu izolatların birçok bakteriyel ve fungal bitki patojenine ve zararlılara karşı biyoajan ve çeşitli bitkilerde bitki büyüme ajanı olarak kullanılabilirlikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada; daha önce yürütülen çalışmaların sonuçları da dikkate alınarak çok sayıdaki bakteri izolatu arasından toplam 14 bakteri izolatu kök daldırmada oluşturulan biyoförmülasyon kombinasyonlarında kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Saksı denemelerinde kök daldırmada oluşturulan biyoförmülasyon kombinasyonlarında kullanılan bakteri izolatları

Sıra no	İzolat no	Bakteri türü	Kaynak
1	TV-6D	<i>Bacillus megaterium</i>	Erman vd. 2010
2	TV-60D	<i>Bacillus megaterium</i>	Erman vd. 2010
3	TV-6F	<i>Bacillus subtilis</i>	Erman vd. 2010
4	TV-11D	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Erman vd. 2010
5	RK-79	<i>Pantoea agglomerans</i>	Kotan 2002
6	RK-33	<i>Agrobacterium rubi</i>	Kotan 2002
7	RK-92	<i>Pantoea agglomerans</i>	Kotan 2002
8	TV-42A	<i>Pseudomonas putida</i>	Erman vd. 2010
9	TV-67C	<i>Bacillus pumilus</i>	Erman vd. 2010
10	TV-12E	<i>Bacillus subtilis</i>	Erman vd. 2010
11	KBA-10	<i>Bacillus megaterium</i>	Karagöz 2009
12	TV-87A	<i>Bacillus megaterium</i>	Erman vd. 2010
13	M-3	<i>Bacillus megaterium</i>	Kotan <i>et al.</i> 2009
14	TV-91C	<i>Bacillus megaterium</i>	Erman vd. 2010

### 3.1.5. Çalışmada kullanılan biyoajan bakteri izolatları

Bitki Koruma Bölümü'nde Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu'nda muhafaza edilen mikroorganizmalar arasından; daha önce yapılan biyolojik mücadele ile ilgili pek çok çalışmanın sonuçları da dikkate alınarak (Kotan 1998; Kotan 2002; Kotan and Sahin 2006; Kotan vd 2009) 28 farklı türe ait toplam 132 potansiyel biyoajan bakteri izolatı in vitro Petri çalışmalarında kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** İn-vitro Petri denemelerinde patojenlere karşı test edilen ve etkili bulunan toplam bakteri tür ve bu türlere ait izolat sayıları

Sıra	Bakteri türü	İzolat sayısı	Sıra	Bakteri türü	İzolat sayısı
1	<i>Bacillus megaterium</i>	38	15	<i>Bacillus licheniformis</i>	2
2	<i>Bacillus cereus</i>	17	16	<i>Bacillus mycoides</i>	2
3	<i>Bacillus pumilus</i>	12	17	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2
4	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	7	18	<i>Bacillus coagulans</i>	1
5	<i>Bacillus atrophaeus</i>	6	19	<i>Bacillus marinus</i>	1
6	<i>Bacillus subtilis</i>	6	20	<i>Bacillus oleronius</i>	1
7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5	21	<i>Brevibacillus centrosporus</i>	1
8	<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	4	22	<i>Brevibacillus reuszeri</i>	1
9	<i>Bacillus sphaericus</i>	4	23	<i>Enterobacter agglomerans</i>	1
10	<i>Bacillus-GC group</i>	4	24	<i>Micrococcus luteus</i>	1
11	<i>Bacillus laevolacticus</i>	3	25	<i>Paenibacillus macquariensis</i>	1
12	<i>Bacillus lentimorbus</i>	3	26	<i>Pantoea agglomerans</i>	1
13	<i>Bergeyella zoohelcum</i>	3	27	<i>Salmonella typhimurium</i>	1
14	<i>Pseudomonas putida</i>	3	28	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1
Test edilen toplam bakteri izolatı sayısı					<b>132</b>

### 3.1.6. Çalışmada kullanılan domates çeşidi

Saksı çalışmalarında test bitkisi olarak Anamas Tohum firmasına ait (*Lycopersicon esculentum* L.) Beton ticari isimli domates çeşidi kullanılmıştır.



### 3.1.7. Çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının muhafazası

Her bir bakterinin Nutrient Agar (NA) besiyerinde geliştirilen 24 sa'lik saf kültüründen bir öze dolusu alınarak, içerisinde 500 µl %30'luk glycerol ve 500 µl LB Broth (1 L dH<sub>2</sub>O'ya 10 g tryptone, 10 g NaCl ve 5 g yeast extract ilave edilerek hazırlanmıştır) bulunan eppendorf tüplere aktarılarak etiketlenmiş ve karıştırıcıda karıştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere -80°C'de muhafaza edilmiştir.

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Patojen bakteri izolatlarının MIS ve BIOLOG sisteminde tanınması

Bakterilerin yağ asidi metil esterleri izolasyonu MIS sisteminin kullanım klavuzundaki belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Tanılanacak bakteriyel strainin stok kültüründen steril öze alınarak, Tryptic Soy Broth Agar (TSBA) katı besi yerine 3 fazlı çizgi ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler, 24-48 sa süreyle 27°C'ye ayarlı bir inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. İzolatların yağ asitlerini saf olarak izole edebilmek için 4 farklı çözelti kullanılmıştır. Bu çözeltiler sıra ile Hücre Parçalama (Saponification) çözeltisi (çözelti 1), Metilleştirme (Methylation) çözeltisi (çözelti 2), Saflaştırma (Extraction) çözeltisi (çözelti 3) ve Bazik yıkama (Base Wash) çözeltisi (çözelti 4)'dir. Yağ asidi metil esterleri izole edilen örnekler MIS cihazı üzerindeki örnek depolama tepeğine yerleştirildikten sonra, cihaz çalıştırılarak MIS sistem kılavuzunda belirtildiği gibi analiz edilerek bilgisayar ortamında tanı sonuçları alınmıştır (Miller 1982).

MIS sisteminde tanılanan bakteriler BIOLOG sistemi yardımı ile de tanılanarak metabolik enzim profilleri ortaya konulmuştur. Bakterilerin Gram özelliklerinin belirlenmesi için potasyum hidroksil testi kullanılmıştır. Lam üzerine damlatılan %3'lük potasyum hidroksit solüsyonu üzerine NA'da geliştirilen 24-48 sa'lik bakteri kültüründen alınan bir öze dolusu bakteri KOH solüsyonu ile iyice karıştırılmıştır. Ardından özenin karışıma dokunduktan sonra yukarı kaldırılması ile karışımda sakız gibi bir uzamanın olması KOH pozitif, olmaması ise KOH negatif olarak

değerlendirilmiştir. KOH pozitif bakteriler Gram –, KOH negatif bakteriler ise Gram + olarak değerlendirilmiştir. Gram negatif olarak belirlenen bakteri kültürleri Tryptic Soy Agar (TSA)'a çizgi ekim usulü ile ekilmiştir. Kültürler 27°C'de 16-24 sa süreyle inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler eküvyon çubukları ile Salina Tampon Çözeltisine (%0,5'lik NaCl) aktarılmıştır. Vortex cihazında karıştırılarak standart turbidity tüpüne göre konsantrasyonları 10<sup>8</sup> hücre/ml'ye ayarlanmıştır. Hazırlanan solüsyonlardan pipet ile 150 ml alınarak BIOLOG GN mikroplate üzerindeki her bir çukurcuğa ilave edilmiştir. Mikroplateler 4 sa süreyle 27°C'de inkübe edilerek oluşan renklenme BIOLOG Kinetik Okuyucuda okutulmuştur. Ayrıca sistemin paket programındaki bakterilerin metabolik enzim profilleri test edilen izolatuın profilleri ile karşılaştırılarak tanıları yapılmıştır (Holmes *et al.* 1994).

### **3.2.2. Patojen bakteri izolatlarının domates bitkisinde patojenite testi**

Dondurulmuş kültürleri yapılarak muhafaza edilen patojen bakteri izolatları *E. chrysanthemi* Ant 17a ve *P. viridiflava* Ant 7b NA besi ortamı içeren petrilere ekilmiş, 27°C'de inkübasyona bırakılarak 24 sa'lik taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen taze patojen kültürlerine steril kürdan daldırılarak domates bitkilerinin gövdelerine batırılmıştır. Steril su ile nemlendirilen pamuk ile inokulasyon noktası sarılarak bitkiler %70 nem ve 18-20°C sıcaklıkta, 12 sa gece-gündüz olarak aydınlatılan bitki büyütme kabinlerine alınarak 3 gün bekletilmiştir. Bitkiler 4 sa aralıklarla kontrol edilerek bitkilerdeki solgunluk derecesi saptanmıştır.

### **3.2.3. Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının petride patojenlere karşı test edilmesi**

Dondurulmuş patojen ve potansiyel biyoajan bakteri kültürleri NA besi ortamı içeren petrilere ekilmiş, 27°C'de inkübasyona bırakılarak 24 sa'lik taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen taze patojen kültürlerinden steril swap ile alınarak NA besi yüzeyine çizilmiştir. Yine steril swap ile alınan potansiyel biyoajanlar ise petrinin (çap 9 cm) tam ortasından çizgi ekimle çizilmiştir. Petriler parafilm ile sarılarak 27°C'de 48 sa süreyle

inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda oluşan inhibisyon zonları veya hiperparazitik etkilerinin değerlendirilmesinde biyoajan bakterinin kolonilerinin petri yüzeyindeki yayılımı ölçülerek kaydedilmiştir (Kotan 2002). Bu işlem her biyoajan bakteri için 3 kez tekrar edilmiş ve bu 3 değerın ortalaması ve 7 standart sapması sıralamada kullanılmıştır.

#### **3.2.4. Saksı toprağının hazırlanması**

Saksı denemelerinde; organik maddece zengin toprak, torf ve kumdan eşit hacimlerde karıştırılarak elde edilen karışım bitki geliştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Bu karışımdan 3 litrelik plastik saksılara eşit miktarlarda doldurulmuştur.

#### **3.2.5. PGPR ve biyoajan bakteri formülasyonlarında kullanılan sıvı taşıyıcı**

Bakteriyel biyoförmülasyonlarda sıvı taşıyıcı olarak; Doç. Dr. Recep Kotan tarafından Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan tescillendirilen BM-MegaFlu (2013 tarih ve 5943 tescil nolu) isimli ticari karışım mikrobiyal gübrenin sıvı taşıyıcısı kullanılmıştır (Kotan 2014). Bu ürün için sıvı taşıyıcı oluşturulurken uzun süre yürütölen laboratuvar çalışmaları sonucunda bazı organik maddeler, su ve koruyucu maddelerden oluşan bir sıvı taşıyıcı geliştirilmiş ve daha önce yapılan analizlerde pek çok bakteri için çok uygun bir sıvı taşıyıcı olduğu gözlenmiştir. Bu taşıyıcı formölasyonun içeriği; su, çeşitli organik maddeler (deniz yosunu, peynir altı suyu ve bitkisel özütler) ve içeriğindeki bakteri izolatını koruyucu ve homojenizasyonunu sağlayıcı çeşitli maddelerden (carboxymethylcellölöse, kalsiyum karbonat, glyserin, magnezyum sülfat) oluşmaktadır. Bu taşıyıcıda kullanılan maddelerin oranları ürünün gizliliği açısından verilmemiştir.

#### **3.2.6. PGPR bakteri uygulamaları ve domates fidelerinin saksılara transferi**

Her saksıya 3 bitki olacak şekilde dikimler yapılmış ve her uygulama için toplam 6 saksı kullanılmıştır. Deneme aynı koşullarda 3 kez tekrar edilmiştir. Çalışmada; hem

hormon ve amino asit üreten bakterilen bitkilerin sistemik dayanıklılık mekanizmaları üzerine etkilerinin araştırılması için kök daldırma şeklinde; hem de biyoajan bakterilerin bitkinin toprak üstü aksamına sprey edilerek hastalığı koruyabilme potansiyeli araştırılmıştır. Kök daldırmada 9 farklı bakteri kombinasyonu ve kontrol olarak da NA ticari besiyeri, ticari mikrobiyal gübre BM-MegaFlu ve hiçbir bakteri uygulaması yapılmayan uygulama kullanılmıştır. PGPR bakteri kültürleri TSB besi ortamında ayrı ayrı geliştirilerek daha sonra kombinasyonu oluşturan bakteri kültürlerinden eşit hacimlerde alınarak oluşturulan karışımdan 1/100 oranında sıvı taşıyıcıya aktarılmış ve ardından 48 sa biyoreaktörde inkübasyona bırakılmıştır. Geliştirilen bakteri kültürleri 1/100 oranında musluk suyu ile seyreltilerek kullanılmıştır. PGPR uygulamalarında yapışmayı kolaylaştırmak amacı ile sıvı kültürlerin içerisine sukroz (0,01 g/ml) ilave edilmiş ve 1 aylık domates fidelerinin kökleri bu karışıma daldırılarak 15 dk bekletilmiştir. Ardından fideler daha önceden hazırlanan saksılara şaşırtılmıştır. Saksılar %70 nem ve 18-20°C sıcaklıkta, 12 sa gece-gündüz olarak aydınlatılan bitki büyütme kabinlerine alınarak 10 gün bekletilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Saksı denemelerinde kök daldırmada kullanılan bakteri formülasyonlarında kullanılan bakteri izolatları ve kontrol uygulamaları

Biyofarmülasyonlarda kullanılan PGPR bakteri izolatları							
	Amino asit üreten bakteriler			Hormon üreten bakteriler			
<b>B1</b>	A-16	RK-79	TV-42A	TV-6D			
<b>B2</b>	A-16	RK-79	TV-67C	TV-6D	TV-60D		
<b>B3</b>	A-16	RK-79	TV-12E	TV-6D	TV-60D	TV-6F	
<b>B4</b>	A-16	RK-79	KBA-10	TV-6D	TV-60D	TV-6F	TV-11D
<b>B5</b>	A-16	RK-79	TV-87A	TV-6D			
<b>B6</b>	A-16	RK-79	M-3	TV-6D	TV-60D		
<b>B7</b>	A-16	RK-79	FDG-37	TV-6D	TV-60D	TV-6F	
<b>B8</b>	A-16	RK-79	RK-92	TV-6D	TV-60D	TV-6F	TV-11D
<b>B9</b>	A-16	RK-79	RK-33	TV-6D	TV-60D	TV-91C	
Kullanılan kontrol uygulamaları							
<b>K1</b>	Taşıyıcı			Bakteri formülasyonlarında kullanılan sıvı taşıyıcı			
<b>K2</b>	Mega Flu (MF)			Tescillendirilmiş ticari karışım mikrobiyal gübre			
<b>K3</b>	Kontrol			Hiçbir bakteri uygulaması yapılmamıştır.			

