



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**BAZI BİYOPREPARATLARIN DOMATESTE BAKTERİYEL
LEKE (*Xanthomonas euvesicatoria*) ve BAKTERİYEL
BENEK (*Pseudomonas syringae pv. tomato*) HASTALIK
ETMENLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ali Taha TOKMAK

Bitki Koruma Anabilim Dalı Adı

İzmir
2020

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**BAZI BİYOPREPARATLARIN DOMATESTE
BAKTERİYEL LEKE (*Xanthomonas euvesicatoria*) ve
BAKTERİYEL BENEK (*Pseudomonas syringae* pv.
tomato) HASTALIK ETMENLERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Ali Taha TOKMAK

Danışman: Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN

Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Yüksek Lisans Programı

İzmir
2020

Ali Taha TOKMAK tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Bazı Biyopreparatların Domateste Bakteriyel Leke *Xanthomonas euvesicatoria* ve Bakteriyel Benek *Pseudomonas syringae pv. tomato* Hastalık Etmenlerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 28.08.2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN
Raportör Üye	: Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖPRÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi / ~~Doktora Tezi~~ olarak sunduğum “Bazı Biyopreparatların Domateste Bakteriyel Leke *Xanthomonas euvesicatoria* ve Bakteriyel Benek *Pseudomonas syringae pv. tomato* Hastalık Etmenlerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, döküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi, yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

28.08.2020

Ali Taha TOKMAK

İmza

ÖZET**BAZI BİYOREPARATLARIN DOMATESTE BAKTERİYEL LEKE
(*Xanthomonas euvesicatoria*) ve BAKTERİYEL BENEK
(*Pseudomonas syringae pv. tomato*) HASTALIK ETMENLERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

TOKMAK, Ali Taha

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN

Ağustos 2020, 46 sayfa

Bu tez çalışmasında, örtü altı ve açıkta domates yetiştiriciliğinde önde gelen bakteriyel hastalıklardan domateste Bakteriyel Benek hastalığı (*Pseudomonas syringae pv. tomato, Pst*) ve domates ve biberde bakteriyel leke hastalığı (*Xanthomonas euvesicatoria, Xev*)'na neden olan etmenlerin önlenmesi amacıyla; bitki hastalıklarıyla biyolojik mücadele için önerilen bazı bakteri preparatlarının ve bitki gelişimini, verimini artırıcı etkileri bilinen (PGPR) bazı formülasyonların bu etmenlere etkisi ve kullanılma olasılığı yeşil aksam uygulamalarıyla *in vivo* koşullarında araştırılmıştır. Bu çalışmada ticari formülasyon şeklinde olan bazı yararlı bakteri preparatlarının domates bitkisinde patojen bakterilerin baskısına karşı etkisini aydınlatmak üzere; patojen inokulasyonundan önce ve sonra önerilen dozda ve önerilenin iki katı dozunda uygulanarak söz konusu hastalıklara etkisinin yanı sıra bitki gelişimine (kök ve yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları) olan etkileri de araştırılmıştır. Böylece, çözümü güç olan 2 farklı bakteriyel patojene karşı ortak bir mücadele geliştirilme ve kaliteli verim elde etme olasılığı ortaya konmuştur. Sonuç olarak; hem *Pst* hem de *Xev* etmenlerine karşı, özellikle önerilen dozda yapılan uygulamalarında *Pseudomonas fluorescens* A506 ırkına ait biyolojik preparatın en başarılı olduğu, bunu *Pantoea glomerans* C9/1'in izlediği görülmüştür. Bitki gelişimine etki konusunda *Bacillus subtilis* QST713'un patojen baskısı varlığında ve yokluğunda en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. *Lactobacillus* spp. İçeren formülasyonun ise patojen varlığında ve yokluğunda bitki gelişimine etki konusunda olumlu bir sonuç vermediği saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Domates, *Pseudomonas syringae pv.tomato*, *Xanthomonas euvesicatoria*, bitki gelişimini arttıran bakteriler

ABSTRACT**THE INVESTIGATION of THE EFFECTS of SOME BIOFORMULATIONS AGAINST BACTERIAL SPECK CAUSED by *Pseudomonas syringae pv. tomato* and BACTERIAL SPOT CAUSED by *Xanthomonas euvesicatoria* on TOMATO PLANTS**

TOKMAK, Ali Taha

Master Thesis, Department of Plant Protection

Thesis Advisor: Prof. Hatice OZAKTAN

August 2020, 46 Pages

The leading bacterial disease factors in greenhouse and open field tomato cultivation are bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae pv. tomato*, Pst and bacterial spot caused by *Xanthomonas euvesicatoria*, Xev in tomato. It is known that pathogens are rapidly resistant to copper preparations used for the prevention of these disease factors, and because they are carcinogenic, residue tolerance in tomato paste is zero and search for resistant varieties is not successful against all breeds of these pathogens. In this study; The effects of some bacterial preparations recommended for biological control against plant diseases and some formulations known to increase plant growth and yield (PGPR) on these factors and the possibility of their use have been investigated in climate room conditions with *in vivo* applications. Besides, to clarify the effect of some useful bacterial preparations in commercial formulation against the control of pathogenic bacteria in tomato plants; By applying before and after pathogen inoculation, the effects of the mentioned diseases as well as their effects on plant growth (fresh and dry weights of root and shoot tissues) were researched. Thus, the possibility of developing a common application against 2 different bacterial pathogens that are difficult to solve and obtaining high quality yield has been revealed. As a result; As a result; It was observed that the biological preparation of *Pseudomonas fluorescens* A506 race was the most successful, followed by *Pantoea gglomerans* C9 / 1 against both Pst and Xev factors. It has been determined that *Bacillus subtilis* QST713 is the most effective application in the presence and absence of pathogen pressure on the effect on plant growth. It was determined that the formulation containing *Lactobacillus* did not give a positive result on the effect on plant growth in the presence and absence of pathogens.

Keywords: Tomato, *Pseudomonas syringae pv.tomato*, Pst, *Xanthomonas euvesicatoria*, plant growth promoting rhizobacteria

ÖNSÖZ

Yıllardır süre gelen ve haklarında birçok araştırma yapılmış olan bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalıkları, başta domates olmak üzere çeşitli kültür bitkilerinde verim kaybına neden olmaktadır. Bu kayıplar, dünya da üretiminde önde gelen ülkelerden olan ülkemiz için olumsuz sonuçlar ortaya koymaktadır. Bununla birlikte her yıl artan dünya nüfusuna bağlı olarak, çeşitli tarım ürünlerine olan ihtiyacın gittikçe artması, tarım ürünlerindeki bakteriyel leke ve bakteriyel benek hastalıklarının neden olduğu verim kayıpları ile mücadelenin önemini gözler önüne sermektedir. Bu amaçla tarımda sürdürülebilirliğin devam edebilmesi için bu hastalıklara karşı mücadelede bazı pestisitler kullanılmaktadır. Ayrıca kullanılan kimyasal ilaçların yanında alternatif olarak; çevreci biyolojik preparatlarada ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmada, tarımsal üretimde bakteriyel leke ve bakteriyel benek hastalıklarına karşı yapılan mücadelenin sürdürülebilir olması amacı ile, domates bitkisinde önemli kayıplara yol açan bakteriyel leke ve bakteriyel benek hastalıklarına yönelik hali hazırda mevcut bakteriyel preparatlar incelenmiş olup alternatif yöntemler araştırılmıştır. Bu çalışmada, hastalıkların neden olduğu zarar ve kayıpların azaltılmasına yönelik, laboratuvar ve iklim odası çalışmaları yapılmıştır.

İZMİR

28.08.2020

Ali Taha TOKMAK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURULLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1.Domateste Bakteriyel Benek ve Lekeye Neden Olan Etmenler Konusunda Yapılan Çalışmalar	6
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	12
3.1.Çalışmada Kullanılan Patojen Bakteri İzolatları.....	12
3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve yetiştirme yerleri.....	12
3.2. Çalışmada Kullanılan Bitkisel Materyal.....	12
3.3. Çalışmada Kullanılan Biyolojik Preparatlar	13
3.4. Bakteriyel Preparatların PST'ya ve XEV'ya Biyokontrol Etkilerinin İn Vivo Koşullarda Denenmesi.....	14
3.4.1. Patojenlerin inokulasyonundan önce yeşil aksam uygulaması.....	14
3.4.2. Patojenlerin inokulasyonundan sonra yeşil aksam uygulaması.....	16
3.5 Bakteriyel Preparatların Patojen Baskısı Yokluğunda Domates Bitkisinin Gelişimine Etkileri İn Vivo Koşullarda Denenmesi.....	17

İÇİNDEKİLER (Devam)**Sayfa**

3.6 Verilerin Analizi	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	19
4.1. Bakteriyel Preparatların PST'ye Biyokontrol Etkilerinin İn Vivo Koşullarda Deneme Sonuçları.....	19
4.2. Bakteriyel Preparatların XEV'ye Biyokontrol Etkilerinin İn Vivo Koşullardaki Deneme Sonuçları.....	21
4.3. Bakteriyel Preparatların Patojen Baskısı Yokluğunda Domates Bitkisinin Gelişimine Etkilerinin İn Vivo Koşullarda Denenmesi Sonuçları	24
5. TARTIŞMA.....	29
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKÇA DİZİNİ	38
TEŞEKKÜRLER.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Dünyada domates üretim alanlarının genel dağılımı	2
1.2. Türkiye'deki domates tarımının üretim alanı ve üretim miktarı hakkındaki veriler	3
3.1. Zeplin F1 hibrit domates çeşidi	13
3.2. Hastalık etmenlerinin OD değerlerinin spektrofotometre ile belirlenmesi	15
3.3. Biyolojik preparatlar ve hastalık etmenlerinin püskürtme yoluyla bulaştırılması	17
4.1. Pst'ya karşı kullanılan biyolojik preparatların etkisi	21
4.2. Xev'ya karşı kullanılan biyolojik preparatın etkisi	23
4.3. Bakteriyel preparatların patojen baskısı yokluğunda domates bitkisinin gelişimine etkilerini	28

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Dünya'daki Domates Üretim Miktarı	2
1.2. Ülkemizde 2013 yılında, meyvesi için yetiştirilen sebzelerin üretim miktarları	3
3.1. Bakteri izolasyonu ve genel besiyeri olarak kullanılan King B ortamı için gerekli kimyasallar ve miktarları	12
3.2. Tez çalışmasında domateste bakteriyel benek (Pst) ve bakteriyel leke (Xev) hastalık etmenlerine karşı etkisi araştırılacak bakteriyel preparatlar	13
4.1. Bakteriyel preparatların in vivo koşullarında Pst'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri	19
4.2. Bakteriyel preparatların in vivo koşullarında Pst'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri	20
4.3. Bakteriyel preparatların in vivo koşullarında Xev'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri	22
4.4. Bakteriyel preparatların in vivo koşullarında Xev'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık sonrası uygulama sonucu etkileri	22
4.5. Kullanılan biyolojik preparatların bitki gelişimine dair etkisine yönelik değerler	25

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
cfu	Colony Forming Unit
g	Gram
L	Litre
ml	Mililitre
pv.	Patovar
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
ISR	Uyarılmış Sistemik Dayanıklılık
KB	Kök Bakterisi
LAB	Laktik Asit Bakterileri
PGPB	Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri
PGPR	Bitki Gelişimi Artıran Kök Bakterileri
RB	Kök bakterileri
SAR	Edinilmiş Sistemik Dayanıklılık
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

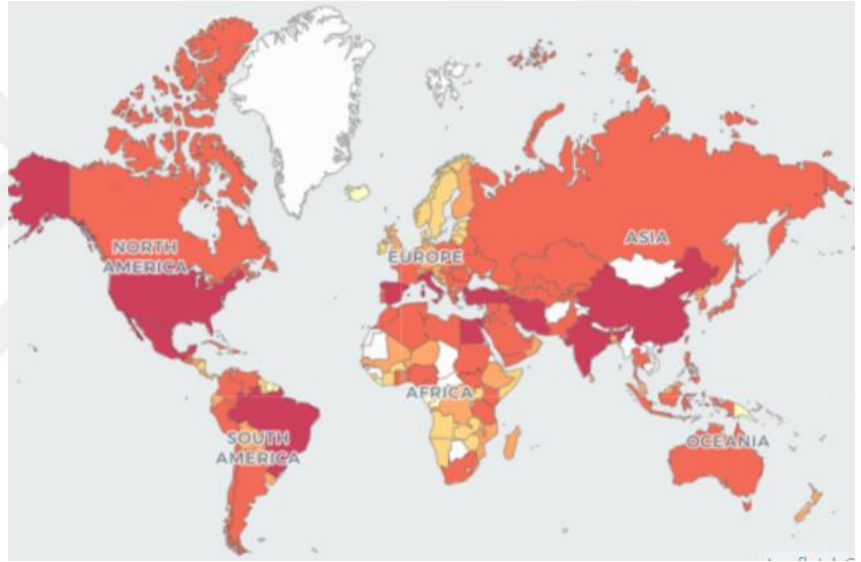
Domates (*Solanum lycopersicum*) Solanum genusuna bağlı ve meyvesi yenebilir bir kültür bitkisidir. Solanum genusuna ait Solanaceae familyasının anavatanı Güney Amerika'da Ekvator'dan 30^o güney enlemlerine kadar uzanan batı sahil Őerididir. İlk defa Meksika'da bu bölgeye özgü bir ŐeŐit kültüre alınmıştır. Domatesin buradan avrupaya 16. yüzyılın ortalarında geŐtięi bilinmektedir. İtalya ve İspanya haricindeki ülkeler tarafından meyvesinin zehirli olduğu sanıldığı iÇin ilk olarak ss bitkisi olarak kullanılmıştır. Fakat daha sonra sebze olarak tüketilip yetiŐtirilmesine başlanmıştır (Jones, 1999).