### 3.2.7. Biyoajan ve patojen bakteri uygulamaları

İn-vitro petri denemeleri sonuçlarında özellikle güçlü hiperparazitik etki gösteren izolatlar arasından seçilerek oluşturulan iki farklı bakteri formülasyonu in-vivo saksı denemelerinde biyoajan olarak kullanılmıştır (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4.** Saksı denemelerinde biyoajan olarak kullanılan bakteri formülasyonlarında kullanılan bakteri izolatları

No	Kullanılan biyoajan bakteri izolatları								
<b>BA-A :</b>	TV 86E	+	TV 85F	+	RK 31	+	TV 95C	+	TV 6F
<b>BA-B :</b>	TV 81B	+	TV 96B	+	RK 31	+	TV 95C	+	TV 17C

Yukarıda izah edildiği gibi önce TSB besi ortamında ayrı ayrı geliştirilerek daha sonra kombinasyonu oluşturan bakteri kültürlerinden eşit hacimlerde alınarak oluşturulan karışımdan 1/100 oranında sıvı taşıyıcıya aktarılan biyoajan kültürleri 48 sa biyoreaktörde inkübasyona bırakılmıştır. Geliştirilen bakteri kültürleri 1/100 oranında musluk suyu ile seyreltilerek bitkiler üzerine 24 sa aralıklarla 2 defa sprey edilmiştir. Üçüncü gün ise; patojen bakteri izolatlarından *Erwinia chrysanthemi* Ant 17a ve *Pseudomonas viridiflava* Ant 7b bakteri izolatlarının TSB'da hazırlanan  $1 \times 10^8$  hücre/ml'lik karışımı (1/1 oranında) bitkilere sprey edilmiştir. Ardından üçüncü biyoajan uygulaması tekrar edilmiştir. Saksılar %70 nem ve 18-20°C sıcaklıkta, 12 sa gece-gündüz olarak aydınlatılan bitki büyütme kabinlerine alınarak 30 gün boyunca 3 günde 1 sulama yapılarak bekletilmiştir. Kontrol olarak kökleri bakteri içermeyen sıvı taşıyıcıda bekletilmiş fideler, BM-MegaFlu isimli ticari mikrobiyal gübre ve hiçbir uygulama yapılmayan uygulamalar kullanılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

### **3.2.8. Sonuçların değerlendirilmesi**

Fide dikiminden 30 gün sonra bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), iek sayısı (iek/bitki) ve hastalık Şiddeti (1-5 skalası) lmleri yapılmıştır. Hastalık Şiddeti değerlendirmesinde 1-5 skalası kullanılmıştır. Bu skalaya göre; 1: Sağlıklı bitkiler, 2: Bitkilerde %25 oranında pörsüme var, 3: Bitkilerde %50 oranında pörsüme var, 4: Bitkilerde %75 oranında pörsüme var, 5: Bitkiler tamamen ölmüŐtür.

### **3.2.9. Yaprakta klorofil miktarı (SPAD değeri)**

TaŐınabilir klorofil metre yardımıyla bitkilerde büyüme parametreleri ve hastalık Şiddeti açısından yapılan değerlendirmelerde tepe noktasına yakın sağlam yapraklardan ölüm alınmıştır. Klorofil metre bitkilerin sağlam yapraklarından klorofil içeriği indeks (CCI Chlorophyll Content Index) lmlerini (1 cm çaplı) 0 ile 200 arasında yapabilmektedir.

### **3.2.10. Sonuçların analiz edilmesi**

Saksı çalıŐmalarından elde edilen sonuçlar SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Version 9.0)'de analiz edilmiş, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıŐtır. Uygulamalar arasındaki farklılığının önem derecesini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Patojen Bakterilerin MIS ve BIOLOG Tanı Sonuçları

MIS ve Biolog sisteminde tanısı yapılan bakterilerin tanı sonuçları ve benzerlik indeksleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. MIS tanı sonuçlarına göre; NA besi ortamında sarı renkli koloni oluşturan Ant 17a izolatu 0.472 benzerlik indeksinde *Erwinia chrysanthemi*, krem renkli Ant 7b izolatu ise 0,930 benzerlik indeksinde *Pseudomonas viridiflava* olarak tanılanmıştır. BIOLOG tanı sonuçları ile MIS tanı sonuçları birbirine uyumlu çıkmış olup; Ant 17a izolatu 0.42 benzerlik indeksinde *Erwinia chrysanthemi* ve Ant 7b izolatu ise 0.41 benzerlik indeksinde yine *Pseudomonas viridiflava* olarak tanılanmıştır.

**Çizelge 4.1.** Çalışmada kullanılan patojen bakteri izolatlarının yağ asidi metil esterleri sonucuna göre MIS ve BIOLOG tanı sonuçları

İzolat no	MIS tanı sonucu	BI	BIOLOG tanı sonucu	BI	Koloni rengi
Ant 17a	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	0.472	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	0.42	Sarı
Ant 7b	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	0.930	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	0.41	Krem

**BI:** Benzerlik indeksi değeri

### 4.2. Patojen Bakterilerin Domates Bitkisindeki Patojenite Test Sonuçları

Yapılan patojenite testi sonucunda her iki izolatın da (*E. chrysanthemi* Ant 17a ve *P. viridiflava* Ant 7b) 3 gün sonra bitkilerde tamamen ölüme sebep olduğu ve oldukça virü lent oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.1).



Uygulamaların yapıldığı gün



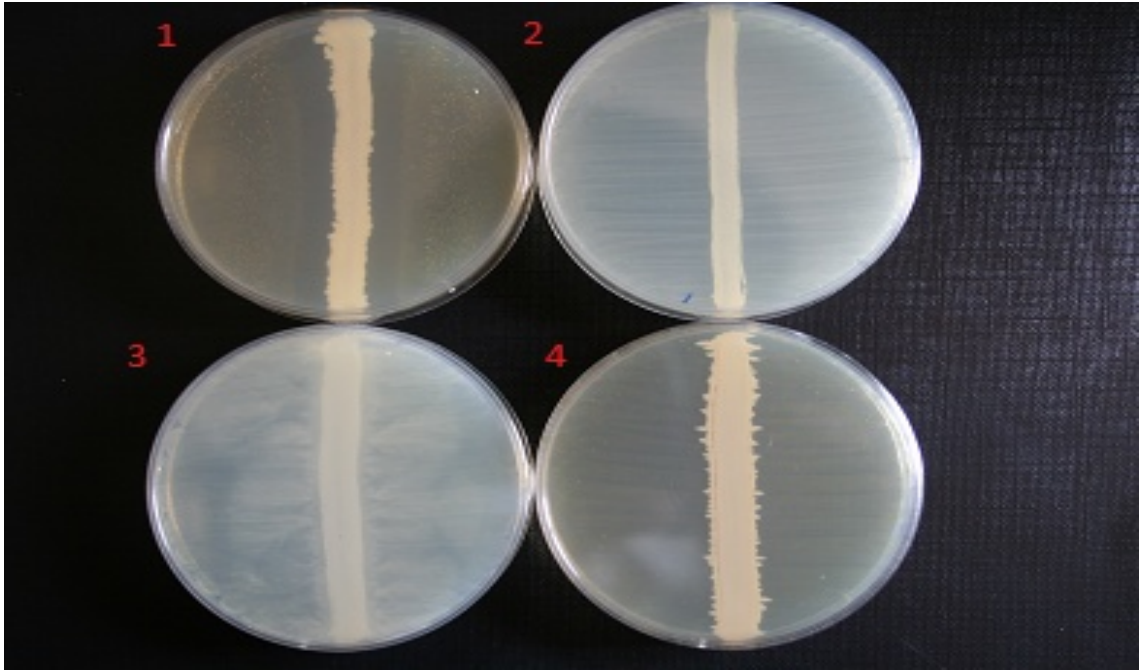
Uygulamalardan 3 gün sonra

**Şekil 4.1.** Patojen bakteri izolatlarının domates bitkisinde patojenite test sonuçları



### 4.3. Potansiyel Biyoajan Bakterilerin Petride Patojen Bakteri İzolatlarına Karşı Hiperparazitik ve Antibiyosis Etkinlik Sonuçları

Sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; test edilen toplam 132 bakterinin 121'i petride *E. chrysanthemi* Ant 17a izolatına karşı hiperparazitik ya da antibiyosis etki göstermiştir. Toplam 14 bakteri izolatu her iki etkiyi de birlikte göstermiş, 11 bakteri izolatu ise hiçbir etki göstermemiştir. Hiperparazitik etkide en yüksek aktiviteyi gösteren ilk 3 izolat *Bacillus*-GC group TV-86E, *Bacillus sphaericus* TV-85F ve *Bacillus pumilus* GC subgroup A RK-31; hem hiperparazitik hem de antibiyosis etkinliği olan izolatlardan *Bacillus megaterium* TV-95C biyoajan kombinasyonu için seçilen bakteri izolatlarının bir kısmını oluşturmuştur. Bu izolatlar ortalama olarak 0.73 ile 4.46 cm arasında hiperparazitik etki oluşturmuştur. Petri denemelerine ait görseller Şekil 4.2'de verilmiştir.



**Şekil 4.2.** Petri denemelerinden bir görünüm

\*1: Antibiyosis etki, 2: Etkisiz izolat, 3 ve 4: Hiperparazitik etki

**Çizelge 4.2.** İn-vitro Petri denemelerinde *E. chrysanthemii* Ant 17a patojenine karşı test edilen potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının hiperparazitik ve antibiyosis etkinlikleri

Bakteri	İzolat no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Bacillus</i> -GC group	TV-86E	<b>4.46±0.16</b>	4.20-5.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus sphaericus</i>	TV-85F	<b>4.10±0.12</b>	3.70-4.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i> GC-A	RK-31	<b>4.10±0.09</b>	3.80-4.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	TV-87C	<b>3.96±0.50</b>	2.40-5.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bergeyella zoohelcum</i>	TV-81E	<b>3.80±0.16</b>	3.40-4.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bergeyella zoohelcum</i>	TV-70B	<b>3.40±0.06</b>	3.30-3.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-54D	<b>3.40±0.03</b>	3.30-3.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bergeyella zoohelcum</i>	TV-67A	<b>3.30±0.09</b>	3.00-3.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i>	TV-83A	<b>3.28±0.68</b>	1.70-5.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	RK-280	0.60±0.26	0.00-1.30	<b>1.81±0.30</b>	1.00-2.50
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-95C	0.73±0.02	0.70-0.80	<b>1.50±0.00</b>	1.50-1.50
<i>Bacillus pumilus</i>	TV-67C	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.40±0.15</b>	1.10-2.00
<i>Bacillus pumilus</i>	TV-73F	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.36±0.08</b>	1.10-1.50
<i>Bacillus pumilus</i>	TV-73A	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.36±0.04</b>	1.30-1.50
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-133C	0.35±0.15	0.00-0.70	<b>1.35±0.24</b>	0.80-1.90
<i>Bacillus cereus</i>	TV-20D	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.30±0.00</b>	1.30-1.30
<i>Bacillus cereus</i>	TV-81B	1.00±0.00	1.00-1.00	<b>1.26±0.02</b>	1.20-1.30
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-15B	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.23±0.02</b>	1.20-1.3
<i>Bacillus cereus</i>	TV-87E	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.18±0.19</b>	0.50-1.90
<i>Bacillus pumilus</i> GC-B	RK-103	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.18±0.10</b>	0.60-1.80
<i>Bacillus cereus</i>	TV-64E	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.13±0.12</b>	0.80-1.50
<i>Bacillus subtilis</i>	TV-130B	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.03±0.02</b>	1.00-1.10
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-20E	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.00±0.09</b>	0.80-1.30
<i>Bacillus cereus</i>	TV-78D	0.00±0.00	0.00-0.00	<b>1.00±0.00</b>	1.00-1.00
<i>Bacillus licheniformis</i>	RK-36	0.00±0.00	0.00-0.00	0.98±0.05	0.80-1.10
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-124H	0.00±0.00	0.00-0.00	0.96±0.04	0.90-1.10
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-99A	1.66±0.24	1.10-2.30	0.95±0.42	0.00-1.90
<i>Bacillus cereus</i>	TV-86D	0.50±0.50	0.00-3.00	0.93±0.02	0.90-1.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-85D	0.00±0.00	0.00-0.00	0.90±0.00	0.90-0.90
<i>Bacillus megaterium</i>	RK-51	0.00±0.00	0.00-0.00	0.86±0.16	0.50-1.40
<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	TV-73B	0.00±0.00	0.00-0.00	0.83±0.05	0.70-1.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-118E	0.00±0.00	0.00-0.00	0.83±0.02	0.80-0.90
<i>Bacillus marinus</i>	RK-294	0.00±0.00	0.00-0.00	0.81±0.12	0.50-1.20

Çizelge 4.2. (devam)