Domates bitkisi insan beslenmesinde taze olarak ve iŐlenerek tüketilen sebzeler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemiz iklim Őartlarının domatesin yetiştirilmesi iÇin gayet uygun olması bu sebzenin taze tüketiminin yanında iŐlenmiŐ domates ürünü olarak da tüketiminin artmasına ve bu pazarın da büyümesine katkı saęlamıŐtır. Domatesi iŐleyebilecek sanayiler hızla kurulmuŐ ve iŐlenmiŐ domates ürünü ŐeŐitlilięi artmıŐtır (EŞiyok vd, 1995). İnsan beslenmesinin vazgeŐilmez ürünlerinden biri olan domates; gıda sanayinde salŐa, konserve, meyve suyu, turŐu, dondurulmuş, kurutulmuŐ Őekillerde de kullanılmaktadır (Keskin ve Gl 2004).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım rgtne (FAO) göre; 2050'ye kadar dünya nüfusu 9.1 milyara ulaŐacaęı ve 2009 yılının nüfusuna göre %34 artacağı beklenmektedir. Bu artan nüfusun beslenme ihtiyacını karŐılayabilmek iÇin FAO gıda üretiminin %70 oranında artması gerektiğini belirtmiŐtir (FAO, 2009). FAO'nun 2014 yılındaki elde edilen verilere göre, dünyada 170.750.767 ton domates üretilmiŐtir. Domates reticisi ülkeler baŐlıca; Çin, Hindistan, ABD, Türkiye, Mısır, İnan, İtalya, İspanya, Brezilya ve Özbekistan'dır (Tablo 1.1) (Şekil 1.1). Türkiye, domates üretim miktarı olarak domates üreticisi ülkeler ilk arasında 5 ülke iÇinde yer almaktadır (FAO, 2014).

Tablo 1.1 Dünya'daki Domates Üretim Miktarı (FAO, 2014)

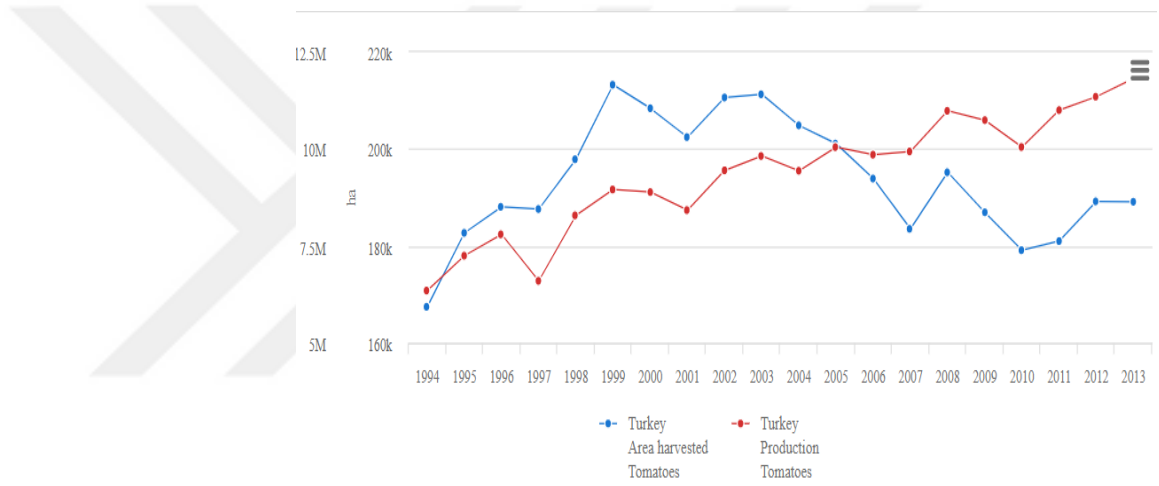
Ülke	Üretim (Ton)
Çin	52.772.967
Hindistan	18.735.910
ABD	14.516.060
Türkiye	11.850.000
Mısır	8.288.043
İran	5.973.275
İtalya	5.624.245
İspanya	4.888.880
Brezilya	4.302.777
Özbekistan	2.285.801
TOPLAM	170.750.767

**Şekil 1.1.** Dünyada domates üretim alanlarının genel dağılımı (FAO, 2014)

Ülkemizde 2014 yılında, meyvesi için yetiştirilen sebzeleri göz önüne aldığımızda en çok üretilen sebzelerin başında domates, karpuz, kavun, hıyar ve biber olduğu görülmektedir (Tablo 1.2) (Şekil 1.2).

Tablo 1.2 Ülkemizde 2013 yılında, meyvesi için yetiştirilen sebzelerin üretim miktarları (TÜİK , 2013)

Sebze Türü	Üretim Miktarı (Ton)
Domates	11.850.000
Karpuz	3.885.617
Biber	2.232.308
Hıyar	1.845.749
Kavun	1.707.302
Patlıcan	827.380
Fasulye (taze)	638.469
Kabak (sakız)	299.858
Bezelye (taze)	105.279
Balkabağı	93.672



Şekil 1.2. Türkiye'deki domates tarımının üretim alanı ve üretim miktarı hakkındaki veriler (FAO, 2014)

Tarımsal üretimin ana amacının, artan dünya nüfusunun beslenmesi için birim alandan daha fazla verim elde etmek, güvenilir ve kaliteli ürünlerin yetiştirilmesi olarak vurgulanmıştır (Kucharski et al.,1996). Bitki verimini arttırmak ve hastalıklar ile mücadele etmek için çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Kimyasalların; çevre kirliliği yaratması, bu kimyasallara karşı, mikroorganizmaların direnç kazanması, bitki, insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkilemesi gibi olumsuzluklar alternatif bir uygulama olarak yararlı mikroorganizmaların kullanımını öne çıkarmaktadır (Avis et al., 2008). Yararlı mikroorganizmalar, endofitler, epifitler, patojenler ve saprofitler rizosferdeki

mikrobiyal kormuniteyi oluşturmaktadır (Kloepper et al., 1989).

Biyolojik m¼cadelede, çoğunlukla bitkilerin yetiştirildiği ortamlarda bulunan ve birçok bitki t¼r¼ ile ilişki içerisinde bulunan PGPB“ler (Plant Growth Promoting Bacteria –PGPB-) yapılan çalışmalar ile dikkat çekmektedir (Bashan and Holguin, 1998).

Ört¼ altı ve açıkta domates yetiştiriciliğinde önde gelen bakteriyel hastalık etmenleri Domateste Bakteriyel Benek hastalığı (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, Pst) ve Domates ve biberde bakteriyel leke hastalığı (*Xanthomonas euvesicatoria*, Xev)’dır. Bu hastalık etmenlerinin önlenmesi amacıyla kullanılan bakırlı preparatlara karşı patojenlerin hızla dayanıklılık kazandığı, dithiokarbamatlı fungusitlerin ise kanserojenik olmaları nedeniyle salada kalıntı toleranslarının sıfır olduğu ve dayanıklı çeşit arayışlarının da bu patojenlerin tüm ırklarına karşı başarılı olamadığı bilinmektedir. Son yıllarda, patojenik olmayan rizobakteriler (RB) ya da bitki gelişimini artıran rizobakteriler (PGPR)’in bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş ve bitki gelişimini artırma konularında çalışmaların olduğu dikkati çekmektedir. Bu yararlı bakterilerden bazıları teksel ya da bir karışım halinde biyoformulasyon haline getirilmiş ve bitki gelişimine ve bazı hastalık etmenlerine karşı etkililikleri kanıtlanmış, ticari kullanımda olan ürünlerdir.

Önerilen tez projesinin amacı; bitki hastalıklarıyla biyolojik m¼cadele için önerilen bazı bakteri preparatlarının ve bitki gelişimini, verimini artırıcı etkileri bilinen (PGPR), biyog¼bre olarak önerilen bazı formulasyonların domateste bakteriyel leke ve bakteriyel benek hastalığı etmenlerine etkisinin ve bu hastalık etmenlerine karşı bir entegre m¼cadele yaklaşımıyla kullanılma olasılığının araştırılmasıdır. Bu amaçla, temin edilen bakteriyel formulasyonlar yeşil aksam uygulamalarıyla *in vivo* koşullarında testlenmiştir. Bu lisans¼st¼ tez proje önerisi ile biyopestisit ya da biyog¼bre olarak kullanımda olan bazı yararlı bakteri preparatlarının domates bitkisinde patojen bakterilerin baskısına karşı etkisini aydınlatmak üzere; patojen inokulasyonundan önce ve sonra uygulanarak söz konusu hastalıkların şiddetine (%) etkisinin yanı sıra bitki gelişimine (kök ve yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları) olan etkileri de araştırılmıştır. Ayrıca; patojen bakterilerin inokulasyonu öncesi ve sonrası biyolojik preparat uygulamalarının bu hastalık etmenleri üzerine olası etkileri de karşılaştırılmıştır. Bunlara ek olarak,

testlenmiş olan biyolojik preparat ve biyogübrelerin patojenlerin baskısı olmaksızın, domates bitkisinin gelişimine olası etkileri de değerlendirilmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Domateste Bakteriyel Benek ve Bakteriyel Leke Hastalığına Neden Olan Etmenler Konusunda Yapılan Çalışmalar

Domateste Bakteriyel Benek Hastalığı (*P.syringae* pv. *tomato*, *Pst*) ve domates ve biberde bakteriyel leke hastalığı (*Xanthomonas euvesicatoria*), domates yetiştiriciliğinin mümkün olması için gereken uygun çevre şartlarına sahip olan birden fazla ülkede domates üretiminde ekonomik anlamda dikkat çekici ve büyük ürün kayıplarına sebep olmaktadır (Goode and Sasser, 1980). Yaklaşık 40-45 yıldır varlığını ülkemiz örtüaltı üretiminde ve açık tarlada üretimi gerçekleştirilen sanayi ve sofralık domates çeşitlerinde sürdürmektedir (Saygılı, 1975; Çınar, 1977). Domateste bakteriyel benek hastalığının etmeni, domates tohumlarında yaklaşık 20 yıla kadar canlılığını devam ettirmektedir. (Bashan vd.,2002). *Pst* etmeni ise yalnızca tohum ile değil, patojenin varlığını devam ettirdiği bitki artıkları ve toprakta da varlığını devam ettirebilir (Karaca ve Saygılı, 1982) ve konukçusu haricindeki bitkilerde de epifitik olarak yaşamını sürdürebilir (Jones et al., 1991).