Bakteri	İzolat no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	RK-368	0.00±0.00	0.00-0.00	0.80±0.00	0.80-0.80
<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	TV-98A	0.90±0.04	0.80-1.00	0.78±0.35	0.00-1.70
<i>Bacillus pumilus</i> GC-B	RK-188	0.00±0.00	0.00-0.00	0.76±0.06	0.50-0.90
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-133E	1.31±0.19	0.90-2.00	0.73±0.32	0.00-1.50
<i>Bacillus subtilis</i>	RK-341	0.00±0.00	0.00-0.00	0.71±0.05	0.60-0.90
<i>Bacillus subtilis</i>	RK-342	0.00±0.00	0.00-0.00	0.71±0.01	0.70-0.80
<i>Bacillus laevolacticus</i>	TV-5C	0.00±0.00	0.00-0.00	0.70±0.03	0.60-0.80
<i>Bacillus laevolacticus</i>	TV-10F	0.00±0.00	0.00-0.00	0.70±0.00	0.70-0.70
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-131B	0.88±0.03	0.80-1.00	0.66±0.29	0.00-1.40
<i>Bacillus pumilus</i>	RK-410	0.00±0.00	0.00-0.00	0.53±0.02	0.50-0.60
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-96C	0.56±0.17	0.00-1.40	0.35±0.10	0.00-0.80
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-119D	0.60±0.26	0.00-1.20	0.33±0.15	0.00-0.80
<i>Bacillus subtilis</i>	TV-90D	1.55±0.21	0.60-2.20	0.30±0.15	0.00-1.00
<i>Pseudomonas putida</i>	RK-439	0.70±0.31	0.00-1.50	0.30±0.13	0.00-0.60
<i>Pantoea agglomerans</i>	RK-122	0.71±0.32	0.00-1.50	0.25±0.11	0.00-0.50
<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	TV-63B	2.93±0.02	2.90-3.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus-GC group</i>	TV-88B	2.65±0.79	0.80-4.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-62B	2.53±0.02	2.50-2.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus mycoides</i> GC-A	RK-23	2.33±0.02	2.30-2.40	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-30D	2.25±0.44	1.20-3.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-125A	2.10±0.12	1.90-2.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus subtilis</i>	TV-89E	2.03±0.15	1.70-2.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-94D	1.95±0.41	1.00-3.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-100A	1.90±0.26	1.20-2.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus thuringiensis</i>	TV-72F	1.83±0.11	1.60-2.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-82D	1.75±0.06	1.60-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-76A	1.60±0.13	1.30-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas putida</i>	TV-89F	1.58±0.23	1.10-2.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus lentimorbus</i>	RK-12	1.53±0.14	1.20-2.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-65A	1.48±0.29	0.70-2.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-98B	1.46±0.05	1.30-1.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-99E	1.43±0.20	0.90-1.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-87A	1.36±0.04	1.30-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-91C	1.35±0.16	0.90-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus-GC group</i>	TV-51B	1.33±0.06	1.10-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00

Çizelge 4.2. (devam)

Bakteri	İzolasyon no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-132D	1.30±0.14	0.90-1.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	TV-128C	1.26±0.04	1.20-1.40	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus oleronius</i>	TV-112I	1.25±0.12	0.90-1.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus reuszeri</i>	TV-104B	1.23±0.13	0.90-1.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Paenibacillus macquariensis</i>	TV-20B	1.23±0.02	1.20-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-132B	1.20±0.09	0.90-1.40	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-61C	1.20±0.06	1.00-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-98G	1.20±0.03	1.00-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atropheus</i>	TV-124E	1.18±0.06	1.00-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-97A	1.18±0.03	1.10-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus centrosporus</i>	TV-114B	1.13±0.24	0.50-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i>	RK-272	1.11±0.08	1.00-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-96D	1.11±0.05	1.00-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus coagulans</i>	RK-273	1.07±0.04	0.90-1.40	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i> GC-A	RK-75	1.06±0.02	1.00-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-100B	1.06±0.02	1.00-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i> GC-A	RK-230	1.05±0.10	0.70-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-103D	1.05±0.04	0.90-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus sphaericus</i>	TV-101B	1.03±0.17	0.70-1.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-130D	1.03±0.02	1.00-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus laevolacticus</i>	TV-96B	1.00±0.10	0.80-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i> GC-B	RK-187	1.00±0.02	0.90-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atropheus</i>	TV-40D	1.00±0.00	1.00-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus lentimorbus</i>	RK-295	0.96±0.17	0.60-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-12G	0.96±0.02	0.90-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-106B	0.95±0.05	0.70-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atropheus</i>	TV-93F	0.93±0.09	0.70-1.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus sphaericus</i>	TV-108F	0.93±0.02	0.90-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-13C	0.90±0.00	0.90-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-134B	0.88±0.03	0.80-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus sphaericus</i>	TV-106A	0.86±0.08	0.50-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-114A	0.86±0.04	0.80-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atropheus</i>	TV-39H	0.86±0.04	0.80-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Micrococcus luteus</i>	TV-84A	0.86±0.04	0.80-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-95A	0.83±0.05	0.70-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00

Çizelge 4.2. (devam)

Bakteri	İzolot no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-86A	0.83±0.02	0.80-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus licheniformis</i>	TV-117B	0.81±0.06	0.70-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-109E	0.80±0.03	0.70-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	RK-254	0.80±0.00	0.80-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	RK-374	0.80±0.00	0.80-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-117A	0.80±0.00	0.80-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-96E	0.76±0.05	0.60-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-13A	0.76±0.04	0.70-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-79B	0.76±0.04	0.70-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas flourescens</i>	TV-16A	0.76±0.02	0.70-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus subtilis</i>	TV-12H	0.70±0.00	0.70-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus mycoides</i>	TV-132E	0.70±0.00	0.70-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-110A	0.65±0.06	0.50-0.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus lentimorbus</i>	RK-340	0.63±0.02	0.60-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-103B	0.61±0.01	0.60-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-110D	0.60±0.03	0.50-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas putida</i>	TV-105A	0.53±0.02	0.50-0.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-92E	0.48±0.06	0.20-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
Diğer 11 izolat		0.00±0.00	0.00-0.00	0.00±0.00	0.00-0.00

Çizelge 4.3’de verilen sonuçlara göre; test edilen toplam 132 bakteri izolatının 43 tanesi Petride *P. viridiflava* Ant 7b’ye karşı hiperparazitik ya da antibiyosis etki göstermiştir. 92 izolatın ise hiçbir etkisi görülmemiştir. Toplam 4 bakteri izolatı ise her iki etkiyi de birlikte göstermiştir. Biyolojik kontrol mekanizmalarından hiperparazitik etki daha tercih edilen bir mekanizma olduğundan in-vivo saksı çalışmalarında en yüksek etkinliğe sahip olan *Bacillus pumilus* RK-31, *Bacillus cereus* TV-81B ve *Bacillus laevolacticus* TV-96B izolatları biyoajan kombinasyonu için seçilen bakteri izolatlarının bir kısmını oluşturmuştur. Bu izolatlar ortalama olarak 2.00 ile 3.43 cm arasında hiperparazitik etki oluşturmuştur (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** İn-vitro Petri denemelerinde *P. viridiflava* Ant 7b patojenine karşı test edilen potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının hiperparazitik ve antibiyosis etkinlikleri

Bakteri	İzolat no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Bacillus pumilus</i> GC-A	RK-31	3.43±0.18	3.00-4.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-81B	3.10±0.15	2.60-3.40	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus laevolacticus</i>	TV-96B	2.46±0.14	2.00-2.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-79B	2.46±0.05	2.30-2.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	TV-57E	2.36±0.07	2.20-2.60	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-125A	2.20±0.21	1.50-2.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-40D	0.00±0.00	0.00-0.00	1.90±0.09	1.70-2.20
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-92E	0.00±0.00	0.00-0.00	1.53±0.02	1.50-1.60
<i>Enterobacter agglomerans</i>	RK-65	1.90±0.03	1.80-2.00	1.30±0.18	1.00-1.90
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-83D	0.00±0.00	0.00-0.00	1.26±0.02	1.20-1.30
<i>Bacillus atrophaeus</i>	TV-93F	0.00±0.00	0.00-0.00	1.16±0.10	1.00-1.50
<i>Bacillus cereus</i>	TV-85D	0.00±0.00	0.00-0.00	0.90±0.00	0.90-0.90
<i>Bacillus pumilus</i> GC-B	RK-103	0.00±0.00	0.00-0.00	0.86±0.04	0.80-1.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-86D	0.00±0.00	0.00-0.00	0.86±0.02	0.80-0.90
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-114A	1.20±0.00	1.20-1.20	0.80±0.00	0.80-0.80
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-95C	0.00±0.00	0.00-0.00	0.76±0.02	0.70-0.80
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-3B	1.10±0.11	0.70-1.50	0.61±0.28	0.00-1.50
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-100B	1.03±0.46	0.00-2.20	0.43±0.19	0.00-1.00
<i>Bacillus cereus</i> GS-A	RK-301	1.96±0.12	1.60-2.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-54D	1.90±0.06	1.70-2.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-117A	1.90±0.00	1.90-1.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus subtilis</i>	TV-130B	1.83±0.33	0.80-3.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-96D	1.73±0.49	0.60-3.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus mycoides</i>	TV-132E	1.46±0.16	1.00-1.90	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-100A	1.31±0.08	1.10-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus thuringiensis</i>	TV-50B	1.30±0.00	1.30-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-122C	1.26±0.07	1.10-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus-GC</i> group	TV-119E	1.23±0.08	1.10-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-86A	1.23±0.02	1.20-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus thuringiensis</i>	TV-72F	1.20±0.03	1.10-1.30	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-96C	1.16±0.02	1.10-1.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bergeyella zoohelcum</i>	TV-81E	1.11±0.09	0.90-1.50	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bergeyella zoohelcum</i>	TV-67A	1.10±0.03	1.00-1.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-15A	1.01±0.07	0.80-1.20	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Salmonella typhimurium</i>	TV-130F	1.00±0.03	0.90-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus lentimorbus</i>	RK-12	0.93±0.05	0.80-1.10	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-87E	0.86±0.05	0.70-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00



**Çizelge 4.3.** (devam)

Bakteri	İzolat no	Hiperparazitik etki (cm)		Antibiyosis etki (cm)	
		Ortalama	Min-Max	Ortalama	Min-Max
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-97A	0.83±0.05	0.70-1.00	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus atropheus</i>	TV-124E	0.80±0.00	0.80-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus cereus</i>	TV-118E	0.76±0.02	0.70-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Brevibacillus choshinensis</i>	TV-98G	0.70±0.03	0.60-0.80	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus megaterium</i>	TV-78A	0.56±0.04	0.50-0.70	0.00±0.00	0.00-0.00
<i>Bacillus pumilus</i> GS-A	RK-410	0.50±0.00	0.50-0.50	0.00±0.00	0.00-0.00
Diğer 92 izolat		0.00±0.00	0.00-0.00	0.00±0.00	0.00-0.00

#### 4.4. PGPR ve Biyoajanların Saksıda Bitki Gelişimi ve Hastalık Şiddeti Üzerine Etkinlik Sonuçları

Uygulamaların domates bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, çiçek sayısı, klorofil miktarı ve domates öz nekrozu hastalık şiddeti üzerine etkisi Çizelge 4.4’de verilmiştir. Uygulamalara ait sera denemelerinden genel bir görüntü Şekil 4.3’de, uygulamaların bitki gelişim parametreleri ve hastalık şiddeti üzerine etkisini gösteren görseller ise Şekil 4.4’de görülmektedir.

**Şekil 4.3.** Uygulamalara ait sera denemelerinden genel bir görünüm

**Çizelge 4.4.** Uygulamaların domates bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, çiçek sayısı, klorofil miktarı ve domates öz nekrozu hastalık şiddeti üzerine ( $p>0,05$ ) etkisi