Domateste bakteriyel benek hastalığının etmeni tohumla taşınmaktadır. Tohum kabuğu üzerinde tohumun çimlenme evresinde kotiledon yapraklara geçmek suretiyle fideleri hastalandırmaktadır. Etmenin tipik belirtisi olarak fidelerin kotiledon yaprak üzerlerinde kahve renginde lekeler meydana getirmektedir. Bahsi geçen etmen nemli koşullarda çok iyi gelişmesi nedeniyle, üretim alanında mümkün olduğunca yağmurlama sulama sistemi ile nem oranının arttırılmamasına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte kültürel önlem amacıyla fidelerin yetiştirilen mekanlar iyice havalandırılmalıdır. Fidelik devresinde hastalık gözlemlenen fideler seraya/tarlaya aktarılmamalı ve uzaklaştırılarak yok edilmelidir. Sera/tarla aktarımında da şiddetli derecede hastalık gözlemlenen bitkiler yok edilmeli, bitkilerin mümkün olduğunca havalanmalarına özen gösterilmelidir. Bu etmen, üretim alanında bitki artıkları üzerinde uzun süre barınabildiğinden, hasatın sonu ile bitki artıkları ortamdaki uzaklaştırılarak yok edilmelidir (Benlioğlu ve Benlioğlu, 1998).

Uygun koşullar çerçevesinde hızla çoğalabilen hastalık etmeni bitki bünyesine hidatod, stoma ve yaralardan giriş yapmakta ve en iyi gelişimi 13-28°C’de göstermektedir. Rüzgarlı ve yağışlı hava şartları etmenin bitkiler arası geçişinde oldukça etkili olabilmektedir ve hastalık hızlı bir şekilde yayılabilmektedir. Patojen, bitkinin iletim sistemini etkilememekte yani sistemik değil lokal lezyon hastalığıdır (Jones vd.,1991).

Pst, özellikle ilkbaharı soğuk ve yağışlı geçiren Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgelerinde önemli bir problem konumundadır. Bu probleme karşı farklı kimyasallar kullanılmakta olup kimyasal mücadele yaygın bir şekilde devam etmektedir. Domateste Bakteriyel Benek Hastalığı (*P. syringae* pv. *tomato*)’nın önlenmesinde bakırlı bileşikler ve ethylene bis dithio carbamate (EBDC) grubu fungusitler yaygın olarak kullanılmaktadır (Colin and Chafik, 1986). Ancak, kullanımı gerçekleştirilen bu bakırlı fungusitlere karşı direnç mekanizması hızla artan patojenin mevcut kullanımı gerçekleştirilen bakırlı fungusitlere karşı oldukça kısa sürede dayanıklılık kazanması (Bender and Cooksey, 1986; Özaktan ve ark., 2005) ve bu dayanıklılığın plazmid kökenli olması (Cuppels and Elmhirtst , 1999) nedeniyle bakırlı fungusitler hastalığın önlenmesinde yetersiz durumundadır. EBDC grubu fungusitlerin ise, salçadaki kalıntı sorunu ve kanserojenik olmaları nedeniyle birden fazla ülkede sanayi domatesi üretiminde izin verilmemektedir (Wilson et al., 2001). Patojene karşı dayanıklı çeşit geliştirme çalışmaları da yapılmaktadır. *P.syringae* pv. *tomato* ‘nun 0 no’lu ırkına dayanıklılık sağlayan gen pto genidir (Pitblado et al., 1984). Çalışmalarda geline son nokta, pto geninin bazı domates çeşitlerine aktarılması çalışmalarıdır. Ancak pto geni, patojenin 1 no’lu ırkına karşı dayanıklılık sağlamamaktadır (Arrendondo et al. 2000). Ülkemizde sanayi domates ekiliş alanlarında *Pst* ‘nun her iki ırkı da bulunmaktadır (Aysan et al., 1999).

Domates ve biber bitkisinin verimi ve kalitesini etkileyen bakteriyel etmenler içerisinde bakteriyel leke hastalığına neden olan *Xanthomonas*’lar son yıllarda büyük problem meydana getirmektedir. İlk kez Güney Afrika’da Doidge tarafından 1921 yılında saptanan etmen *Bacterium vesicatorium* olarak adlandırılmıştır (Jones et al., 2004). Son yıllarda filogenetik akrabalık ilişkilerinin moleküler olarak

saptanmasının ardından; domates ve biberde bakteriyel leke hastalığına neden olan 4 adet farklı *Xanthomonas* türü olduğu kabul edilmektedir. Bu türler; *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas gardneri*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde sonuçlanan bir YL tezinde birimimiz stoklarında bulunan ve domates ve biberden elde edilmiş 10 *Xanthomonas* izolatından 8'i *X. euvesicatoria*, 2'si ise *X. perforans* olarak biyokimyasal ve moleküler yöntemler kullanılarak tanılanmıştır (Eryiğit ve Özaktan, 2016). Bu kadar sınırlı bir bakteri popülasyonundan elde edilen sonuçlar, domates ve biberde bakteriyel leke etmeni *Xanthomonas*'larla ilgili bilgilerimizin güncellenmesi gerektiğini düşündürmekte ve gözler önüne sermektedir. Ancak, proje önerimizde domateste bakteriyel lekeye neden olan biyotik faktör olarak *Xanthomonas* türleri arasında *X. euvesicatoria*'nın seçilmesi bu sonuçlar doğrultusunda tercih edilmiştir. Bu hastalık etmeni ile mücadelede bakırlı preparatlar önerilmekle birlikte, etmenin bakıra dayanıklılığı, 1980'lerden beri süregeldiği bilinmektedir (Marco and Stall, 1983). Kuzey Carolina'da farklı sezonlarda, biber ve domatesten izole edilen 70 *X. campestris* pv. *vesicatoria* izolatının %63'ünün (Ritchie and Dittapopapitch, 1991); İtalya'da yine biberden izole edilen 38 *X. campestris* pv. *vesicatoria* izolatının % 45'inin (Buonauria et al., 1994) 200 µg/ml bakır sülfata dayanıklı olduğunu saptamışlardır. Ülkemizde de, Adana ve Osmaniye illerinde biber ve domatesden izole edilen 67 *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* izolatlarının tümünün 100 µg/ml bakır sülfata karşı dirençli olduğu belirlenmiştir (Mirik et al., 2007).

Bu problemler nedeniyle, son yıllarda bu hastalık etmenleri ile mücadelede biyolojik savaş çalışmaları daha büyük önem kazanmaktadır. Biyolojik savaş çalışmaları, bakteriofajlar (Flaherty et al., 2000), doğada doğal olarak bulunan nonpatojenik bakteriler (Byrne et al., 2005) ve patojen popülasyonunu baskılayan yada konukçuda sistemik dayanıklılığı (ISR) tetikleyen PGPR'lar (Ji et al., 2006) üzerine oldukça yoğunlaşmıştır.

Patojenik olmayan kök bakterilerinin (ISR), *Pst* 'nun patojenik olmayan strainlerinin ise sistemik kazanılmış dayanıklılığı (SAR) uyararak domates bitkilerinde *Pst* 'nun enfeksiyonunu engellediğini gösteren çalışmalar ortaya çıkarak göze çarpmaktadır (Onoğur ve ark., 1992; Pieterse et al., 2000). Patojen

konukçusunun artan savunma etkinliği patojeni konukçuda engeller. Özellikle, bitki köklerini kolonize eden patojenik olmayan kök bakterileri hastalıkları baskılama ve konukçu bitkide sistemik dayanıklılığı uyarma özellikleri yönünden ön plana çıkmıştır. Rizosfer bakterilerinin bazı strainleri bitki gelişimini uyaran bakteriler olarak tanımlanmaktadır (PGPR). Çünkü uygulamaları kültür bitkisinin gelişimini artırır ve stresli koşullar altında kültür bitkisini ayakta tutar (Kloepper 1996).

Somers et al (2004) rizobakterilerin aktivitelerini baz alarak; (1) biyogübre (kültür bitkisi gelişimi için ihtiyaç duyulan besin elementlerinin alınabilirliğini arttıran), (2) biyo-uyarıcı (bitkisel hormonların üretimi ile kültür bitkisi gelişimini uyaran), (3) rizoremediyatör (organik kirleticileri parçalayıp toprağı temizleyen), ve (4) biyopestisit (antibiyotik, antifungal metabolitlerin üretimiyle hastalıkları kontrol eden) olmak üzere dört farklı sınıfta toplamıştır. Rizobakteriler genelde *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Paenibacillus*, *Pantoea* genuslarında yer alan bakterilerdir (Luz, 2000). Çalışmalar özellikle *Pseudomonas* ve *Bacillus* genuslarında yoğunlaşmıştır (Compant et al., 2005). Bununla birlikte ticari preparatlar *Bacillus* genusunda daha fazladır (Kloepper et al., 2004).

ABD’de gerçekleştirilen bir araştırmada; yapraklardan izole edilen biyokontrol ajanları ile bitki gelişimini düzenleyen rizobakteri (PGPR)’lerin entegrasyonu ile domates de bakteriyel benek (*Pst*) ve bakteriyel leke hastalığına karşı biyokontrol etkilerinin araştırılması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu araştırmanın sonuçlarına göre; PGPR straini olan *Pseudomonas fluorescens* 89B-61 ve *Bacillus pumilis* SE34’in bakteriyel leke hastalığına karşı dikkate değer bir baskı uyguladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte bir yaprak biyokontrol ajanı olan *Pseudomonas syringae* Cit7 ve PGPR straini *Pseudomonas fluorescens* 89B-61’in birlikte kombinasyonu ile de bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalığını önemli oranda (ortalama %53-82 oranında) azalttığı gözlemlenmiştir (Ji et al., 2006).

Kore’de yapılan bir araştırmada, biberde bakteriyel leke hastalığına karşı endofit bakterilerin (EB) antagonistik aktivitesi ve bitki gelişimini arttırıcı etkisi araştırılmıştır. Sağlıklı biber bitkilerinden elde edilen endofitik izolatlardan,

populasyonlarda baskın olma ve her bir biber bitkisini temsil etmesi dikkate alınarak 23 adet EB seçilmiştir. 16S rDNA sekans analizleri sonucu EB izolatlarının, *Ochrobacterium*, *Pantoe*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Janthinobacterium*, *Ralstonia*, *Arthrobacter*, *Clavibacter*, *Sporosarcina*, *Acidovorax*, ve *Brevundimonas* genuslarına ait olduğu saptanmıştır. Bu EB izolatları arasından çalışmanın devamında, biber gövdesinde 10^6 - 10^7 cfu/g seviyelerindeki tutarlı kolonizasyonları sebebiyle PS4 ve PS27 izolatları seçilmiştir ve ek analizler ile bu izolatların sırasıyla *Pseudomonas rhodesia* ve *Pantoea ananitis* olabileceği saptanmıştır. EB kontrole göre hastalık şiddetini düşürdüğünü ve *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'a karşı uyarılmış sistemik dayanıklılığı tetiklediği belirtilmiştir (Hoon et al., 2007).

Yine, Kore'de yapılan bir araştırmada; Domateste bakteriyel leke hastalığına karşı Laktik asit bakterilerinin biokontrol etkisi sera ve arazi koşullarında incelenmiştir. İnokulasyonun 10 gün ardından gerçekleştirilen değerlendirmede kontrole karşılaştırıldığında hastalık şiddeti arazi koşullarında %70-94, sera koşullarında %57-73 oranında azalmıştır (Shrestha et al., 2014).

Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışmada; *Bacillus* izolatları ile biyolojik mücadele olanakları *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* 'a karşı araştırılmıştır. Tarla ve serada yetiştirilen biber bitkisinin rizosferinden alınan toprak numunelerinden izole edilen 3 *Bacillus* izolatı testlenmiştir. Sonuçlara göre; 3 *Bacillus* izolatının tek başına ve kombinasyonları ile birlikte inokule edilen biber kültür bitkilerinde sırasıyla sera şartları ve tarla denemelerinde hastalık gelişimini % 11-62 ve % 38-67 oranlarında azalttığını belirlenmiştir (Mirik et al., 2008).

16 S rDNA sekanslarına göre, *Streptomyces* (DFs1296 ve DFs1315), *Bacillus* (DFs1414, DFs1420 ve DFs1423) ve *Pseudomonas* (DFs1421) cinsine bağlı olduğu belirtilen 6 PGPR izolatı domates danelerine kaplanarak ve *Xanthomonas gardneri*'nin kontrolü için testlenmiştir. Sonuçlar kapsamında *Bacillus* izolatlarından; DFs1420 yüksek derecede hastalık şiddetini azaltmıştır (Naue et al., 2014).

Xev'nin sebep olduğu domates bakteriyel leke hastalığı, Florida'da ticari domates yetiştiriciliği üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. (Jones ve ark. 2007), bu duruma karşı *Bacillus subtilis* etmenini, hastalık kontrolü için tek başına, bakır hidroksit ve mancozeb ile karışımlar halinde uygulamışlardır. Bir bileşen olarak famoksadon içeren sahada uygulanan sprey uygulamalarında, *Bacillus subtilis*'in tek ve diğer bileşenleriyle olan karışımları hastalık etmenini kontrol altına almada kontrol bitkilerine kıyasla 97% oranında hastalığı kontrol altına almada etkin olmuştur. (Jones et al., 2007)

Farklı kültür bitkilerinin rizosferinden izole edilen *Paenibacillus polymyxa* izolatlarının bitki gelişim arttırıcı etkisi ile birlikte biberde bakteriyel leke hastalığına karşı ISR (Induced Systemic Resistance) etkisi araştırılmıştır. 29 *P. Polymyxa* straininden sadece KNUC265 izolatının hastalık şiddetini kontrol bitkileri ile kıyaslandığında önemli derecede hastalığı azalttığı soucuna ulaşılmıştır. 29 izolatdan 17'sinin bitki biomass'ında artış teşvik etmiştir. *P. Polymyxa* KNUC265 izolatının bitki gelişimi ve ISR tetikleme sebebiyle; biber ve diğer kültür bitkilerinde de verim artışı için kullanılabileceği bildirilmiştir (Phi et al., 2010).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Çalışmada Kullanılan Patojen Bakteri İzolatları

Çalışmada bakteriyoloji laboratuvarı stoklarında bulunan, Karacabey’de sanayi domatesi üretim alanlarından izole edilmiş ve virulensi yüksek bir Pst izolatu (izolat no 87) ve Xev izolatu (izolat no 182) test patojenleri olarak kullanılmıştır

3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve yetiştirme ortamı

Çalışmada, patojen bakterilerin kültüre alınması ve *in vivo* testler için çoğaltılması amacıyla King B (Tablo 3.2 kullanılmıştır.)

Tablo 3.1 Bakteri izolasyonu ve genel besiyeri olarak kullanılan King B ortamı için gerekli kimyasallar ve miktarları (Schaad et al., 2001).

	Kimyasal	Miktar
King-B besiyeri (1000 ml)	Pepton	20 g
	K ₂ HPO ₄	1,5 g
	MgSO ₄ 7H ₂ O	1,5 g
	Gliserol	10 ml
	Agar	16 g
	121°C’de 20 dk. Otoklavlanır.	

Bitkilerin yetiştirilmesi Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne ait ayarlanabilir sıcaklık ve ışık sistemine sahip iklim odasında yürütülmüştür. Çalışmada tohum ekimi için 45 gözlü viyoller, bitki yetiştirmek için 15 cm çapında saksılar ve yetiştirme ortamı olarak steril torf kullanılmıştır.

3.2. Çalışmada Kullanılan Bitkisel Materyal

Ülkemizde yaygın kullanımı olan ve her iki hastalık etmenine de duyarlı olduğu bilinen Zeplin F1 hibrit domates çeşidi bu tez çalışmasında materyal olarak kullanılmıştır. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Zeplin F1 hibrit domates çeşidi

3.3. Çalışmada Kullanılan Biyolojik Preparatlar

Tez çalışmasında ülkemiz ya da dünya genelinde formülasyonları belirlenerek kullanıma sunulmuş bazı yararlı bakteri preparatlarının domateste bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalık etmenlerine karşı etkisi araştırılmıştır. Tablo 1’de bu formülasyonlara ilişkin bilgiler verilmiştir

Tablo 3.2. Tez çalışmasında domateste bakteriyel benek (Pst) ve bakteriyel leke (Xev) hastalık etmenlerine karşı etkisi araştırılan bakteriyel preparatlar

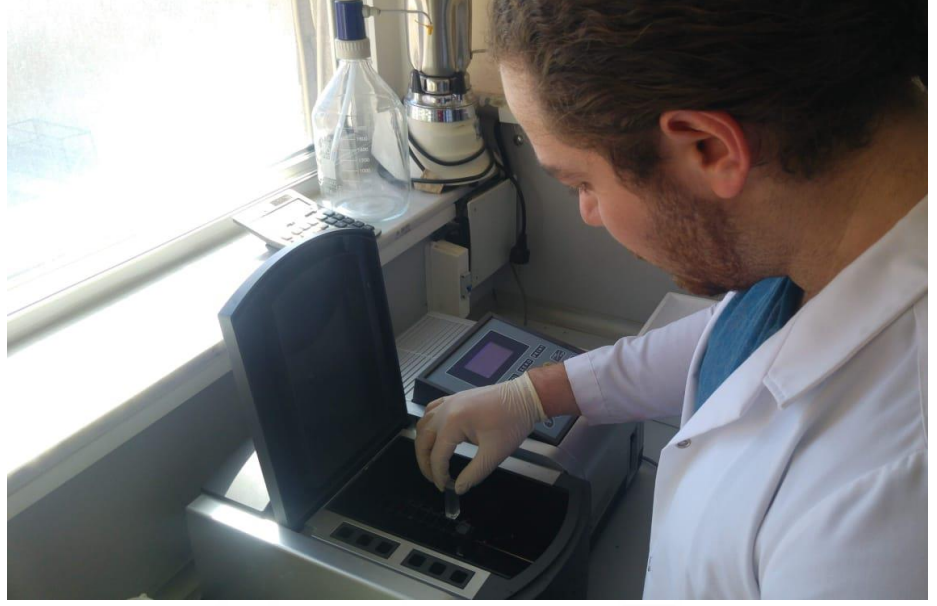
Preparat adı	Firma İsmi	Aktif organizma	Formülasyon Şekli	Yoğunluğu (cfu/g)	Önerilen dozu
SERIFEL	BASF	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> MBI600	WP	$5,5 \times 10^{10}$	50g/100L
SERENADE	BAYER	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 ₁	SC	1.0×10^9	1000 ml/100L
Blightban A506	NUFARM	<i>Pseudomonas fluorescens</i> A506	WP	1.0×10^{10}	150-200 g/100L
Blightban C9/1	NUFARM	<i>Pantoea vagans</i> C9/1	WP	1.0×10^{10}	370-500g/1000L
EM.A	EM AGRITON	Laktik asit bakterileri, fototrof bakteriler)	SC	1.0×10^8 cfu/g	100 ml / 100L

3.4. Bakteriyel Preparatların Pst'ya ve Xev'ya Biyokontrol Etkilerinin *In Vivo* Koşullarda Denenmesi

Tablo 3.2'de özellikleri belirtilen bakteriyel preparatlar, domates bitkisinde 2 önemli yaprak leke etmenine karşı yeşil aksam uygulaması olarak patojenlerin inokulasyonundan önce ve sonra etkilerini test etmek üzere denenmiştir. Bakteriyel preparatların, yeşil aksam uygulaması için literatürde ve firma tarafından önerilen uygulama dozu ve bunun 2 katı dozu esas alınmıştır. Denemelerde biyolojik preparatların etkisini karşılaştırmak üzere bakırlı oksiklorit preparatına da yer verilmiştir. Biyolojik preparatlar patojen inokulasyonu öncesi ve sonrası olmak üzere 2 farklı biçimde denenerek, etkililikleri karşılaştırılmıştır. İkinci gerçek yapraklı aşamaya gelen fideler viyollerden alınarak (Şekil 3.1) saksılara şaşırtılmıştır

3.4.1. Patojenlerin inokulasyonundan önce yeşil aksam uygulaması

Bitki büyüme odasında 2 yapraklı aşamaya gelen ve saksılara şaşırtılan domates fidelerine, Tablo 3.1'de belirtilen biyopreparatlar ve bakırlı preparat yukarıda önerilen dozlarında, süspanse edilerek her bitki başına 20 ml olacak şekilde pülverizatör yardımıyla püskürtme biçiminde yeşil aksama uygulanmıştır. Biyoformulasyonların uygulamasından 24 h sonra patojen Xev (OD_{600nm} : 0,45, 10^8 cfu/ml) ve Pst (OD_{600nm} : 0.1, 1×10^8 cfu/ml) süspansiyonu yapraklara püskürtme biçiminde uygulanmıştır. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Hastalık etmenlerinden hazırlanan bakteriyel süspansiyonları OD değerlerinin spektrofotometre ile belirlenmesi

Sadece Xev ve Pst uygulanmış domates bitkileri pozitif kontrol olarak, herhangi bir uygulama görmemiş domates bitkileri ise negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Yukarıda belirtilen uygulamalar dikkate alınarak, bitki büyüme odasında yapılan saksı denemelerinde domates bitkileri için optimum sıcaklık (gündüz 24°C/gece 20°C) koşulları altında 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Patojen bakterilerin inokulasyonundan sonra 4 gün süreyle yüksek oransal nem sağlanmıştır. Denemeleri 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 bitki yer alacak şekilde Tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. XEV inokulasyonundan 14. gün sonra 0–4 skalasına (0: belirti yok, 1: yaprakta 1-5 lezyon, 2: yaprakta çok sayıda lezyon ve birleşmiş lezyonlar, 3: birleşmiş lezyonlar ve nekrotik yapraklar, 4: ölü yapraklar) göre hastalık şiddeti değerlendirilecektir. Pst inokulasyonundan 7 gün sonra, bitkilerin bileşik yapraklarında, her bir yaprakçıkta gelişen lezyonlar lekeler 0-4 skalasına (0= lezyon yok, 1= 1-10 lezyon, 2=11-20 lezyon, 3=21-40 lezyon, 4=40 ve daha fazla lezyon; Chambers and Merriman, 1975) göre değerlendirilerek % hastalık şiddeti saptanmıştır. Elde edilen skala değerleri Thousand Heuberger formülü yardımı ile hastalık şiddeti (%) değerlerine dönüştürülmüştür.

$$*\% \text{ Hastalık şiddeti} = \frac{\sum(\text{Skala değeri} \times \text{Skalada değerlendirilen yaprak sayısı})}{\text{Toplam yaprak sayısı} \times \text{En yüksek skala değeri}} \times 100$$

3.4.2. Patojenlerin inokulasyonundan sonra yeşil aksam uygulaması

Bitki büyüme odasında 2 yapraklı aşamaya gelen ve saksılara şaşırtılan domates fidelerine, XEV (OD_{600nm} : $0,45 \times 10^8$ cfu/ml) ve PST (OD_{600} : 0.1, 1×10^8 cfu/ml) süspansiyonu yapraklara püskürtme biçiminde uygulanmıştır. Patojenlerin inokulasyonundan 24 saat sonra Tablo 3.1’de belirtilen biyopreparatlar ve bakırlı oksiklorit preparatı yukarıda önerilen dozlarında, süspansiyon edilerek her bitki başına 20 ml olacak şekilde pülverizatör yardımıyla püskürtme biçiminde yeşil aksama uygulanmıştır (Şekil 3.3). Sadece XEV ve PST uygulanmış domates bitkileri pozitif kontrol olarak, herhangi bir uygulama görmemiş domates bitkileri ise negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Bitkiler, bitki büyüme odasında 4 gün süreyle yüksek oransal nem altında tutulduktan sonra torbalar açılmıştır. Saksı denemeleri 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 bitki yer alacak şekilde Tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. XEV inokulasyonundan 14. gün sonra 0–4 skalasına göre; PST inokulasyonundan 7-10 gün sonra, 0-4 skalasına göre belirtiler değerlendirilerek, % hastalık şiddeti saptanmıştır. Elde edilen skala değerleri Thousand Heuberger formülü yardımı ile hastalık şiddeti (%) değerlerine dönüştürülmüştür. Elde edilen sonuçlar negatif ve pozitif kontrol uygulamalarıyla karşılaştırılarak biyopreparat uygulamalarının domateste bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalıklarına karşı etkisi ABBOTT (%) formülü ile değerlendirilmiştir.