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Çiçek sayısı (adet/bitki)	Klorofil miktarı	Hastalık Şiddeti (1-5)
<b>B1+BA-A</b>	<b>17,50±8,82 a</b>	5,16±0,75 a-e	11,33±5,31 c-f	43,66±5,87 b-e	3,33±0,51 gh
<b>B1+BA-B</b>	20,83±3,76 a-c	4,50±1,04 ab	8,50±5,46 a-c	<b>39,20±3,56 a</b>	<b>4,00±0,00 ı</b>
<b>B2+BA-A</b>	20,16±3,12 a-c	6,33±0,51 e-h	10,83±2,78 b-f	43,93±3,63 b-e	2,66±0,51 ef
<b>B2+BA-B</b>	21,16±3,86 a-c	5,50±0,54 b-e	13,50±3,14 d-g	40,83±4,71 a-c	3,33±0,51 gh
<b>B3+BA-A</b>	28,00±3,79 de	6,16±1,47 d-g	18,16±1,47 h-k	50,80±1,69 gh	<b>1,00±0,00 a</b>
<b>B3+BA-B</b>	27,66±3,32 de	<b>7,33±0,81 h</b>	19,00±3,28 ı-k	41,86±3,55 a-d	<b>1,00±0,00 a</b>
<b>B4+BA-A</b>	25,00±5,09 b-e	6,83±0,98 f-h	18,50±1,64 h-k	47,76±3,67 e-g	1,33±0,51 ab
<b>B4+BA-B</b>	27,83±4,11 de	6,66±1,03 f-h	<b>20,00±4,85 k</b>	<b>52,96±0,83 h</b>	<b>1,00±0,00 a</b>
<b>B5+BA-A</b>	25,50±3,44 c-e	6,66±0,51 f-h	14,16±1,16 e-h	45,90±1,12 d-f	2,66±0,51 ef
<b>B5+BA-B</b>	<b>29,33±1,75 e</b>	7,16±0,75 gh	18,16±2,92 h-k	48,60±3,56 f-g	1,66±0,51 bc
<b>B6+BA-A</b>	20,00±3,22 ab	4,83±0,98 a-c	8,16±3,06 a-c	41,23±5,31 a-c	3,33±0,51 gh
<b>B6+BA-B</b>	21,83±2,13 a-c	4,50±1,04 ab	7,50±2,50 a-c	39,76±1,83 ab	3,66±0,51 hı
<b>B7+BA-A</b>	20,33±2,42 a-c	5,00±1,09 a-d	11,00±1,67 c-f	43,76±1,06 b-e	2,33±0,51 de
<b>B7+BA-B</b>	22,66±3,32 a-c	5,00±0,63 a-d	11,50±2,94 c-f	46,50±3,22 e-f	3,00±0,00 fg
<b>B8+BA-A</b>	20,50±3,39 a-c	4,66±0,81 ab	6,33±1,75 ab	40,86±0,99 a-c	2,33±0,51 de
<b>B8+BA-B</b>	22,16±4,07 a-c	5,33±1,03 a-e	10,00±2,60 a-e	40,86±1,91 a-c	2,33±1,03 de
<b>B9+BA-A</b>	22,16±2,04 a-c	<b>4,16±0,40 a</b>	9,00±3,09 a-d	45,80±1,35 d-f	<b>1,00±0,00 a</b>
<b>B9+BA-B</b>	20,33±2,06 a-c	4,50±0,54 ab	<b>6,16±3,06 a</b>	45,66±2,14 d-f	1,66±0,51 bc
<b>K1 (Taşıyıcı+BA-A)</b>	21,16±4,35 a-c	5,00±0,89 a-d	8,16±3,25 a-c	40,83±3,72 a-c	3,66±0,51 hı
<b>K1 (Taşıyıcı+BA-B)</b>	19,66±3,50 ab	<b>4,16±1,16 a</b>	8,00±2,52 a-c	40,40±1,47 a-c	<b>4,00±0,00 ı</b>
<b>K2 (MF+BA-A)</b>	24,83±4,02 b-e	6,16±0,75 d-g	16,50±5,46 g-k	<b>53,56±3,75 h</b>	2,00±0,89 cd
<b>K2 (MF+BA-B)</b>	24,66±4,63 b-e	6,00±1,09 c-f	14,66±5,24 f-ı	44,60±4,07 c-f	2,66±0,51 ef
<b>K3 (BA-A)</b>	21,50±1,64 a-c	5,16±0,75 a-e	8,50±2,34 a-c	41,93±3,61 a-d	2,66±0,51 ef
<b>K3 (BA-B)</b>	23,16±2,71 b-d	5,16±0,40 a-e	11,33±4,27 c-f	44,13±0,33 c-e	2,33±0,51 de
<b>Ortalama</b>	<b>22,83±4,63</b>	<b>5,50±1,24</b>	<b>12,04±5,30</b>	<b>44,39±4,91</b>	<b>2,45±1,05</b>
<b>F</b>	3,988	7,214	9,832	9,792	23,197



En yüksek bitki boyu B5+BA-B nolu uygulamadan (29,33 cm) elde edilmiştir. Bunu sırası ile B3+BA-A, B4+BA-B, B3+BA-B ve B5+BA-A nolu uygulamalar takip etmiştir. Bu uygulamalara ek olarak; B4+BA-A, K2 (MF+BA-A) ve K2 (MF+BA-B) nolu uygulamalardaki bitki boyu da en yüksek bitki boyu elde edilen B5+BA-B nolu uygulamadan elde edilen bitki boyundan istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Bitki boyundaki bu artışlar, sadece sıvı taşıyıcı uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En düşük bitki boyu ise B1+BA-A nolu uygulamadan (17,50 cm) elde edilmiş olup; bu düşüşün bitki boyunda artışa sebep olan; B5+ BA-B, B3+BA-A, B4+BA-B, B3+BA-B, B5+BA-A, B4+BA-A, K2+BA-A (MF), K2+BA-B (MF) ve B9+BA-B uygulamaları ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

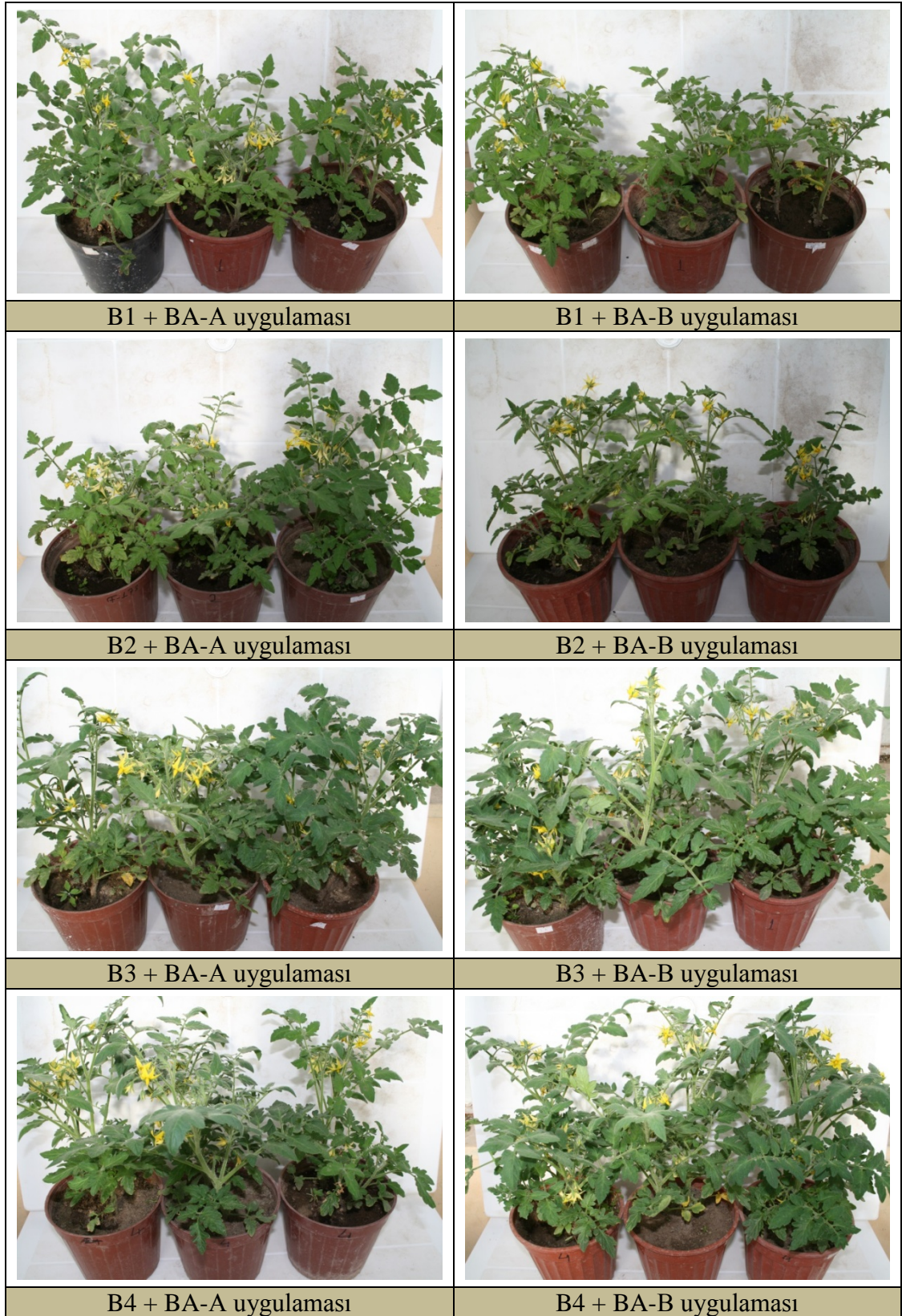
En yüksek gövde çapı B3+BA-B nolu uygulamadan (7,33 mm) elde edilmiştir. Bunu sırası ile B5+BA-B, B4+BA-A, B4+BA-B, B5+BA-A ve B2+BA-A nolu uygulamalar takip etmiştir. Gövde çapı bakımından uygulamaların kendi aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Gövde çapındaki bu artışlar sadece sıvı taşıyıcı uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En düşük gövde çapı ise B9+BA-A ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) nolu uygulamalardan (4,16 mm) elde edilmiş olup; bu düşüşün bitki gövde çapında artışa sebep olan; B3+BA-B, B5+BA-B, B4+BA-A, B4+BA-B, B5+BA-A ve B2+BA-A uygulamaları ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.4).

En yüksek çiçek sayısı B4+BA-B nolu uygulamasından (20 adet çiçek/bitki) elde edilmiştir. Bunu sırası ile B3+BA-B, B4+BA-A, B5+BA-B ve B3+BA-A nolu uygulamalar takip etmiştir. Bu uygulamalara ek olarak; K2 (MF+BA-A), K2 (MF+BA-B) ve B5+BA-A nolu uygulamadaki çiçek sayısı da en yüksek çiçek sayısı elde edilen B4+BA-B nolu uygulamadan elde edilen çiçek sayısından istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Çiçek sayısındaki bu artışlar, sadece sıvı taşıyıcı uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En düşük çiçek sayısı ise B9+BA-B nolu uygulamadan (6,16 adet)

elde edilmiş olup; bu düşüşün çiçek sayısında artışa sebep olan; başta B4+BA-B, B3+BA-B, B4+BA-A, B5+BA-B ve B3+BA-A uygulamaları olmak üzere diğer 9 uygulamalardan elde edilen değerler ile arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

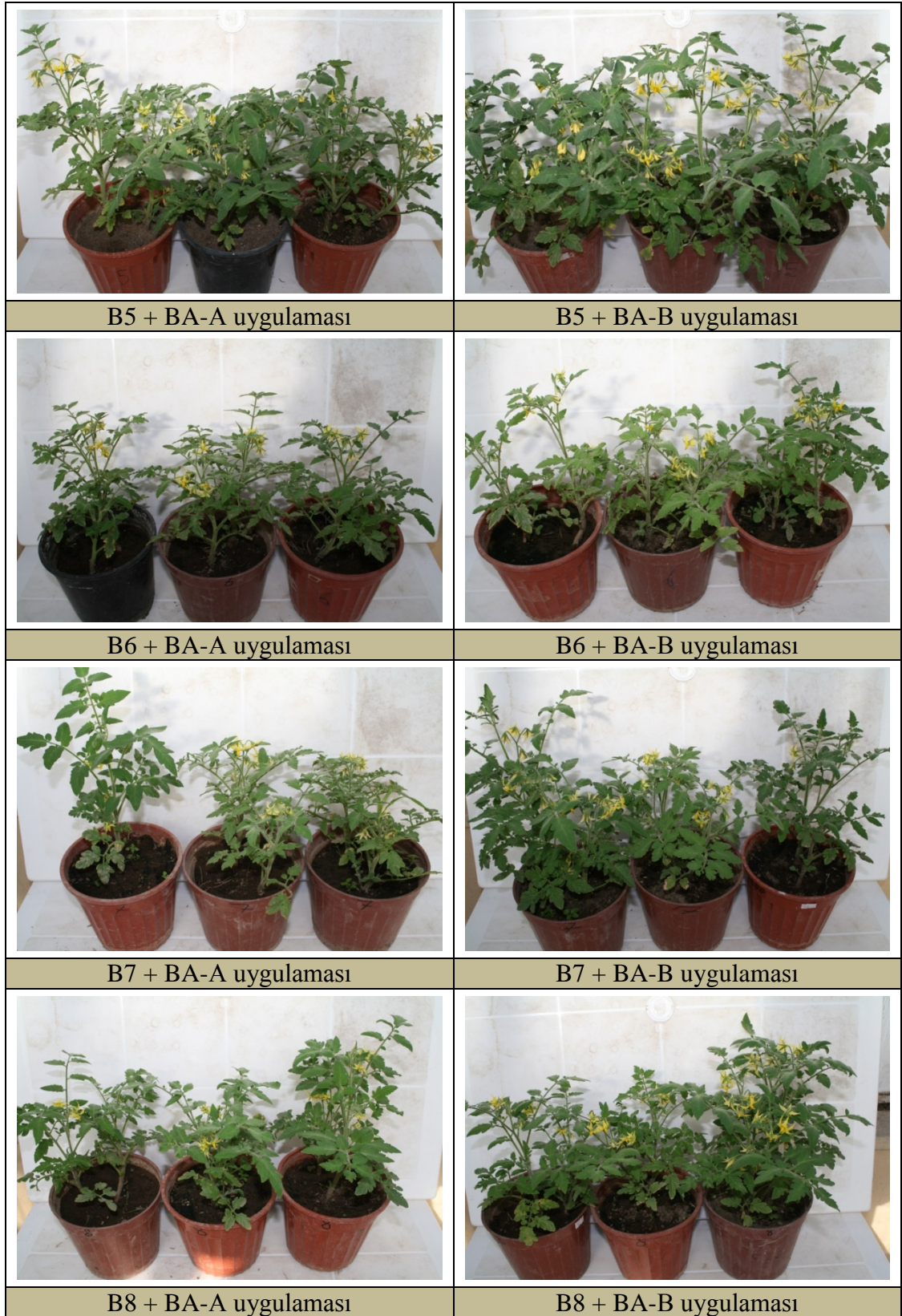
Uygulamalardaki klorofil miktarına bakıldığında ise; en yüksek klorofil miktarı K2 (MF+BA-A) nolu uygulamadan (53,56) elde edilmiştir. Bunu sırası ile B4-BA-B, B3+BA-A ve B5+BA-B uygulamaları takip etmiştir. Klorofil miktarındaki bu artışlar, sadece sıvı taşıyıcı uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En düşük klorofil miktarı da B1+BA-B nolu uygulamadan (39,20) elde edilmiştir. Bitki boyunda, gövde çapında ve çiçek sayısında önemli artışlara sebep olan B4+BA-B, B3+BA-A, B5+BA-B ve B4+BA-A uygulamalarındaki klorofil miktarındaki artışlar da K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) uygulamalarına göre istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur.

Hastalık şiddeti değerlendirilmesinde 1-5 skalasına göre yapılan ölçümlerde; en yüksek hastalık şiddeti K1 (Taşıyıcı+BA-B) ve B1+BA-B uygulamalarından (skala 4) elde edilmiştir. K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve B6+BA-B uygulamalarındaki hastalık şiddeti değerleri (skala 3.66) de bu uygulamalardan istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Ancak, geri kalan tüm uygulamalar sadece sıvı taşıyıcı uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) kontrol uygulamalarından elde edilen hastalık şiddeti değerlerine göre istatistiki olarak önemli bulunan düşümlere sebep olmuştur. En düşük hastalık şiddeti ise B3+BA-A (1.00), B3+BA-B (1.00), B4+BA-B (1.00), B9+BA-A (1.00) ve B4+BA-A (1.33) uygulamalarından elde edilmiştir. PGPR formülasyonlarından oluşturularak kök daldırmasında kullanılan mikrobiyal gübre solüsyonlarına daldırmadan sadece sıvı taşıyıcı uygulaması ve biyoaajan uygulaması yapılan K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) uygulamasına göre; K2 (MF+BA-A), K2 (MF+BA-B), K3 (BA-A) ve K3 (BA-B) uygulamalarında da hastalık şiddetinde istatistiki olarak önemli bulunan düşümler olmuştur.



**Şekil 4.4.** Uygulamaların bitki gelişim parametreleri ve hastalık şiddeti üzerine etkisini gösteren sera denemelerinden görseller





Şekil 4.4. (devam)





Şekil 4.4. (devam)

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Domates öz nekrozu hastalığının mücadelesinde etkili bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmamaktadır. Kültürel önlem olarak ise; yüksek nem oluşumunu önlemek için seralar iyi havalandırılmalı, aşırı azot uygulamasından kaçınılmalı, potasyum uygulaması yapılmalı, ürün artıkları toplanarak imha edilmeli, hastalıklı bitkiler hemen uzaklaştırılmalı ve münavebe yapılmalıdır. Bakırlı fungusit uygulamalarının da hastalığın kontrolünde önemli bir etkisinin bulunmadığı belirtilmektedir (Sabet *et al.* 2000).

Küresel ısınma, iklim değişiklikleri, kuraklık ve hızla çoğalan nüfus neticesinde artan gıda ihtiyaçlarına karşı sağlıklı gıdaya ulaşmak giderek zorlaşmakta, kullanılan aşırı gübre ve kimyasal ilaç gıdaları kirleterek sağlıklı gıda ihtiyacını artırmaktadır. Bitkisel üretimde, aşırı gübre ve kimyasal ilaç kullanımı insan sağlığını tehdit edici noktaya gelmektedir. Son yıllarda, kullanımları yaygınlaşan bitki büyüme ve gelişmesine katkı sağlayan bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (PGPR) bitkilerin verim ve kalitesini artırması üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Bitkilerde hastalık oluşturan bakteriyel patojenlerle mücadelenin zaten zor olduğu bilinmesinin yanında özellikle de iletim demetine kolonize olarak hastalık oluşturan patojenlerle mücadelenin daha da büyük zorlukları bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada toprak solarizasyonu ve fumigasyon uygulamalarının domatesde toprak orijinli fungal ve bakteriyel patojenlerin kontrolü üzerine etkinliği test edilmiş; bu uygulamaların pek çok fungal patojeni kontrol ettiği halde *Pseudomonas solanacearum* üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir (Chellemi *et al.* 1994). Bir diğer çalışmada; bakırlı preparatlar ve bitki aktivatörleri kullanılarak domates öz nekrozu hastalığının kontrol edilebilirliği araştırılmıştır. Bakırlı preparatlardan bakır hidroksit (Champion), mancozeb ile kombine edilmiş bakır tuzu (Tri-Milttox), rozin asit ve yağı ile kombine edilmiş bakır tuzu (Tenn-copp) ve bakır penta hidroksit (Mastercop); bitki aktivatörlerinden harpin (Messenger), bitki ve maya ekstraktı (ISR 2000) ve asibenzolar-S-metil (Bion)'in *Pseudomonas cichorii* patojenine karşı etkinlikleri

araştırılmıştır. Hastalığın engellenmesinde bakır hidroksitinin %66-72, bitki aktivatörlerinin ise %20-58 arasında etkili olabildikleri tespit edilmiştir (Ustün *et al.* 2005). Ancak bakıra karşı bakterilerde zamanla bir direncin gelişebildiği, düşük dozlarda etkinliğin azaldığı ve özellikle çiçekli dönemde ve nemin yüksek olduğu dönemlerde yüksek dozda bakır uygulamalarının da bitkiler üzerinde toksik bir etkisinin olduğu belirtilmektedir (Benlioğlu ve Özakman 1992). Benzer şekilde bitki aktivatörleri ile yapılan çalışmalarda da bakteriyel hastalıkların mücadelesinde toksik etkiden kaynaklanan problemlerin olduğu görülmektedir. Kotan (1998) tarafından *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*'ya karşı biber ve domates bitkileri üzerinde yapılan biyolojik mücadele çalışmasında; bitki aktivatörü olarak Actigard, biyoajan olarak ise *Bacillus subtilis* BA-140, *Burkholderia cepacia* BA-7 ve *Pseudomonas putida* BA-8 bakteri strainleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda bütün uygulamaların sera koşullarında kontrole göre hastalık şiddetinde önemli düşümlere neden olduğu ancak Actigard'ın önerilen dozunun bitkiler üzerinde bir fitotoksik etkiye sebep olduğu görülmüştür.

Domateste öz nekrozu hastalığına karşı dayanıklı domates çeşitlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada; ACE 55 VF ve Nun 2048 çeşitlerinin *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı dayanıklı olduğu; test edilen diğer toplam 31 domates çeşidinin hiç birisinin *P. corrugata*, *P. viridiflava*, *P. cichori* ve *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı dayanıklı olmadığı belirlenmiştir (Ustün *et al.* 2009a). Öz nekrozuna çok sayıda patojenin sebep olması, dayanıklılık çalışmalarında da bazı sorunların yaşanabileceğini göstermektedir. Bakteri kaynaklı iletim demeti hastalıklarının mücadelesinde yukarıda bahsedilen olumsuzlukların, bu hastalıklarla mücadelede biyolojik ürünlerin önemli avantajlarının olabileceğini göstermektedir.

Domateste öz nekrozuna sebep olan patojenlerin pek çoğunun tohumla taşındığı bilinmekte ve tohum dezenfeksiyon yöntemleri ile patojenin elemine edilmesine yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Aysan vd 2002). Yapılan bir çalışmada; *Pseudomonas viridiflava* ile enfekteli domates tohumlarından patojeni elemine etmek için sıcak su (50-55°C) uygulamasının yanında %1'lik sodyum hipoklorit, 0.6N hidroklorik asit,

%0.2'lik bakır asetat ve 50-100 ppm streptomisin uygulamaları denenmiş ve bütün bu uygulamaların tohum çimlenme oranında önemli sayılabilecek bir düşüşe sebep olmadan patojeni elemine edebildiği belirlenmiştir (Yildiz *et al.* 2009). Yapılan bir diğer çalışmada ise toprak solarizasyonu ve fumigasyon uygulamalarının domatesde toprak orijinli fungal ve bakteriyel patojenlerin kontrolü üzerine etkinliği test edilmiş; bu uygulamaların pek çok fungal patojeni kontrol ettiği halde *Pseudomonas solanacearum* üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir (Chellemi *et al.* 1994). Ancak, organik tarım uygulamalarında tohum ve toprak dezenfeksiyonunda kullanılan pek çok dezenfektan maddenin kullanımı yasaklandığı için de yine bu amaçla da biyolojik ürünlerin kullanılabilmesi imkanları üzerinde durulmaktadır.

Bitkilerdeki beslenme noksanlıklarının yanı sıra abiyotik stres koşullarından, hastalık ve zararlılardan kaynaklanan kayıpların önüne geçilmesinde dünyadaki yeni yaklaşım, kimyasallara alternatif yeni yöntemlerin geliştirilmesi olmuştur (Saber 2001). Bu yöntemler içerisinde en çok üzerinde durulan ise; tarımda kimyasal gübre ve pestisitlere alternatif olarak faydalı mikroorganizmaların kullanımınıdır. Bu mikroorganizmalar içerisinde bakteriler önemli bir yer tutmaktadır. PGPR bakterileri; havanın serbest azotunu bağlama (Çakmakçı *et al.* 2007a), inorganik fosfat kaynaklarını çözme (Aslantaş *et al.* 2007; Güneş vd 2013), bitki patojenlerini inhibe etme (Kotan vd 2002; Kotan ve Şahin 2002; Karagöz 2009; Gökçe ve Kotan 2014), enzim üretme (Şahin *et al.* 2004; Çakmakçı *et al.* 2007b), büyüme hormonları sentezleme (Aslantaş *et al.* 2007) ve çeşitli kompleks karbon kaynaklarını mineralize etme (Kotan and Şahin 2006) gibi farklı mekanizmalara sahiptirler.

Bu çalışmada, bitki gelişimini teşvik eden ve biyolojik kontrol ajanı bakterilerin domateste öz nekrozu hastalığının kontrol imkanları araştırılmıştır. Çalışmada dört farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Pantoea* and *Agrobacterium* sp.) ait toplam 14 bitki gelişimini teşvik eden bakteri ve on farklı cinse (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bergeyella*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Salmonella* ve *Stenotrophomonas*) ait toplam 132 potansiyel biyoajan bakteri izolatu kullanılmıştır. Potansiyel biyokontrol bakteriler petri denemelerinde patojene karşı



antagonistik ve/veya hiperparasitik özelliklerinin belirlenmesi için test edilmiştir. Kök uygulamaları için toplam sekiz bakteri formülasyonu ve yaprağa sprey uygulamaları için toplam iki bakteri formülasyonu sera koşullarında domates öz nekrozu hastalığının kontrolü, bazı bitki gelişim parametreleri ve bitkideki klorofil miktarı üzerine etkinlikleri bakımından test edilmiştir. Hem bitki büyüme parametreleri (bitki boyu, gövde çapı, çiçek sayısı ve klorofil miktarı) hem de hastalık şiddeti açısından değerlendirildiğinde kök daldırma şeklinde uygulanan mikrobiyal gübre uygulaması ve toprak üstünden biyoajan uygulamalarından oluşan B3+BA-A, B3+BA-B ve B4+BA-B uygulamalarının en başarılı sonucu verdiği görülmüştür.

Ticari mikrobiyal gübre uygulaması ile kök daldırma ve toprak üstünden biyoajan uygulamalarından oluşan K2 (MF+BA-A) ve K2 (MF+BA-B) uygulamalarında da yine bitki gelişimin çok iyi olduğu ayrıca hastalık şiddetinde de kontrol uygulamalarından K1 (Taşıyıcı+BA-A) ve K1 (Taşıyıcı+BA-B) uygulamalarına göre istatistiki olarak önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. Bitki kök kısmına yapılacak bakteri uygulamaları ile toprak üstü patojenlerine karşı sistemik dayanıklılık mekanizmasına bağlı olarak bir koruma sağlanabileceği bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada fluorescent *Pseudomonas*'lardan *P. putida*'nın, sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) ile ilgili olan PR1a proteinlerini şifreleyen genlerin expressionunu teşvik ettiği ispatlanmıştır (Zdor and Anderson 1992). Yapılan bir başka çalışmada ise, *P. fluorescens* bakterilerinin, *Fusarium* solgunluk hastalıklarının etki altına alınmasında, canlı bakterilerin etkili olduğu kadar, bakteriyel hücrelerin hücre yüzeyindeki lipopolisakkaritlerin de dayanıklılığı artırabildiği gözlenmiştir (Leeman *et al.* 1995). Yine; *P. fluorescens*, *Serratia marcescens* ve *P. putida* bakterilerinin bazı strainleri hıyar ve turpda patojen olan *Colletotrichum lindemuthianum*, Hıyar Mozayik Virüsü (CMV), *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* ve *Fusarium oxysporium* patojenlerine karşı sistemik dayanıklılığı uyardığı saptanmıştır (Whipps 2001). Bu nedenle bu çalışmada etkili bulunan izolatların öz nekrozu patojenlerinden bitkideki sistemik dayanıklılığı uyarak *Erwinia chrysanthemi* ve *Pseudomonas viridiflava*'nın yanısıra diğer pek çok abiyotik ve biyotik faktörlere karşı da bir koruma sağlayabileceği de düşünülmektedir.

Türkiye’de bakteriyel organizmalar kullanılarak domateste görülen bazı bakteri hastalıklarının kontrolüne yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada; *Erwinia chrysanthemi*’ye karşı petri denemelerinde inhibasyon zonu oluşturan 16 aday antagonist organizmanın 13’ünün kontrollü koşullarda domates fidelerinde hastalığı %33-89 oranında engellediği, bu izolatlar arasından seçilen 5 bakterinin ise sera koşullarında test edildiği ve %74 oranında başarı sağladığı belirtilmiştir (Aysan *et al.* 2003).

Son yıllarda PGPR strainlerinin hem mikrobiyal gübre hem de biyolojik mücadele amacı ile kullanıldığı çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Ji *et al.* (2006) Amerika Birleşik Devletleri’nde yaptıkları bir çalışmada *P. s. pv. tomato* ve *X. a. pv. vesicatoria*’nın domateste neden oldukları hastalıklara karşı PGPR strainlerini denemişlerdir. Sonuçta bazı PGPR strainlerinin arazi şartlarında bu hastalıklara karşı bitkideki dayanıklılık mekanizmasını tetiklediklerini ve kök rizosferine uygulanan PGPR strainleri ile yaprak uygulamalarında biyoajan olarak kullanılan strainlerin birlikte uygulanması durumunda daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini öne sürmüşlerdir.