Şekil 3.3. Biyolojik preparatlar ve hastalık etmenlerinin püskürtme yoluyla bulaştırılması

3.5. Bakteriyel Preparatların Patojen Baskısı Yokluğunda Domates Bitkisinin Gelişimine Etkilerinin *In Vivo* Koşullarda Denenmesi

Tablo 3.1’de özellikleri belirtilen bakteriyel preparatlar, domates bitkisinde, patojen baskısı olmaksızın, tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine olası olumlu ya da olumsuz etkileri açısından ayrıca testlenmiştir. Bakteriyel preparatların, yeşil aksam uygulaması için literatürde ve firma tarafından önerilen uygulama dozu ve bunun 2 katı dozu esas alınmıştır. Denemelerde biyolojik preparatların etkisini karşılaştırmak üzere bakır oksiklorit preparatına da yer verilmiştir. Biyolojik preparatlar ve bakırlı preparat, domateslerde tohum kaplama ve püskürtme biçiminde iki farklı şekilde uygulanmıştır. Herhangi bir uygulama görmemiş domates bitkileri ise negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Yukarıda belirtilen uygulamalar dikkate alınarak, bitki büyüme odasında yapılan saksı denemeleri, domates bitkileri için optimum sıcaklık (gündüz 24°C/gece 20°C) koşulları altında 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık olacak şekilde gerçekleşmiştir. Biyoformülasyonların uygulanmasını takiben bitki büyüme odasında tutulan

domates bitkilerinde olası fitotoksisite belirtilerinin gözlenmemesinin yanı sıra, bitkiler 4-5 yapraklı döneme gelince sökülüp, yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra bitkiler 68⁰C'de 72 saat süreyle kuru sıcak hava fırınında kurutulduktan sonra kuru ağırlık tartımları gerçekleştirilmiştir. Deneme TP deneme desenine göre 5 tekerrürlü her tekerrürde 1 bitki olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ağırlık cinsinden (g) değerlendirilmiştir.

3.6. Verilerin Analizi

Tez çalışması kapsamında elde edilen tüm verilere, bilgisayarda SPSS 25 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 hata olasılığı ile yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada, testlenen biyolojik preparatların domateste patojen bakterilerin inokulasyonundan önce koruyucu, inokulasyonlarından sonra ise hastalık belirtilerini engelleyici etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan testlerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

4.1. Bakteriyel Preparatların PST'ya Biyokontrol Etkilerinin *in Vivo* Koşullarda Denenmesi Sonuçları

Bitki büyüme odasında 2 yapraklı aşamaya gelen ve saksılara şaşırılan domates fidelerine, gerekçe ve yöntemlerde belirtilen biyopreparatlar ve bakırlı preparat belirtilen şekilde uygulanmış ve PST'ye etkileri patojen uygulanmasından 14 gün sonra oluşan hastalık belirtileri değerlendirilip elde edilen sonuçlar Tablo 4.1'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Bakteriyel preparatların *in vivo* koşullarında Pst'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri

Kullanılan preparat	Patojen inokulasyonu öncesi Uygulama			
	Ortalama hastalık şiddeti (%)*		Hastalık üzerine etkililik (%)*	
	Önerilen Doz	Önerilen Dozun İki Katı	Önerilen Doz	Önerilen Dozun İki Katı
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	19,22 abc**	36,45 bcde**	69,18	41,56
<i>B. subtilis</i> QST 713	41,83 de	39,08 cde	32,94	37,35
<i>P. fluorescens</i> A506	16,36 ab	16,15 ab	73,77	74,11
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	24,93 abcd	14,819 a	60,03	76,24
<i>Lactobacillus</i> spp.	54,16 ef	39,07 cde	13,17	37,36
Copper oxychloride	21,78 abcd	26,66 abcd	65,08	57,26
Kontrol (+)	62,38 f	62,38 f	0	0
Negatif kontrol	29,21 a			

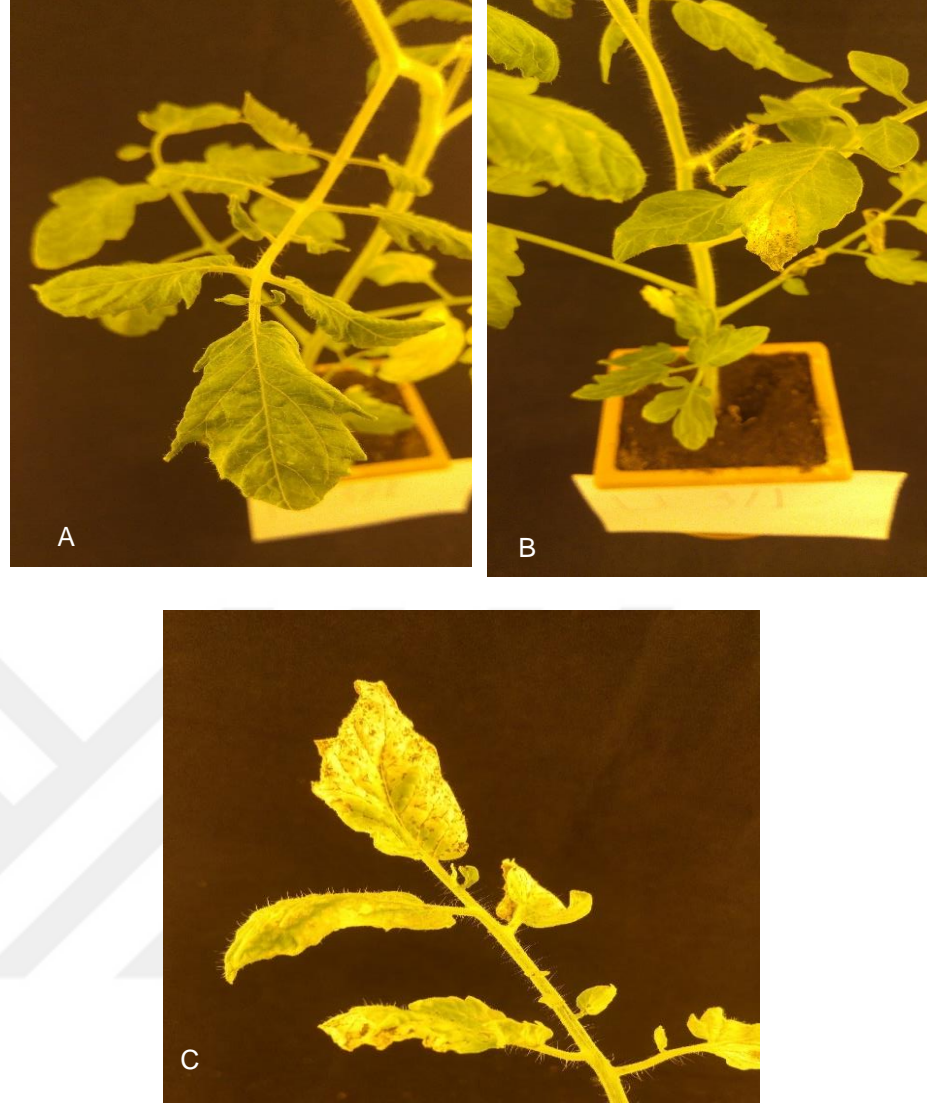
* Değerler 5 tekerürdür ortalamasıdır.
**Duncan çok testine göre aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

Tablo 4.2. Bakteriyel preparatların in vivo koşullarında Pst'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri

Kullanılan preparat	Patojen inokulasyonu sonrası Uygulama			
	Ortalama hastalık şiddeti (%)*		Hastalık üzerine etkililik (%)*	
	Önerilen Doz	Önerilen Dozun İki Katı	Önerilen Doz	Önerilen Dozun İki Katı
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	30,54 abcd**	16,66 ab**	51,04	73,29
<i>B. subtilis</i> QST 713	9,52 a	23,09 abcd	84,73	62,98
<i>P. fluorescens</i> A506	16,66 ab	9,10a	73,29	85,41
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	17,92 ab	15,38 ab	71,27	75,34
<i>Lactobacillus</i> spp.	16,00 ab	24,4 abcd	74,35	60,88
Copper oxychloride	22,23 abcd	10,59a	64,36	83,02
Kontrol (+)	62,38 f	62,38 f	0	0
Negatif Kontrol	17,67 a			
* Değerler 5 tekerürrür ortalamasıdır ve ABOTT formülüne göre pozitif kontrolden % farkını göstermektedir				
**Duncan çok testine göre aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.				

%95 güven ile yapılan varyans analizi testi sonucunda preparatların hepsi önerilen dozlarında ve önerilerin iki katı dozunda patojenden önce ve sonra uygulama durumunda istatistiksel açıdan uygulama görmemiş pozitif kontrol uygulamasından farklı bulunmuştur.

Çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre; *P. fluorescens* A506 patojenden önce ve sonra uygulandığında en başarılı preparat olmuş, bunu Bakır oksiklorit ve *P. vagans* C9/1 takip etmiştir. *Lactobacillus* spp.'nin hastalık öncesi önerilen dozu ile uygulamasının en zayıf etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak, bu preparat patojenden sonra uygulandığında daha başarılı bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiği zaman en başarılı preparatın *P. fluorescens* A506 olduğu görülmüştür. Uygulama durumuna bakıldığında ise patojenin inokulasyonu sonrasında önerilen dozun 2 katı uygulanmasının, hastalık öncesi uygulamaya göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1. Pst'ya karşı kullanılan biyolojik preparatların etkisi a) Patojen inokulasyonundan sonra *P. fluorescens* A506 uygulanmış bitki b) Patojen inokulasyonundan önce *P. fluorescens* A506 uygulanmış bitkilerde hastalık belirtisi) Sadece patojenle inokule edilmiş Pozitif Kontrol bitkilerinde bakteriyel benek belirtisi

4.2. Bakteriyel Preparatların XEV'ya Biyokontrol Etkilerinin *in Vivo* Koşullarda Denenmesi Sonuçları

Bitki büyüme odasında 2-3 yapraklı aşamaya gelen domates fidelerine, gerekçe ve yöntemlerde belirtilen biyopreparatlar ve bakırlı preparat belirtilen şekilde önerilen dozlarda ve iki katında uygulanmıştır. XEV inokulasyonundan 14 gün sonra oluşan hastalık belirtileri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.2'de belirtilmiştir.