PGPR bakterilerinin son yıllarda yapılan çalışmalarda sistemik dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirerek virus hastalıklarına karşı da bir koruma sağlandığını gösteren çalışmalar yayınlanmaktadır. Yapılan bir çalışmada; *Pseudomonas aeruginosa* ve *Stenotrophomonas rhizophilia* bakteri izolatlarının karışından oluşan bir formülasyonunun sera koşullarında domatesin toprak üstü aksamına uygulaması ile bitki dayanıklılık sistemini aktive ederek Hıyar Mozayik Virüsüne karşı %91.3 oranında bir koruma sağladığı belirtilmiştir (Dashti *et al.* 2012). Domates bitkisinde pek çok virus hastalığı mevcut olup ileride yapılacak çalışmalarda bu çalışmada etkili bulunan izolatların virus hastalıkları üzerine etkinliklerinin de belirlenmesi önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde PGPR bakterileri uygulamaları ile nematod zararına karşı da etkili sonuçlar alınabileceği sanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada; hidrojen siyanid üreten *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0 izolatının domateste *Meloidogyne javanica* nematoduna etkinliği test edilmiş ve etkili olduğu

belirlenmiştir (Siddiqui *et al.* 2006). Bu çalışma sonucunda bulunan etkili bakteriyel formülasyonların ileride yapılacak arazi çalışmalarında domates bitkisinde abiyotik ve diğer biyotik etmenlerden kaynaklanacak pek çok zararın da önlenilebileceği düşünülmektedir.

PGPR ya da biyoajan bakterilerin diğer konvensiyonel metotlarla organik tarımda tek başlarına kullanılabilmesi gibi önemli avantajları vardır. Ancak, konvensiyonel tarımda tek başlarına kullanılabildikleri gibi bazı kimyasal pestisitler ile birlikte entegre edilerek etkinliklerinin daha da artırılabilceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada; domateste kök hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* patojenine karşı *Bacillus megaterium* (c96) ve *Burkholderia cepacia* (c91) biyoajanlarının tek başlarına ve carbendazin fungusiti ile birlikte kullanılabilirliği test edilmiştir. Carbendazin tek başına hastalık simptomunda %77 etkinlik gösterirken *Bacillus megaterium* (c96)'un carbendazin ile birlikte kullanıldığı uygulamada etkinliğin %84 olduğu tespit edilmiştir (Omar *et al.* 2006). Yapılan bir diğer çalışmada ise; domates tohumlarının *Azospirillum brasilense* ile muamele edilmesi veya toprak üstü aksama sprey edilmesi ile streptomisin sülfat ve bakırlı bakterisitlerin *P. syringae* pv. *tomato* patojenine karşı etkinliği test edilmiş; *A. brasilense* ile tohumların muamele edilmesi ve ilerleyen dönemlerde tek bir sitreptomisin ve iki bakır uygulaması ile hastalığın %90'lar düzeyinde azaldığı belirlenmiştir (Bashan and de-Bashan 2002). Bu tez kapsamında etkili bulunan izolatların ileride yapılacak çalışmalarda ülkemizde yaygın olarak kullanılan kimyasal pestisitlere duyarlılıkları da belirlendikten sonra dayanıklı oldukları pestisit grupları ile birlikte kullanılabilirliğinin araştırılması ve daha etkili sonuçların elde edilmesi de muhtemeldir.

Bitki hastalıkları ile mücadelede alternatif yöntemlerden olan biyolojik ürün kullanımı sadece mikrobiyal orijinli ürünlerden oluşmamaktadır. Son yıllarda bitkisel kökenli bazı biyolojik ürünlerinde bu amaçla kullanılabileceğine dair çalışmalar mevcuttur. Domates öz nekrozuna sebep olan patojenlere karşı bitkisel kökenli ekstraktların kullanılabileceğine yönelik yapılan bir çalışmada; *P. viridiflava*, *P. corrugata*, *P. cichorii*, *E. carotovora* var. *carotovora* ve *E. chrysanthemi* patojenlerine karşı sarımsak,

*Eucalyptus* sp. ve *Thymus vulgaris* bitki ekstraktı kullanılmış; filtre ve otoklav edilmiş *Eucalyptus* ekstresinin in vitroda bütün patojenlere karşı antibakteriyel etki gösterdiği, filtre edilmiş sarımsak ekstraktının ise *P. corrugata* hariç diğer türlerde etkili olduğu ancak otoklav edilmiş ekstrenin etkili olmadığı bildirilmiştir (Aysan ve Yıldız 2000). Bu çalışma sonucunda etkili bulunan bakteriyel biyoformülasyonların ileride yapılacak sıvı ya da katı taşıyıcı oluşturma ve geliştirme çalışmalarında biyoformülasyonlara bazı bitkisel içerikli ekstrakt veya uçucu yağların karıştırılarak biyoformülasyonların etkinliğinin daha da artırılabilceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada; *Allium cepa* L. ve *Allium sativum* L. ekstraktının *Pseudomonas fluorescens* (Pf1 and Py15) ve *Bacillus subtilis* (Bs16)'in domateste *A. solani* patojenine karşı tek tek ve birlikte uygulamaları test edilmiş; PGPR ve bitkisel ekstre kombinasyonlarının bitkilerdeki sistemik dayanıklılıkta görev alan enzim düzeylerinde değişikliklere sebep olarak patojene karşı daha iyi bir koruma sağladığı belirtilmiştir (Latha *et al.* 2009). Daha önce yürütülen çalışmalarda Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan *Origanum*, *Achillea*, *Satureja* ve *Thymus* türlerinin ekstre ya da uçucu yağlarının pek çok bitki patojenine karşı hem in vitroda hem de saksı çalışmalarında ve tohum dezenfektanı olarak başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür (Kotan *et al.* 2010; Dadasoğlu 2011, Kotan *et al.* 2014a; Kotan *et al.* 2014b). Bu bitkisel kaynaklı uçucu yağ veya ekstraktların PGPR ve biyoajan bakterileri ile kombine edilerek elde edilecek karışımların arazi koşullarında daha iyi sonuçlar verebileceği de düşünülmektedir.

PGPR bakterilerinin bitki beslenmesine etki ederek hastalıklara karşı koruma sağladığı da bilinen bir gerçektir. Bitki beslemesi ile hastalıklara duyarlılık arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik çalışmalar da son yıllarda artarak devam etmektedir. Öz nekrozuna sebep olan *P. corrugata*, *P. cichorii*, *P. viridiflava* ve *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı 400 ppm düzeyindeki potasyum uygulamasının ve 120 ppm kalsiyum uygulamasının hastalık şiddetinde önemli düşüslere sebep olduğu ve aynı zamanda verimde de artışların görüldüğü belirtilmiştir (Ustün *et al.* 2009b).

Köke uygulanan PGPR bakterilerinin hastalığı önleme başarısının bu izolatların bitki kök bölgesine kolonizasyonu ile de çok yakından ilişkili olduğu ve domates kök

bölgesinin bu bakteriler için çok uygun bir ortam olduğu yapılan çalışmalar ile teyit edilmiştir (Huang *et al.* 2013). Daha önce yürütülen bazı çalışmalarda bu tez kapsamında kullanılan bakteri izolatlarının karbon profillerinin oldukça geniş olduğu ve bundan dolayı rekabetik yeteneklerinin oldukça üstün oldukları düşünülmektedir (Kotan and Sahin 2006). Bu üstünlükleri sayesinde etkili biyofarmülasyonda bulunan bakteri izolatlarının bitkilerin kök sistemine çok iyi kolonize olması ile pek çok bitkide problem olan toprak orijinli fungal patojenlerin de kontrolünün sağlanabileceği ileride yapılması planlanan çalışmalarla ortaya çıkarılacaktır.

Yapılan bir çalışmada; *Bacillus* türleri biyolojik mücadele çok yaygın olarak kullanılan bakteriler olup bu türlere ait *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. pumilus* and *B. subtilis* izolatlarının domateste toprak orijinli fungal patojenlere karşı da oldukça etkili oldukları bildirilmiştir (Ajilogba *et al.* 2013). Toprak patojenlerinin kontrolünde biyoajan bakterilerinin kitinaz enzimi üretmesinin önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada; *Pseudomonas* sp. DFs1421 izolatının *Ralstonia solanacearum* patojeninden kaynaklanan hastalık şiddetinde %36.6-91.7 oranında *Bacillus* sp. DFs1414 izolatının ise *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* kaynaklı hastalık şiddetinde %22.5-76.00 oranında düşüşe sebep olduğu, bu etkinlik mekanizmasının kitinolitik aktiviteden veya antibiyotik etkili maddelerin üretiminden kaynaklandığı belirtilmektedir (Rocha and Moura 2013). Senol *et al.* (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada; bu çalışmada da kullanılan bazı bakteri izolatlarının kitinaz enzimi ürettiği tespit edilmiştir. Kore’de yapılan bir diğer çalışmada Chung *et al.* (2008) 500 farklı izolatu sebze patojenlerine karşı test etmişler ve seçilen bir *Bacillus subtilis* izolatının test edilen 42 sebze patojenin 39 tanesine karşı etkili olduğunu öne sürerken, bu izolatın hıyarda fungal kaynaklı *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* ve yine biberde fungal kaynaklı *Phytophthora capsici*’yi baskıladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da etkili formülasyonlar içerisinde ağırlıklı olarak *Bacillus* türlerinin olması oluşturulabilecek ticari formülasyonunun raf ömrünün uzun olması ve uygulama alanında uzun süre aktivitelerinin devam edebilmesi açısından önemlidir.

Bitkilerin kök bölgesine yapılan PGPR uygulamalarında azot fiksasyonu, fosfatı çözebilme ve siderofor üretiminin bitki gelişimi ve verim parametreleri açısından önemli katkılar sağladığına yönelik çok sayıda çalışma vardır. Yapılan bir çalışmada; *Bacillus amyloliquefacien* CM-2 ve T-5 izolatlarının 5 haftalık süreçte domatesin kök ve civarına ve sapının içine kolonize olarak *R. solanacearum*'un kontrolünü sağladığı, ammonia pozitif reaksiyon gösterdiği, indol asetik asit ve siderofor ürettiği ve fosfatı çözerek bitki gelişimi üzerine de önemli katkılar sağladığı belirtilmiştir (Tan *et al.* 2012). Mirik *et al.* (2008); domates ve biberde *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın neden olduğu bakteriyel leke hastalığına karşı 3 farklı *Bacillus* izolatını tek veya kombine halde kullanmış, hastalık şiddetinde sera koşullarında %11-62, tarla koşullarında ise %38-67 oranında düşüş sağlamışlardır. Bu uygulama neticesinde gövde çapında %7-20, kök uzunluğunda %7 -17, kök kuru ağırlığında %4.5-23.5, sürgün kuru ağırlığında %16.5-38.5 ve verimde %11-33 artış elde etmişlerdir. Bu çalışmada kök daldırmada kullanılan biyofarmülasyonların içerisinde bulunan bakteri izolatlarının serbest azot fikseri, fosfat çözücü ve/veya siderofor ürettiği bilinmektedir (Kotan 2002; Karagöz 2009; Erman *et al.* 2010). Hastalık üzerine etkili olan bütün formülasyonların bitki gelişimi ve verim parametreleri açısından artışlara sebep olması bu özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada kök daldırma ve yaprak spreyi şeklinde kullanılan bu bakteriyel formülasyonların birçoğunun hem hastalığı kontrol ettiği, hemde bitki gelişimi ve bitki klorofil miktarında artışlara sebep oldukları tespit edilmiştir. Dünyada bu tür çalışmaların sayısı son yıllarda hızla artmaktadır. Domateste bakteriyel solgunluğuna sebep olan *Ralstonia solanacearum* patojenine karşı yürütülen bir biyolojik mücadele çalışmasında; test edilen 150 bakteri izolatınının 30'unun in vitro koşullarda patojenin gelişimini engellediği, *B. cereus* BC1AW ve *P. putida* PP3WT izolatlarının ise hastalık gelişimini önemli ölçüde engellediği ve bu izolatların aynı zamanda bitki kök kuru ağırlığında da önemli artışlara sebep olduğu belirtilmiştir (Kurabachew and Wydra 2013). Bir diğer çalışmada; Deng *et al.* (2013) *polymyxa* izolatınının domates bitkisinde sadece yaprak alanı indeksi, bitki boyu ve klorofil oranında artışa sebep olmakta

kalmayıp aynı zamanda domates solgunluğu hastalığının etmeni *R. Solanacearum*'un kontrolünde de çok başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan ve etkili oldukları belirlenen bakteri izolatlarının bitki beslemesi üzerine etkinlikleri dolaylı olarak hastalığa karşı bir direnç de sağlamış olabilir. Yapılan bir çalışmada; öz nekrozuna sebep olan *P. corrugata*, *P. cichorii*, *P. viridiflava* ve *E. carotovora* subsp. *carotovora*'ya karşı 400 ppm düzeyindeki potasyum uygulamasının ve 120 ppm kalsiyum uygulamasının hastalık şiddetinde önemli düşümlere sebep olduğu ve aynı zamanda verimde de artışların görüldüğü belirtilmiştir (Ustün *et al.* 2009a). Bu çalışmada en yüksek çiçek sayısı B4+BA-B, B3+BA-B, B4+BA-A, B5+BA-B, B3+BA-A, K2 (MF+BA-A) ve K2 (MF+BA-B) nolu uygulamalardan elde edilmiştir. Çiçek sayısındaki artış ile fosfatı çözen bakteriler sayesinde bitkilerin fosfor yararlanılığının artırılmış olması arasında yakın bir ilişki vardır. Kök daldırma amacı ile oluşturulan 9 bakteri kombinasyonunun tamamında bazı bakteriler (A-16, RK-79, TV-6D, TV-60D ve TV-6F) ortak kullanılmıştır. Etkili bulunan uygulamalarda farklı olan strainler *B. subtilis* TV12E (3. formülasyon), *B. megaterium* KBA10 (4. formülasyon) ve *B. megaterium* TV87A (5. formülasyon) strainleridir. Daha önce yürütülen pek çok çalışmada; *B. subtilis* TV12E, *B. megaterium* KBA10 ve *B. megaterium* TV87A izolatlarının değişik bitki gruplarında bitki gelişim ve verim parametreleri açısından önemli katkılarının olduğu belirlenmiştir (Gökçe ve Kotan, 2014; Mohammadi ve Kotan, 2014; Karagöz vd, 2014; Yıldırım *et al.*, 2014). Bu izolatların B3+BA-A, B3+BA-B, B4+BA-A, B4+BA-B, B5+BA-A ve B5+BA-B formülasyonlarının öne çıkmasında önemli bir faktör olduğu sanılmaktadır.