Tablo 4.3. Bakteriyel preparatların *in vivo* koşullarında Xev'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık öncesi uygulama sonucu etkileri

Kullanılan Preparat	Hastalık Öncesi Uygulama			
	Önerilen Dozda ortalama hastalık şiddeti (%)	Önerilen Dozun İki Katı dozda ortalama hastalık şiddeti (%)	Önerilen Doz Etkililik(%)	Önerilen Dozun İki Katı Etkililik (%)
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	35.92 efgh**	36.19 efgh**	21,08 **	20,49
<i>B. subtilis</i> QST 713	15.94 abc	25.21 bcdef	64,98	44,61
<i>P. fluorescens</i> A506	19.59 abcd	12.07 ab	56,96	73,48
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	18.78 abcd	18.33 abcd	58,74	59,73
<i>Lactobacillus</i> spp.	33.76 defg	22.73 bcde	25,83	50,06
Copper oxychloride	18.16 abcd	9.07 a	60,10	80,07
Kontrol (+)	45.52 ı	45.52 ı	0 ı	0
Negatif Kontrol	22.14 a			

*Değerler 5 tekerrür ortalamasıdır.
**Duncan çoklu testine göre aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

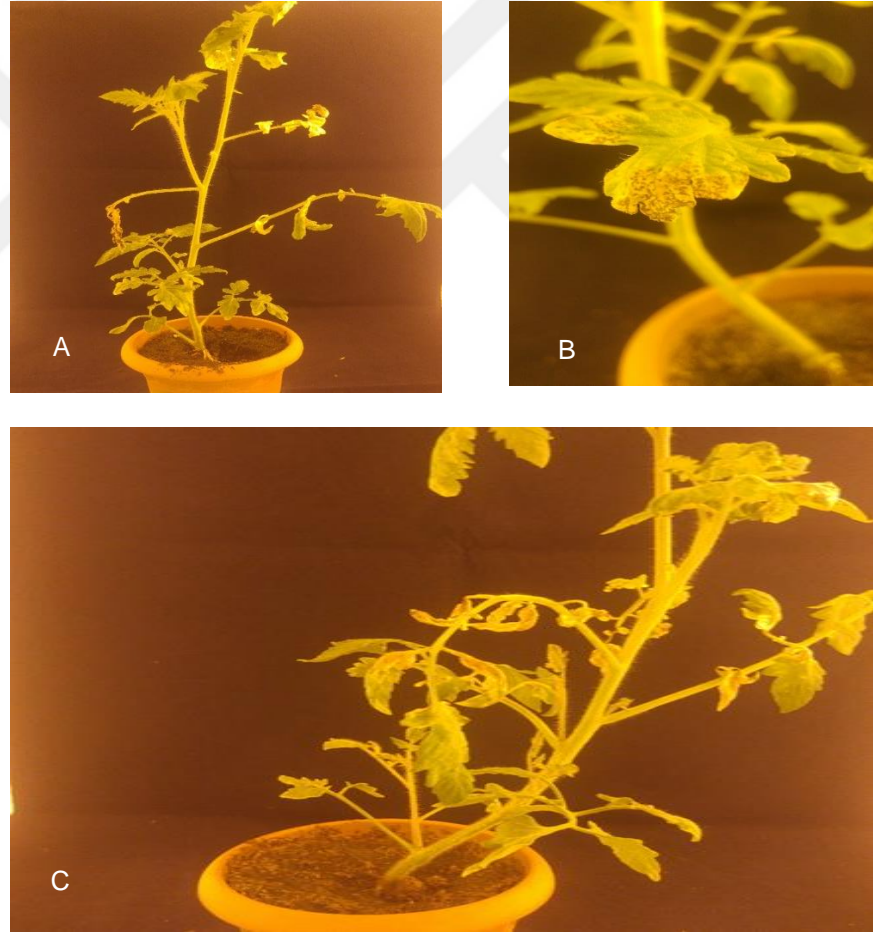
Tablo 4.4. Bakteriyel preparatların *in vivo* koşullarında Xev'nin neden olduğu bakteriyel etmenine hastalık sonrası uygulama sonucu etkileri

Kullanılan Preparat	Hastalık Sonrası Uygulama			
	Önerilen Dozda ortalama hastalık şiddeti (%)	Önerilen Dozun İki Katı dozda ortalama hastalık şiddeti (%)	Önerilen Doz Etkililik(%)	Önerilen Dozun İki Katı Etkililik (%)
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	46.12 gh**	44.33 fgh**	-1,31	2,61
<i>B. subtilis</i> QST 713	37.61 efgh	48.66 h	17,37	-6,89
<i>P. fluorescens</i> A506	20.31 abcd	29.01 cdef	55,38	36,26
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	37.93 efgh	46.43 gh	16,67	-1,99
<i>Lactobacillus</i> spp.	37.97 efgh	31.43 defg	16,58	30,95
Copper oxychloride	13.00 ab	13.33 ab	71,44	70,71
Kontrol (+)	45.52 ı	45.52 ı	0	0
Negatif Kontrol	33.84 b			

*Değerler 5 tekerrür ortalamasıdır ve ABOTT formülüne göre pozitif kontrolden % farkını göstermektedir
**Duncan çoklu testine göre aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

Tablo 4.3. ve Tablo 4.4' de elde edilen verilerden, tüm biyopreparat uygulamalarının XEV inoulasyonu öncesi ya da sonrası uygulandıklarında pozitif

kontrolden istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı gözlenmektedir. Çoklu karşılaştırma analizi sonucunda patojen inokulasyonu öncesi en başarılı uygulama; Bakır oksiklorit olurken, bunu *P. fluorescens* A506, *P. vlgans* C9/1 ve *B. subtilis* QST 713 uygulamaları izlemiştir. XEV inokulasyonu öncesi bu uygulamalarda dikkati çeken bir başka sonuç ise önerilen dozlarında daha başarılı olmalarıdır. XEV inokulasyonundan sonra patojene etkileri testlenen biyofarmulasyonlar arasında en başarılı uygulamanın *P. fluorescens* A506 olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2). XEV'ye karşı elde edilen sonuçlar özetlenirse; *P. fluorescens* A506'nın patojen inokulasyonundan önce ve sonra uygulandığında en başarılı uygulama olduğu, Bakır oksikloridin de bu konuda etkili bir kimyasal olduğu *B.amyloliquefaciens* MBI 600'in ise en başarısız uygulama olduğu söylenebilir.



Şekil 4.2. Xev'ya karşı kullanılan biyolojik preparatların etkisi a) *P. fluorescens* A506 inokulasyon öncesi uygulama görmüş bitki b) *P. fluorescens* A506 inokulasyon sonrası uygulama görmüş bitki c) Sadece patojen inokule edilmiş Pozitif kontrol uygulamasındaki hastalık durumu

4.3. Bakteriyel Preparatların Patojen Baskısı Yokluğunda Domates Bitkisinin Gelişimine Etkilerinin *In Vivo* Koşullarda Denenmesi

Biyolojik preparatlar ve bakırlı preparat, domates bitkilerine tohum kaplama ve 2 yapraklı aşamadaki fidelere püskürtme biçiminde uygulanmıştır. Herhangi bir uygulama görmemiş domates bitkileri ise negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir, bitkiler 4-5 yapraklı döneme gelince sökülüp, yeşil aksam ve kök yaş / kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.



Tablo 4.5. Kullanılan biyolojik preparatların bitki gelişimine etkisi

Püskürtme Yoluyla Uygulama	Yaş Ağırlık (g/bitki)						Kuru Ağırlık (g/bitki)					
	Önerilen Doz			Önerilen Dozun İki Katı			Önerilen Doz			Önerilen Dozun İki Katı		
	Yeşil aksam	Kök*	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök*	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök*	TOPLAM*
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	8,27ab ±3,12	3,91 ±0,95	12,17ab ±3,48	12,83bcd ±5,42	7,62ab ±3,79	20,46abc ±8,97	0,49b ±0,35	0,53 ±0,02	1,02ab ±0,35	0,88ab ±0,51	0,69 ±0,21	1,58 ±0,69
<i>B. subtilis</i> QST 713	11,18ab ±6,08	5,69 ±3,17	16,87ab ±6,33	9,02cd ±7,12	6,39abc ±3,2	15,42ab ±10,26	0,89b ±0,61	0,59 ±0,21	1,48ab ±0,66	0,71ab ±0,59	0,71 ±0,52	1,42 ±0,91
<i>P. fluorescens</i> A506	9,53ab ±2,99	5,81 ±1,27	15,34ab ±3,96	16,51ab ±3,27	8,19a ±2,52	24,69bc ±4,72	0,53b ±0,32	0,58 ±0,14	1,12ab ±0,41	1,09ab ±3,38	0,58 ±0,14	1,69 ±0,47
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	10,91ab ±4,46	5,75 ±1,0	16,66ab ±5,28	20,06a ±4,66	6,88abc ±2,37	26,94a ±6,72	0,54b ±0,34	0,53 ±0,05	1,07ab ±0,33	0,54c ±0,38	0,65 ±0,13	1,07 ±0,33
<i>Lactobacillus</i> spp.	6,28b ±2,46	4,04 ±0,72	10,32b ±2,83	9,71cd ±2,67	4,91abc ±1,68	14,61c ±4,23	0,34b ±0,11	0,46 ±0,10	0,81b ±0,21	0,58c ±0,25	0,46 ±0,06	1,13 ±0,41
Copper oxychloride	9,48ab ±6,15	4,24 ±1,99	13,72ab ±7,78	7,97d ±2,95	3,33c ±0,72	11,31c ±3,44	0,60b ±0,45	0,42 ±0,19	1,03ab ±0,61	0,47c ±0,53	0,46 ±0,06	0,93 ±0,22
Kontrol	14,69a ±4,37	4,84 ±1,85	19,13a ±5,62	14,69abc ±4,37	4,84bc ±1,85	19,13b ±5,62	1,26a ±0,62	0,49 ±0,21	1,75a ±0,81	1,26a ±0,62	0,49 ±0,21	1,75 ±0,81
Tohum Kaplama Yoluyla Uygulama	Yaş Ağırlık						Kuru Ağırlık					
	Önerilen Doz			Önerilen Dozun İki Katı			Önerilen Doz			Önerilen Dozun İki Katı		
	Yeşil aksam	Kök	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök	TOPLAM	Yeşil aksam	Kök	TOPLAM
<i>B. amyloliquefaciens</i> MBI 600	20,09ab ±2,13	17,93bc ±1,01	38,02bc ±3,11	20,61b ±1,21	18,32bc ±0,51	38,93b ±1,71	0,76ab ±0,37	0,18b ±0,08	0,95bc ±0,42	0,80b ±0,31	0,37a ±0,10	1,17b ±0,25
<i>B. subtilis</i> QST 713	21,78a ±1,18	20,46a ±0,96	42,24a ±2,08	22,09a ±0,66	21,17a ±1,58	43,26a ±1,87	1,09a ±0,36	0,39a ±0,15	1,48a ±0,51	1,21a ±0,24	0,44a ±0,14	1,65a ±0,32
<i>P. fluorescens</i> A506	18,53b ±0,39	16,69c ±0,63	35,22c ±0,73	19,01cd ±0,73	17,27cd ±0,54	36,28c ±1,14	0,62b ±0,10	0,33ab ±0,07	0,95bc ±0,13	0,67ab ±0,26	0,31a ±0,08	0,99b ±0,33
<i>Pantoea vagans</i> C9/1	18,63b ±0,54	17,10c ±0,20	35,73c ±0,57	19,41bcd ±0,61	17,67cd ±0,30	37,08bc ±0,71	0,47b ±0,14	0,40a ±0,12	0,87c ±0,22	0,67ab ±0,12	0,35a ±0,09	1,02b ±0,18
<i>Lactobacillus</i> spp.	21,37a	19,50ab	40,87ab	19,40bcd	17,70cd	37,10bc	1,05a	0,36ab	1,42ab	0,47b	0,36a	0,84b

	±1,93	±2,03	±3,70	±1,85	±1,48	±3,32	±0,32	±0,10	±0,39	±0,22	±0,17	±0,38
Copper oxychloride	20,75a ±1,26	18,45bc ±2,37	39,20ab ±3,40	18,11d ±1,09	16,96d ±0,62	35,08c ±1,68	0,68b ±0,20	0,34ab ±0,20	1,02abc ±0,19	0,36ab ±0,19	0,45a ±0,09	0,81b ±0,26
Kontrol	20,35ab ±1,11	19,13ab ±0,56	39,48ab ±1,65	20,35bc ±1,11	19,13b ±0,56	39,48b ±1,65	0,79ab ±0,18	0,18ab ±0,13	1,08abc ±0,26	0,79b ±0,18	0,18b ±0,13	1,08b ±0,26

* Varyans Analizine göre aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Bu çalışmada; domateste önemli bakteriyel patojenlere karşı testlenen biyolojik preparatların patojen baskısı olmaksızın bitki gelişimine olası etkileri (olumlu / olumsuz) de değerlendirilmek istenmiştir. Bu amaçla, 2 farklı biçimde uygulanan biyoformulasyonlar, yeşil aksama püskürtme biçiminde sisteme uygulanmaları durumunda önerilen dozda hiç uygulama görmemiş negatif kontrol ile karşılaştırıldığında, kuru / yaş ağırlık ve toplam biyomas dikkate alındığında, istatistiksel olarak biyoformulasyonların negatif kontrolden daha başarılı olamadıkları, ancak; *Lactobacillus* spp. preparatı hariç, negatif kontrol ile aynı gruplarda yer almaları bu preparatların bitki gelişimi üzerine olumsuz bir etki ya da bir fitotoksiteye neden olmadıklarını göstermiştir. Preparatların önerilen dozlarının iki katı oranında uygulanmaları durumunda, *P. vagans* C9/1'in yeşil aksam yaş ağırlığını negatif kontrole oranla istatistiksel olarak artırdığı, ancak, kuru ağırlıkta negatif kontrol ile aralarında farkın önemsiz olduğu, uygulamaların tümünün toplam kuru biyomas negatif dikkate alındığında negatif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları saptanmıştır (Tablo 4.3).