Sonuç olarak; bu çalışmada kullanılan B3+BA-A, B3+BA-B ve B4+BA-B formülasyonlarının domates yetiştiriciliğinde hem domates öz nekrozu hastalığının kontrolünde biokontrol ajanı hem de bitki gelişiminde etkili mikrobiyal gübre olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Agrios, G. N., 1997. Plant Pathology. Department of Plant Pathology, University of Florida, Academic Press, p 635.
- Ajillogba, C.F., Babalola, O.O. and Ahmad, F., 2013. Antagonistic effects of *Bacillus* species in biocontrol of tomato *Fusarium* wilt. *Studies on Ethno-Medicine*, 7(3): 205-216.
- Alippi, A.M., Dal Bo, E., Ronca, L.B., Lopez, M.V., Lopez, A.C. and Aguilar, O.M. 2003. *Pseudomonas* populations causing pith necrosis of tomato and pepper in Argentina are highly diverse. *Pathology*, 52: 287-302.
- Alivizatos, A.S., 1984. Aetiology of Tomato Pith Necrosis in Greece. Proceedings of the second working group *Pseudomonas syringae* pathovars. Athens, Greece. Hellenic Phytopathological Society, 55-57.
- Altın N. and Bora, T., 2001. Biological control studies by fluorescent pseudomonads against to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.* caused soft rot on potato. Ninth Turkish Phytopathology Congress, 3–8 September 2001, Tekirdag, Turkey, pp. 104–110.
- Aslan, I., Çoruh, S., Özbek, H., Yaman, M. and Şahin, F., 2005. *Brevibacillus agri*, a pathogenic bacterium of *Malacosoma neustria* (Lepidoptera: Lasiocampidae) *Fresenius Environmental Bulletin*, 14: 98-100.
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R. and Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111: 371-377.
- Aysan, Y. and Ö. Çınar, 2001. Doğu Akdeniz Bölgesi domates seralarında bakteriyel gövde nekrozu hastalığının yaygınlığı ve bu seralarda yapılan gözlemler. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, (3-8 Eylül 2001, Tekirdağ). s: 51-56.
- Aysan, Y. and Yildiz, N., 2000. Effect of plant extracts on tomato stem necrosis. *Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate IOBC wprs Bulletin*, 23 (1): 59-62.
- Aysan, Y. ve Çınar, Ö., 2002. Tohum kökenli *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistlerin etkisi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. S: 409-416.
- Aysan, Y., 2001. Bacterial stem necrosis of tomato in the greenhouse in the eastern Mediterranean region of Turkey. 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union and 3rd Congress of the Sociedade Portuguesa de Fitopatologia, 17–20 September 2001, Evora Portugal, pp. 301–303.
- Aysan, Y., Karatas, A. and Cinar, O., 2003. Biological control of bacterial stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi* on tomato. *Crop Protection*, 22(6): 807-811.
- Aysan, Y., Sahin, F., Cetinkaya-Yıldız, R., Mirik, M. and Yucel, F., 2005b. Occurrence and primer inoculum sources of bacterial stem rot caused by *Erwinia* species on tomato in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112 (1): 42–51.
- Aysan, Y., Saygili, H., Sahin, F. and Cetinkaya-Yildiz, R., 2005a. Present status of bacterial stem rot on tomato in Turkey. *Acta Horticulture*, 695: 97-100.



- Aysan, Y., Tokgonul, S., Cinar, O. and Kuden A., 1999. Biological, chemical, cultural control methods and determination resistant cultivars to fire blight in pear orchards in the eastern Mediterranean region of Turkey. Proceedings of the Eighth International Workshop On Fire Blight, ACTA Horticulturae, 489: 549-552.
- Aysan, Y., Ülke, G., ve Çınar, Ö., 2002. Domates Tohumlarında *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya Karşı Tohum Uygulamaları. Türkiye 1. Tohumculuk Kongresi. 11-13 Eylül 2002, Bornova, İzmir.
- Aysan, Y., Yildiz, N. and Yucel, F., 2004. Identification of *Pseudomonas viridiflava* on tomato by traditional methods and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. *Phytoparasitica*, 32(2): 146-153.
- Bashan, Y. and de-Bashan, L.E., 2002. Reduction of bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) of tomato by combined treatments of plant growth-promoting bacterium, *Azospirillum brasilense*, streptomycin sulfate, and chemothermic seed treatment. *European Journal of Plant Pathology*, 108 (9): 821-829.
- Basim, H. ve Öztürk, Ş.B., 2000. Antalya ve çevresinde sera domateslerinde görülen bakteriyel hastalıklar ve çözüm önerileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül-Isparta, 199-202.
- Basım, H., Basım, E., Yılmaz, S. and İlkucan, M., 2005. First report of pith necrosis of tomato caused by *Pseudomonas mediterranea* in Turkey. *Plant Pathology*, 54: 240.
- Basim, H., Basim, E., Yılmaz, S., Dickstein, E. R. and Jones, J.B., 2004. An outbreak of bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* on tomato transplants grown in commercial seedling companies located in the Western Mediterranean Region of Turkey. *Plant Disease*, 88 (9): 1050.
- Baş, B. ve Çınar, Ö., 1995. Domates öz nekrozu etmeni *Pseudomonas corrugata* (Scarlett etol)'nın tanısı. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi 26-29 Eylül Adana, 392-421.
- Benlioğlu, K. ve Özakman, M. 1992. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora*) ve mücadelesi. Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Calis, O., Saygı, S. and Celik, D., 2012. Molecular identification of bacterial canker and bacterial wilt diseases in tomatoes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18: 682-688.
- Catara, V., Sutra, L., Morineau, A., Achouak, W., Christen, R. and Gardan, L., 2002. Phenotypic and genomic evidence for the revision of *Pseudomonas corrugata* and proposal of *Pseudomonas mediterranea* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52: 1749-1758.
- Chellemi, D.O., Olson, S.M. and Mitchel, D.J., 1994. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in Northern Florida. *Plant Disease*, 12: 1167-1172.
- Chellemi, D.O., Dankers, H.A., Hill, K., Cullen, R.E., Simone, G.W., Gooch, M.D. and Allingham, J.E., 1998. Occurrence of bacterial stem rot, caused by *Erwinia clirysanthemi*, on field-grown tomato in Florida. *Plant Disease*, 82: 831.
- Chung, S., Kong, H., Buyer, J.S., Lakshman, D.K., Lydon, J., Kim, S.D. and Roberts, D.P., 2008. Isolation and partial characterization of *Bacillus subtilis* ME-488 for suppression of soilborne pathogens of cucumber and pepper. *Applied*

- Microbiology and Biotechnology, 80: 115-123.
- Clark, R. G. and Watson, D. R. W., 1986. New plant disease record in New Zealand : Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas corrugata*. New Zealand Journal of Agriculture Research, 29: 105-109.
- Çakmakçı, R. ve Erdoğan, Ü., 2005 Organik Tarım İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları No: 2, 121-124.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F. and Erdoğan, Ü., 2007a. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on barley, seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turk Journal of Agriculture and Forestry, 31: 189-199.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan Ü. and Dönmez, M.F., 2007b. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 288-295.
- Çınar, Ö ve Aysan, Y., 1995. Doğu Akdeniz Bölgesi domates seralarında yumuşak çürüklük etmeni erwinia türlerinin tespiti. 426-428. 7. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül, Adana.
- Çınar, Ö. and Aysan, Y., 2002. Domateslerde Yumuşak Çürüklük Etmeni Erwinia Türlerinin Biyolojik Savaşımı Üzerine Araştırmalar. TUBİTAK; TARP- 2498 Nolu Proje Sonuç Raporu.
- Dadasoglu, F., Aydın, T., Kotan, R., Cakir, A., Ozer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dikbas, N. and Mete, E., 2011. Antibacterial activities of extracts and essential oils of three *Origanum* species against plant pathogenic bacteria and their potential use as seed disinfectants. Journal of Plant Pathology, 93 (2): 271-282.
- Dashti, N.H., Ali, N.Y., Cherian, V.M. and Montasser, M.S., 2012. Application of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in combination with a mild strain of Cucumber mosaic virus (CMV) associated with viral satellite RNAs to enhance growth and protection against a virulent strain of CMV in tomato. Canadian Journal of Plant Pathology, 34 (2): 177-186.
- Demir, G. and Gündoğdu, M., 1988. The Bacterial disease of tomato caused by *Pseudomonas cichorii* in Turkey. 5th Turkish Phytopathological Congress, October 18-21, Antalya.
- Demir, G., 1990. The occurrence of *Pseudomonas corrugata* on tomatoes in Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 19: 63-70.
- Deng, X., Cao, E.H., Wu, C.Y., Liu, J.K. and Li, Q.F., 2013. Study on the effects of 8 strains on growth promotion and disease resistance of tomato (*Solanum lycopersicum*). Advanced Materials Research, 807-809: 1042-1045.
- Ercan, N., Ayar, F., Şensoy, A.S. and Temirkaynak, M., 2002. Bazı domates çeşitlerinin Antalya koşullarında açıkta yetiştirme olanakları üzerinde bir araştırma. Akdeniz Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 101-105.
- Erman, M., Kotan, R., Çakmakçı, R., Çığ, F., Karagöz, K. and Sezen, M., 2010. Effect of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing Rhizobacteria isolated from Van Lake Basin on the growth and quality properties in wheat and sugar beet. Turkey IV. Organic Farming Symposium, 28 June - 1 July 2010, Erzurum, Turkey. p: 325-329.
- Eşitken, A., Karlıdag, H., Erçisli, S. and Sahin, F., 2002. Effects of foliar application of *Bacillus* OSU-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum blight*) of Apricot. Gartenbauwissenschaft, 67 (4): 139-142.

- FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, ([www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx](http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx)).
- Fiori, di M., Corda, P. and Carta, C., 1983. *Pseudomonas corrugata* Roberts and Scarlett Agente Della 'Necrosi de Midollo' del Pomodoro(*Lcopersicum esculantum* Mill). Rivista de Patologica Vegetale, 19: 21-27.
- Goumas, D.E. and J. Moudofaris, 1996. A bacterial disease of tomato fruits caused by *Pseudomonas viridiflava*. Phytopathology Mediterranea, 35: 217.
- Goumas, D.E., Malathrakis, N.E. and Chatzaki, A.K., 1999. Characterization of *Pseudomonas viridiflava* associated with a new symptom on tomato fruit. European Journal of Plant Pathology, 105: 927-932.
- Gökçe, A.Y. ve Kotan, R., 2014. Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) fungusunun PGPR ve antogonist bakteriler kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, Türkiye. S: 358.
- Günay, A., 2005. Sebze Yetistiriciliği Cilt II, 531s, İzmir.
- Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Sahin, F. ve Karaman, M. R., 2013. Farklı bakteri uygulamalarının kaya fosfatının çözünürlüğü üzerine etkileri. Toprak Su Dergisi, 2 (1): 53-61.
- Holmes, B., Costas, M., Ganner, M., On, S.L. and Stevens, M., 1994. Evaluation of Biolog system for identification of some gram negative bacteria of clinical importance. Journal of Clinical Microbiology, 32: 1970-1975.
- Hsu S.T. and Tzeng K.C., 1981. Species of *Erwinia* associated with soft rot diseases of plants in Taiwan. In: Proceedings of the fifth international conference on plant pathogenic bacteria, pp. 9-18.
- Huang, J.F., Wei, Z., Tan, S.Y., Mei, X.L., Yin, S.X., Shen, Q.R. and Xu, Y.C., 2013. The rhizosphere soil of diseased tomato plants as a source for novel microorganisms to control bacterial wilt. Applied Soil Ecology, 72: 79-84.
- Jacob, C. 1991 On the aetiolojgy of pith necrosis of greenhouse grown tomato plants in Portugal. Seventh Congres of the Mediterran. Phytopathology Union, 119.
- Ji, H., Ramsey, M.R., Hayes, D.N., Fan, C., McNamara, K., Kozlowski, P., Torrice, C., Wu, M. , Shimamura, T., Perera, S.A., 2006. Structure, expression, and functional analysis of the hexokinase gene family in rice (*Oryza sativa* L.). PLANTA 224(3):598-611
- Jones, J.P., Stall, R.E. and Miller, J.W., 1983. Occurrence of stem necrosis on field grown tomatoes incited by *Pseudomonas corrugata* in Florida. Plant Disease, 67: 425-426.
- Karagöz, K., 2009. Bazı PGPR Bakterilerin Marulun Gelişimi ve Marul Yaprak Leke Hastalığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 95.
- Karagöz, K., Dadaşoğlu, F., Mohammadi, P. ve Kotan, R., 2014. *Patates uyuzu hastalığına sebep olan streptomyces scabies'in antagonistik bakterilerle kontrolü*. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, Türkiye. S: 360.
- Keskin, G. ve Gül, U., 2004. Tarımsal Araştırma Enstitüsü T.E.A.E Yayını, Bakış Dergisi 5. Sayı, 13. Nüsha. <http://www.aeri.org.tr/bakis4-5/Domates.pdf>
- Keskin, G., 2012. Durum ve Tahmin Domates ve Domates Salçası 2011-2012, [http://www.tepge.gov.tr/upload/attachments/domates 2012.pdf](http://www.tepge.gov.tr/upload/attachments/domates%202012.pdf)