Biyoformulasyonların tohum uygulaması biçiminde sisteme verilmesi durumunda, *B. subtilis* QST 713 preparatı önerilen dozda ve bu dozun iki katı uygulandığında, yeşil aksam ve kök yaş /kuru ağırlığını negatif kontrole oranla artırmış ve istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır.



Şekil 4.3. Bakteriyeel preparatların patojen baskısı yokluğunda *in vivo* koşullarda domates bitkisinin gelişimine etkileri: *B. subtilis* QST 713'in a) yeşil aksam, b) kök uygulaması sonuçlarının c) negatif Kontrol yeşil aksam ve d) negatif kontrol kök gelişimi ile karşılaştırılması

5. TARTIŞMA

Domates üretim alanlarının en önemli sorunlarından olan domateste bakteriyel benek hastalığı (*P. syringae* pv. *tomato*) ile mücadele oldukça kısıtlıdır. Bu etmenin bakırlı ilaçlara karşı hızlı bir şekilde duyarlılığının azalması, ayrıca fungusitlerin insan sağlığında kanser gibi etkilere neden olması ve iç ve dış piyasada ürünlerde kalıntının nerdeyse sıfır olmasının istenmesinden dolayı kimyasal mücadele oldukça sınırlanmaktadır. Aynı şekilde domateste başka bir hastalık olan domateste bakteriyel leke hastalığı (*X. euvesicatoria*) üretim alanlarında ekonomik öneme sahip olan diğer bir bakteriyel hastalıktır (Goode and Sasser, 1980. Hastalık etmeni seralarda ya da diğer üretim alanlarında ciddi olarak ürün kaybına sebep olmakta ve meyvelerin pazar değerini düşürmektedir (Balogh et al., 2003). Domateste bakteriyel benek hastalığında olduğu gibi birçok ülkede ve ülkemizde de domateste bakteriyel leke etmenin bakıra ve diğer kimyasallara karşı dayanıklılık kazandığı tespit edilmiştir (Mirik et al., 2007, Abbasi et al., 2015). Bu etmenlerin her geçen gün kimyasallara karşı direnç geliştiren ırklarının ortaya çıkması hastalıkların kontrolünde farklı stratejilerin değerlendirilmesini gündeme getirmiştir (Özaktan vd. 2005)

Bitki hastalıklarının kontrolünde kültürel önemlerden yeterli sonucun elde edilememesi, kimyasal kontrolün hem insan hem de çevre sağlığına olan olumsuz etkilerine bağlı olarak hastalık etmenlerinin mücadelesinde biyolojik savaş çalışmalarının ön plana çıkmasına neden olmuştur. Biyolojik kontrol kapsamında, bitkiler ile ilişki içerisinde olan ve bitki gelişimini artıran kök bakterileri (PGPR) dikkat çekmektedir (Bashan and Holguin, 1998). PGPR olarak nitelendirilen bu yararlı bakterilerin antibiyosis, besin-yer rekabeti ve bitki dayanıklılığı uyarma yoluyla bitki hastalıklarına karşı kontrol sağlamaktadır (Bora ve Ozaktan, 1998). Bunun dışında; azotu fikse etme, inorganik olan fosforun çözünmesini artırma ve organik yapıda fosforun mineralizasyonunu sağlama, siderofor üretimi ile demir alınımını kolaylaştırması, giberalin, oksin ve sitokin gibi bitkisel hormon üretmesi, Aminocyclocoxylase (ACC) deaminase enzimi sentezi ile etilen sentezini engellemesi ve bitki yaşlanmasını geciktirmesi, bitkiler ile uyum ile çevresel stresi azaltması ile sadece bitki hastalıklarının kontrolünü sağlamaz, aynı zamanda bitki gelişimini de olumlu şekilde etkilemektedir (Çakmakçı, 2006)

PGPR'ların ticari olarak biyolojik gübre ve biyopestisit olarak tarım alanlarında kullanılması 1990'lı yıllardan itibaren yaygınlaşmaya başlanmıştır. Günümüzde bu preparatlarının kullanımı daha da yaygınlaşmıştır. Söz konusu bakterileri; *Agrobacterium*, *Serratia*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rhizobium*, *Pantoea*, *Pseudomonas* gibi bakteri cinslerini içermektedir (Esitken et al. 2003). Bununla birlikte ticari biyopreparatlar *Bacillus* cinsinde daha fazla olduğu görülmektedir (Kloepper et al., 2004).

B. amyloliquefaciens MBI600, *B. subtilis* QST 713, *P. fluorescens* A506 *P. vagans* C9/1, E.MA (*B. subtilis*, Laktik asit bakterileri, fototrof bakteriler) içerikli bakteriyel preparatlar genelde bazı fungal ve bakteriyel etmenlere karşı ya da bitk gelişimini artıran biyogübre kategorisinde dünya genelinde kullanılmaktadır.

Bunlardan *P. fluorescens* A506 ve *P. vagans* C9/1 içerikli preparat ABD'de BLIGHTBAN adıyla yumuşak çekirdekli, kiraz, badem, şeftali, domates, patates, çilek vb bitkilerde don zararı önlemeye karşı (Özaktan vd. 2010) ve ateş yanıklığı hastalığına (*Erwinia amylovora*) karşı ruhsatlıdır Ancak; bu tez çalışmasında testlenen domateste bakteriyel leke ve benek hastalığına karşı etkili olduğu konusunda bir öneri bulunmamaktadır (Anonymus, 2018). Bu tez çalışmasında *P. fluorescens* A506 içerikli olan preparat *Pst* etmenine karşı hastalık etmeni inokulasyonu öncesi ve sonrası önerilen dozda uygulandığında hastalık şiddetini uygulama görmeyen pozitif kontrol bitkilerine oranla engelleyerek başarılı sonuçlar göstermiştir. XEV'ye karşı ise; PST'ye karşı denendiğinde elde edilen sonuçlara benzer biçimde, hastalık etmeninin inokulasyonu öncesi ve sonrasında önerilen dozda ve iki katı dozda uygulandığında hastalık şiddetini uygulama görmemiş pozitif kontrole oranla engellemeyi başarmıştır. Her iki etmene karşı elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, *P. fluorescens* A506 şu anda her iki etmene karşı ruhsatlı olmamasına rağmen, en başarılı preparat olarak görülmüştür. Floresan *Pseudomonas*lar, toprak, su ve bitki yüzeylerinde kolonize olan bir bakteri grubudur. Özellikle düşük demir bulunan koşullarda siderofor adı verilen bir florasan pigment salgırlarlar. *P. fluorescens*'in de yer aldığı floresan *pseudomonas* grubu içinde yer alan birçok bakteri izolatının, tohum ve bitki kısımlarında enfeksiyonları önleyerek, ayrıca bitki gelişimini artırarak biyokontrol için potansiyel ajan oldukları birçok çalışmada görülmüştür (Wei et al. 1996). Bunun nedeni olarak bu bakterilerin antibiyotik, siderofor ve HCN gibi sekonder

metabolit üretiminin olduğu düşünülmektedir (O'Sullivan and O'Gara 1992). Bu bakterilerin bitki yüzeyinde hızlı bir şekilde kolonize olması ve patojenlerle rekabet etmesinin hastalık etmeninin kontrolinde önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir (Hass and Defago, 2005). Sekonder metabolit olan 2,4-diacetyl phloroglucinol floresan pseudomonaslarda biyokontrol özelliğinde önemli bir rol oynamaktadır (Delany et al. 2000). Başka çalışmalarda ise, *Macrophomina phaseolina*'nın gelişimini engelleyen *P. fluorescens* izolatlarının bir antibiyotik bileşiği olan pirolnitritin ürettiğini gözlemlemiştir (Karunanidhi et al. 2000). Pirinç yapraklarına *P. fluorescens* pfl ırkına ait bakterinin uygulanmasından sonra phenyl alanine ammonia lyase (PAL) aktivitesinin artış gösterdiği ve 3 gün sonra maksimum aktivite gözlemlendiği belirtilmiştir (Meena et al., 1999). PAL enzimi aktivitesi bitki savunma mekanizması olarak uyarılmış sistemik dayanıklılığın (ISR) en önemli göstergelerinden birisidir. *Fusarium oxysporium* f. sp. *raphani* ve *Fusarium oxysporium* f. sp. *dianthii* ile yapılan çalışmada, *P. fluorescens* WCS 417r ırkının patojenin hücre duvarının demetokside, okside ve depolimerize ederek patojenin hücre duvarını bozarak inhibe edildiği gözlemlenmiştir (Steijl et al., 1999). *P. flurescens* 2-79, antibiyotik olan phenazine-1-carboxylic acid sentezleme yoluyla *Gaeumannomyces graminis* var *tritici* baskılamıştır (Thomashow et al. 1990).

Etki mekanizması olarak literatürde, *P. flurescens* A506'nın hastalık etmenini baskılaması konusunda besin-yer rekabetinin etkili olduğu ileri sürülmektedir (Todd et al., 2004). *P. flurescens* A506 pyroverdin adı verilen sarımsı yeşil bir florasan ışımaya neden olan suda çözülebilen, düşük moleküler ağırlık bir metabolit salgılamaktadır (Abdallah, 1991). Ayrıca *P. flurescens* A506 demir biyosensörü görevi gören pvd-inaZ'ın epifit durumunda ile demirin yararlılığını artırdığı ileri sürülmektedir. Ayrıca FeEDDHA varlığında, pvd-inaZ'ın yeterli demiri alabilmek için pyroverdin salgılanmasını teşvik etmektedir. (Todd et al., 2004). Bu şekilde patojenlerin etmenlerinin kontrolünü sağladığı düşünülmektedir. Domate'de bakteriyel benek hastalığına (*P. syringae* pv. *tomato*) karşı Wilson et al. (2002) yaptığı çalışmada piyasada bulunan biyolojik preparatlar denenmiş. Sonuç olarak *Pseudomonas syringae* Cit7 ve *P. flurescens* A506'nın hastalık etmenine karşı etkili olduğu olduğunu belirlemişlerdir. *P. flurescens* A506'nın 9 farklı saha çalışmasında ortalama olarak hastalık şiddetini %18 olarak azaldığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada *P. flurescens* A506'nın farklı uygulama ve dozlarında % 73,29 ile %

85,41a rasında hastalığa karşı etkililik görülmüş ve yapılan çalışma ile tutarlılık göstermiştir. Byrne et al., (2005) Domates bakteriyel leke hastalığı etmeni *Xantomonas campestris* pv. *vesicatoria* 'ya karşı farklı biyopreparatları denemişler; *Pseudomonas syringae* Cit7 (%36,4) ve *Pseudomonas putida* B56 (%23,1)'yı daha başarılı bulmuşlardır.