- Klement, Z., Rudolph, K. and Sands, D.C., 1990. Methods in Phytobacteriology. Akademiai Kiado, Budapest, p547.
- Kotan, R. and Sahin, F., 2006. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and nutritional similarity in carbon source utilization of pathogen and its potential biocontrol agents. Journal of Turkish Phytopathology, 35 (1-3): 1-13.
- Kotan, R. ve Şahin, F., 2002. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 111-119.
- Kotan, R., 1998. Biological and chemical control of bacterial leaf spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.) on pepper and tomato. Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Plant Protection, Master Thesis, p. 45.
- Kotan, R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen ve saprofitik bakteriyel organizmaların klasik ve moleküler metotlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi. s 217.
- Kotan, R., Cakir, A., Dadasoglu, F., Aydin, T., Cakmakci, R., Ozer, H., Kordali, S., Mete, E. and Dikbas, N., 2010. Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria. Journal of the Science Food and Agriculture. 90: 145-160.
- Kotan, R., Cakir, A., Özer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dadasoglu, F., Dikbas, N., Aydin, T. and Kazaz, D., 2014a. Antibacterial effects of *Origanum onites* against Phytopathogenic Bacteria: Possible use of the extracts from protection of disease caused by some phytopathogenic bacteria. Scientia Horticulturae, 172: 210-220.
- Kotan, R., Dadasoglu, F., Cakir, Karagöz, K., Dikbas N., Ozer, H., Kordali, S. and Cakmakci, R., 2014b. Control of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye by the essential oils and extracts of *Satureja* and *Origanum* species, and their potential use as seed disinfectants. Journal of Essential Oil Bearing Plants, (Baskıda).
- Kotan, R., Dikbaş, N. and Bostan, H., 2009. Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. African Journal of Biotechnology, 8 (2): 209-214.
- Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. and Eken, C., 2009. Biological control of the potato dry rot caused by *Fusarium* species using PGPR strains. Biological Control, 50: 194-198.
- Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. ve Eken, C., 2002. Patates (*Solanum tuberosum* L)'te kuru çürüklüğe sebep olan fungal patojenlerden *Fusarium solani*'ye karşı potansiyel bakteriyel etmenler kullanılarak biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Türkiye V. Biyolojik Mücadel Kongresi. Eylül 2002. Erzurum. 381-390.
- Kotan, R., 2014. Faydalı bakterilerin tarımda kullanımı. Harman Time, 11: 44-48.
- Kotan R. ve Çelik, S., 2014. Mikrobiyal gübre ve biyopestisitlerin kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar. Harman Time, 14: 64-68.

- Kurabachew, H. and Wydra, K., 2013. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and their potential as bioprotectant against tomato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. *Biological Control*, 67 (1): 75-83.
- Lai, M., Opgenorth, D.C. and White, J.B., 1983. Occurrence of *Pseudomonas corrugata* on tomato in California. *Plant Disease*, 67: 110-112.
- Leeman, M., Van Pelt, J.A., Den Ouden, F.M., Heinsbroek, M., Bakker, P.A.H.M. and Schippers, B., 1995. Induction of systemic resistance by *Pseudomonas fluorescens* in radish cultivars differing in susceptibility to fusarium wilt, using a novel bioassay. *European Journal of Plant Pathology*, 101: 655-664.
- Lelliot, R.A. and Stead, D.E., 1987. *Methods For the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*. Black Well Scientific Publication, 157 p, Oxford, USA.
- Malathrakis, E.N. and Goumas, D.E., 1987. Bacterial soft rot of tomato in plastic greenhouses in Crete. *Annals of Applied Biology*, 111: 115-23.
- Miller, L.T., 1982. Single derivatization method for routine analysis of bacterial whole-cell fatty acid methyl esters, including hydroxy acids. *Journal of Clinical Microbiology*, 16: 584-586.
- Mirik, M., Aysan, Y. and Çınar, Ö., 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with *Bacillus* Strains. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 369-379.
- Mirik, M., Aysan, Y. and Sahin, F., 2011. Characterization of *Pseudomonas cichorii* isolated from different hosts in Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13: 203-209.
- Mohammadi, P. ve Kotan, R., 2014. Biberde bakteriyel leke hastalığının etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın kontrolünde kullanılacak ve bitki gelişimi üzerine de etkili olan bakteriyel biyopestitin geliştirilmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, Türkiye. S: 364.
- Molan, Y., Ibrahim, Y. and Al-Masrahi, A., 2010. Identification in Saudi Arabia of *Pseudomonas corrugata*, the tomato pith necrosis pathogen, and assessment of cultivar resistance and seed treatment. *Journal of Plant Pathology*, 92: 213-8.
- Natsuaki, K.T. and Kagiwata, T., 1986. Occurrence of *Pseudomonas corrugata* on field-grown tomatoes in Japan. *Journal of Agricultural Science Tokyo Nogyo Daigaku (Japan)*. 30: 196-203.
- Neto, J. R., Malavolta, V.A., Ramos, R.S. and Sinigaglia, C., 1990. *Summa Phytopathologica*, 16: 279-284.
- Oldaç, Ş., Ülke, G. ve Mirik, M., 2002. Domates bakteriyel leke hastalığına (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) karşı biyolojik mücadele çalışmaları. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. S: 391-398.
- Omar, I., O'Neill, T.M. and Rossall, S., 2006. Biological control of fusarium crown and root rot of tomato with antagonistic bacteria and integrated control when combined with the fungicide carbendazim. *Plant Pathology*, 55 (1): 92-99.
- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M. and Sahin, F., 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulture*, 111: 38-43.S
- Ozaktan, H. ve Bora, T., 2006. Studies on biological control of fire blight with some antagonistic bacteria. *Proceedings of the Xth International Workshop on Fire Blight, ACTA Horticulturae*, 704: 337-340.

- Rocha, D.A. and Moura, A.B., 2013. Biological control of tomato wilt caused by *Ralstonia solanacearum* and *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* by rhizobacteria. *Tropical Plant Pathology*, 38 (5): 423-430.
- Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. *Eng. Life Science*, 1: 217-223.
- Sabet, K.K., Mostafa, M.A., El-Said, S.I. and El-Gamal, N.G., 2000. Biological and chemical control of root diseases of tomato plants. *International Conference on Pests and Diseases*, Brighton, England, 1-3: 1043-1048.
- Sahin, F., 2001a. Severe outbreak of bacterial speck, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, on field-grown tomatoes in the eastern Anatolia region of Turkey. *Plant Pathology*, 50: 799.
- Sahin, F., 2001b. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on egg production, egg quality, and serum concentrations of insulin, corticosterone and some metabolites of Japanese Quails. *Nutrition Research*, 21: 1315-1321
- Sahin, F., Uslu, H., Kotan R. and Donmez, M.F., 2002. Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, on tomatoes in Eastern Anatolia region of Turkey. *New Disease Report*, 4: 18.
- Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M. ve Kotan, R., 2014. *Fitobakteriyoloji-I- Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Yayın*, Tekirdağ. ISBN: 978-605-4265-28-2. S: 169.
- Saygılı, H., Aysan, Y., Sahin, F., Ustun, N. and Mirik, M., 2004. Occurrence of pith necrosis caused by *Pseudomonas fluorescens* on tomato plants in Turkey. *Plant Pathology*, 53: 803.
- Saygılı, H., Aysan, Y., Ustun, N., Mirik, M. and Sahin, F., 2008. *Pseudomonas syringae* Pathovars and Related Pathogens Identification, Epidemiology and Genomics. pp 357-366.
- Scarlett, C. A., Fletcher, J.J., Roberts P. and Lelliott, R. A., 1978. Tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas corrugata*. *Annals Applied Biology*, 88: 105-114.
- Scortichini, M., 1992. Considerations on the appearance of *Pseudomonas corrugata* as a new plant pathogen. *Plant Pathogenic Bacteria*, 149- 154.
- Seniz, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetistirciliği. *Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı*. Yayın No:26, Yalova.
- Senol, M., Nadaroglu, H., Dikbas, N. and Kotan, R., 2014. Purification of Chitinase enzymes from *Bacillus subtilis* bacteria TV-125, investigation of kinetic properties and antifungal activity against *Fusarium culmorum*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 13: 35-42.
- Sesan, E.T. and Oprea, M., 1999. In vitro action of fungicides and insecto-fungicides on the antagonistic fungi used as biokontrol agents. *Bulletin of the Academy of Sciences*, 47(2-4): 183-195.
- Siddiqui, I.A., Shaikat, S.S., Sheikh, I.H. and Khan, A., 2006. Role of cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in the suppression of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* in tomato. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22 (6): 641-650.
- Skoudridakis, M., 1986. Problemes des maladies bacteriennes en cultures maraicheres protees en Crete. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 16: 437-439.

- Solaiman, D. K. Y., Catara, V. and Greco, S., 2005. Poly (hydroxyalkanoate) synthase genotype and PHA production of *Pseudomonas corrugata* and *P. mediterranea*. *Indian Microbiol Biotechnology*, 32: 75-82.
- Speights DE., Halliwell RS., Horne CW., Hughes AB., 1967. A bacterial stem rot of greenhouse-grown tomato plants. *Phytopathology* 57, 902-4.
- Şahin, F., Çakmakçı, R. and Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil*, 265: 123-129.
- Şahin, F., Kotan, R., Demirci, E. ve Miller, S.A., 2000. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojik savaşta Actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 11-16.
- Tan, SY., Jiang, Y., Song, S., Huang, JF., Ling, N., Xu, YC., and Shen, QR., 2012. Two *Bacillus amyloliquefaciens* strains isolated using the competitive tomato root enrichment method and their effects on suppressing *Ralstonia solanacearum* and promoting tomato plant growth. *Crop Protection*, 43: 134-140.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. and Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 154-169
- Tognoni, F., 1990. Effects of stressful and unstressful low temperature on vegetable crops : morphological and physiological aspects. *Acta Horticulture*, 287: 67-76.
- Tokgönül, S., 1995. Akdeniz Bölgesinde örtü altında yeti tirilen domateslerde sorun olan bakteriyel hastalıklar. 7. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül 1995, Adana: 402-406.
- TUIK, 2013, Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Turan, M., Ekinci, M., Yildirim, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R. and Dursun, A., 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 327-333.
- Ustün, N., Altunlu, H., Yokas, I. and Saygılı, H., 2009b. Influence of potassium and calcium levels on severity of tomato pith necrosis and yield of greenhouse tomatoes. 2nd International Symposium on Tomato Diseases, 31 January 2009, Kuşadası, Turkey. 808: 347-350.
- Ustün, N., Demir, G. and Saygılı, H., 2005. Possibilities for control of tomato pith necrosis by using copper compounds and plant activators. *Acta Horticulture*, 695: 321-326.
- Ustün, N., Demir, G. and Saygılı, H., 2009a. Response of some tomato cultivars and wilt species of *Lycopersicon* to tomato pith necrosis. 2nd International Symposium on Tomato Diseases, 31 January 2009, Kuşadası, Turkey. 808: 291-294.
- Ustün, N., Ozakman M. and Karahan, A., 2008. First report of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* biovar 2 on tomato in Turkey. *Plant Pathology*, 57: 773.
- Üstün, N. and Saygılı, H., 2001. Pith Necrosis on Greenhouse Tomatoes in Aegean Region of Turkey. 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union and 3rd Congress of the Sociedade Portuguesa de Fitopatologia Evora-Portugal 70-73.
- Üstün, N. ve Saygılı, H., 2000. The effect of N, K, high relative humidity and low night temperature on tomato pith necrosis incited by *Pseudomonas cichorii*,

- Pseudomonas viridiflava* and *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Phtopathology, 90 (6): 79.
- Üstün, N., 2000. Ege Bölgesi domates Seralarında Öz Nekrozu Hastalığına Neden Olan Bakteriyel Etmenler Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Bornova, İZMİR. 151 sayfa.
- Van Hall, C.J.J., 1902. *Bijdragen tot de kennis der Bakterieele Plantenzeikten*. Coöperatieve Drukkerij-vereeniging "Plantijn", Inaugural dissertation. Amsterdam, The Netherlands.
- Victoria, J.I. and Granada, G.A., 1981. Soft rot of tomatoes induced by *Erwinia chrysanthemi* in Colombia. Fifth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria August 16-23, 1981, Colombia, 22-26.
- Vural, H., Eşiyok D. ve Duman, İ., 2000, Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440s.
- Whipps, J.M., 2001. Microbial interaction and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 52: 487-511.
- Wielke, J. P. and Dye D. W., 1974. *Pseudomonas cichorii* causing tomato and celery diseases in New Zealand. New Zealand Journal Agricultural Research, 17: 123-130.
- Yıldırım, N.Z., Daşçı, M., Çakmakçı, R., Kotan, R., Çomaklı, B. and Coşkun, T., 2014. The Effects of plant growth promoting bacteria Treatments on yield and botanical composition of pastures. International Mesopotamia Agriculture Congress, 22-25 September 2014, Diyarbakır-Turkey. s: 165.
- Yildiz, HN., Aysan, Y. ve Cinar, O., 2009. Chemical and physical seed treatments for eliminating tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas viridiflava*. 2nd International Symposium on Tomato Diseases, 31 January 2009, Kuşadası, Turkey. 808: 95-98.
- Zdor, R.E. and Anderson, A.J., 1992. Influence of root colonizing bacteria on the defense response in bean. Plant and Soil, 140(1): 99-107.
- Zutra, D. and Kritzman, G., 1983. New bacterial diseases in Israel. Phytoparasitica, 11: 3-4.



## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. Önlisans eğitimini ise Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Şarkikaraağaç MYO tamamladı. 2008 Yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne girdi. 2009 Yılında Bitki Koruma Bölümü'nü seçti. 2011 Yılında aynı fakültenin bitki koruma bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen lisansüstü eğitimine devam etmektedir.