Biyogübre olarak kullanılan *Bacillus* cinsine ait bakteriler bitki gelişim hormonlarını doğrudan sentezleme (Chabot et al. 1996, Amer and Utkheda 2000) yoluyla büyümeyi teşvik etmektedir. *B. subtilis* türü bakteriler bitki ağırlığını ve bitki dokusu içerisinde azot ve fosfor miktarını artırmaktadır (Toro et al., 1997) *Bacillus* spp. yeşil aksam gelişimini, fotosentez kapasitesini ve kök bölgesindeki salgıların miktarını artırmaktadır (Petersen et al., 1996). Bu çalışmada kullandığımız *B. subtilis* QST 713 ırkından elde edilen biyopreparat daha çok fungal bitki hastalıklarına ve bakteriyel hastalık etmeni olarak da *E. amylovora*'ya karşı ülkemizde ruhsatlıdır (Anonymus, 2020). Ancak, bu tez çalışmasında *B. subtilis* QST713'den elde edilen preparat domateste bakteriyel leke (XEV) hastalık etmenine karşı başarılı bulunmuştur. Bu preparat, tez çalışmasında, özellikle, tohum uygulaması biçiminde sisteme verildiğinde total bitki yaş/kuru biomasını artırmayı başarmıştır. Chowdappa et al. (2013) domateste yaptığı çalışmada *B. subtilis*'in hiç uygulama görmemiş kontrol grubu ile karşılaştırıldığı zaman sırasıyla kök uzunluğu 14.9 cm , 10.6 cm yeşil aksam uzunluğu 18.6 cm, 15,3 cm, vigorite indeksi 3240.6, 2162.3, kök ağırlığı 1.0 g, 0.5 g, yeşil aksam ağırlığı 2.1 g, 1.4 g olarak ciddi artış sağladığı görülmüştür. Büyüme hormonlarına bakıldığında *B. subtilis* uygulamasına bağlı olarak kontrole göre IAA miktarı %86.42 GA3 miktarında ise %82.02 artış olduğu bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada tohumdan biyopreparat uygulamasına bağlı olarak yeşil aksam kuru ağırlığında yeşil aksam kuru ağırlığı % 27 ile % 37 arasında kök kuru ağırlığı ise % 53 ile % 59 arasında artış olduğu görülmüştür. Literatürdeki çalışma ile uyum göstermiştir. Bu neden ile *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı bakteri içeren preparatın bitki gelişimini diğer biyopreparatlar ve kontrol grubuna göre daha fazla artırmasının IAA ve Giberelelik asit gibi bitki büyüme hormonlarının artışı sağlanması olarak düşünülmektedir.

Laktik asit bakterileri (LAB), gram pozitif yapıda, endospor geliştirmeyen ve fermentasyon sırasında son ürün olarak laktik asit oluşumuna neden olan mikroorganizma grubudur. LAB'ların birçoğu canlıların doğal yaşam ortamlardan

elde edilebilmekte ve gıda endüstrisinde önemli rol oynamaktadırlar. LAB'ların birçoğu *Lactobacillus* cinsine ait türler oldukları belirlenmiş olup sağlık açısından birçok avantajlarının oldukları tespit edilmiştir (Kılıç, 2001; Gürsoy ve Kınık, 2005).

Bacillus amyloliquefaciens türü bitki hastalığına neden olan etmenlere karşı etkili olduğu bilinen bakterilerdir. Özellikle bağ alanlardan *Botryosphaeria* spp. hastalık etmenine karşı karşı etkili olduğuna gösteren çalışmalar mevcuttur. Özellikle bağ alanlarının görülen hastalıklarının kontrolünde önemli olan bakteriyel preparat, bacillaene, difficidin, macrolactin, surfactin ve fengycin metabolitlerini içerdiğinden antimikrobiyal etkisi olduğundan biyopestisit olarak kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Bundan dolayı toprak kökenli bitki patojeni olan; *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Verticillium* spp., *Alternaria* spp. ve *Botrytis cinerea* gibi fungal hastalıklara ve yaprak patojeni olan *Pseudomonas syringae* patovarına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Okumuş ve Alçinkaya, 2019). Bu çalışmada kullandığımız *Bacillus amyloliquefaciens* MBI 600 ülkemizde Serifel ticari ismi ile satılmaktadır. Bu biyopreparat Türkiye'de domates alanlarında *Botrytis cinerea*'ya karşı ruhsatlıdır (Anonymus, 2020b). Yaptığımız çalışmada domateste bakteriyel benek etmeni Pst'ya karşı pozitif kontrol grubuna göre % 69,18 ile % 73,29 arasında bir başarı göstermiştir. Xev etmenine karşı ciddi anlamda bir başarısı bulunmamaktadır.

Lactobacillus cinsine bağlı olan türler tarafından üretilen organik yapılı asitler, antagonistik özellikleri nedeniyle bakterilerin stoplazma zar geçirgenliğini değiştirerek gelişimlerini olumsuz yönde etkilemektedir. LAB'ların metabolitlerinden biri olan CO₂'in anaerobik koşul oluşturması, hücre içi ve dışındaki pH değerini ve hücre zarının elektriksel yükünün düşürmesi sonucu antimikrobiyal etkinlik sağlanabilmektedir. Bu türler diğer organizmalar ile besin rekabetine girmekte ayrıca, pH'yı asidik bir ortama çevirerek; saprofit ve diğer bakteriyel patojenlere karşı yokedicili etki oluşturmaktadır. (Musa et al., 2009).

Son yıllarda biyopestisitler olarak yararlı mikroorganizma kapsamında *Lactobacillus* türlerinin kullanılması, sürdürülebilir tarım için bir strateji olarak dahil edilmesi kavramı oluşturulmuştur. *Lactobacillus plantarum*'un PM411, TC54 ve TC92 izolatlarının *Erwinia amylovora* enfeksiyonlarına karşı antagonistik etkisi olduğu belirtilmiştir. Plantarisin metaboliti biyosentezi yapan bu izolatlar Ea'ya

karşı güçlü bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda mikrobiyal pestisitlerin aktif maddesi olarak kullanılan *L. platanarum* 'un bazı türlerinin Ea kontrolü için başarılı olduğu ve diğer bakteriyel hastalıklarda da etkili olabileceği belirtilmektedir (Roselló et al.,2013). *Lactobacillus plantarum* TC92, PM411 ve TC54 izolatlarının, referans biyopreparat olan *B. subtilis* QST713 ve streptomycin uygulamalarında da benzer etki düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Başka bir LAB olan *Lactobacillus paracasei* tarafından tetiklenen direnç mekanizmasının *R. solanacearum*'un neden olduğu bakteriyel solgunluk hastalığına karşı etkili olduğu bulunmuştur (Konappa ve ark.,2016). Bu çalışmada EMA isimli LAB içeren preparatında ortamdaki pH düşürmesi ve rekabetçi etkisinden dolayı etki gösterdiği düşünülmektedir.

Bakteriyel kökenli olan biyolojik savaş etmenleri bitki yüzeyinde epifit ve bitkilerin iç dokularında endofit olarak kolonize halde bulunabilmektedir (Soylu ve ark., 2016). Genellikle buldukları ortamdan alınan dokuların bir gramında yaklaşık olarak 10^7 - 10^9 (cfu/g koloni oluşturan) kültüre edilebilir bakteri buldurabildikleri görülmüştür (Dede, 2013). Bundan dolayı yaptığımız çalışmada da, hastalık etmeninin inokulasyonu öncesi uygulamaların sonrası olan uygulamalara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin ise biyolojik savaş etmeninin bitki üzerinde kolonize olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda önerilen doz ve önerilen dozun iki katı uygulamalarında ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bunun da bakterilerin belirli bir koloni oluşturan düzeye kadar bitki üzerinde kolonize olmaları daha fazla hücre sayısına ulaşmamlarından kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma da domateste bakteriyel benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ve bakteriyel leke (*Xanthomonas euvesicatoria*) hastalıklarına karşı bazı biyolojik preparatların biyokontrol ve bitki gelişimine etkileri araştırılmış ve belirlenmiştir. Yapılan bu tez çalışmasından elde edilen öneriler ve sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

1. Domateste bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalıklarına neden olan *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ve *Xanthomonas euvesicatoria* etmenlerine karşı belirlenen preparatlar arasında etkinliği en yüksek olan preparat *P. flurescens* A506 ırkı olarak belirlenmiştir.

2. Araştırılan preparatlar arasında bitki gelişimine etkililiği en yüksek biyolojik preparat *B. subtilis* QST 713 izolatu olarak belirlenmiştir.

3. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de bakıra ve diğer kimyasallara domateste bakteriyel benek ve bakteriyel leke hastalıklarının dayaklılığı tespit edilmiştir. (Mirik et al., 2007, Abbasi et al., 2015) Bu etmenlerin her geçen gün kimyasallara karşı direnç geliştirilen ırklarının ortaya çıkması hastalıkların kontrolünde farklı stratejilerin değerlendirilmesini de beraberinde gündeme taşımıştır (Özaktan vd. 2005). Bu nedenle tespit edilen bu dayanıklılıklara karşı biyolojik preparatların hastalık kontrolündeki sonuçları ile yayma çalışmaları yapılmalıdır.

4. Domateste bakteriyel leke (*X. euvesicatoria*) ve bakteriyel benek (*P. syringae* pv. *tomato*) hastalıkları insan beslenmesinde önemli yere sahip ve tarımsal açıdan üretiminin yaygın olarak yapılan domates kültür bitkisinde ciddi verim kayıplarına yol açan bakteriyel hastalıklardır. Bu hastalıklarla mücadelede kimyasal preparatların yanı sıra biyolojik mücadele preparatları da üzerinde sürekli olarak çalışılan doğal çözümlerdir. Yapılan bu çalışmada net sonuçlar ortaya konmuştur. Bu nedenle bu çalışmada kullanılan biyolojik preparatlardan farklı çok sayıda biyolojik diğer preparatlar ile bu hastalıklar üzerinde etkiler araştırılmalıdır.

5. Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak gerçekleştirilen organik tarım üretiminin desteklenmesi ve insan sağlığı için kalıntısız ürünlerin ortaya konması

amaçlanarak organik üretimde de karşılaşılan bu etmenlere karşı biyolojik preparatların kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

6. Yapılan bu çalışmada bazı biyolojik preparatların bitki gelişimine etkisi araştırılmıştır. PGPR olarak nitelendirilen bu yararlı bakteriler antibiyosis, besin-yer rekabeti ve bitki dayanıklılığı uyarma yoluyla bitki hastalıklarına karşı kontrol sağlamaktadır (Bora ve Ozaktan, 1998). Yapılan çalışmanın sonuçlarında görüldüğü üzere bitki gelişimini en çok arttıran *Bacillus subtilis* QST 71 ırkı tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan bitki besleme elementleri ile etkililiği araştırılıp daha kaliteli bitki besleme ürünlerinin ortaya konması amacı ile kültür bitkisi için hem besleme hemde hastalıklara karşı koruyucu etkililikleri araştırılmalı ve belirlenmelidir.

7. Biyolojik preparatlar ve kimyasallar, genel olarak, bitki patojenlerine karşı koruyucu olarak patojen saldırısından önce uygulanırlar. Bu tez çalışmasında öne sürdüğümüz hipotez, biyolojik preparatların patojen inokulasyonundan önce ve sonra uygulanması durumunda başarısını değerlendirmek idi. Ede edilen sonuçlar, biyolojik preparatlar ve bakırlı bileşiğin patojen inokulasyonundan sonra uygulanması durumunda da oldukça başarılı olduğu yönünde bulunmuştur. Bu sonuç da, bu tez çalışmasının pratiğe aktarılabilir önerilerinden birisi olabilir.

8. Bu çalışma sonucunda vurgulanması gereken bir başka sonuç ise; biyolojik preparatlardaki kullanım dozunun önerilenden yüksek olmasının olumlu bir etki yaratmaması olmuştur. Bunun nedeni olarak, sözkonusu mikroorganizmaların canlı aktif organizma olması ve uygulandıkları alanda çoğalma ve gelişmeye çalışması, ancak, yüksek dozda uygulandığında besin ve yer açısından birbirleriyle rekabet etmeleri ve metabolizma artıklarının toksik etkilerinin kendilerini olumsuz etkilemesi olabilir. Bu tezin, pratiğe aktarılabilir önerisi, biyolojik preparat uygulamalarının önerilen dozda yapılması olmalıdır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abasi, P.A., Khabbaz, S.E., Weselowski, B., and Zhang, L.,** 2015, Occurance of copper-resistant strains and a shift in *Xanthomonas* spp. causing tomato bacterial spot in Ontario, Canadian Journal of Microbiology, 61(10):753-761 pp.
- Abdallah, M. A.,** 1991, Pyoverdins and pseudobactinsin: CRC Handbook of Microbial Iron Chelates. G. Winkelmann, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Akgül D.S. and Mirik M.,** 2008, Biocontrol of *Phytophthora capsici* on Pepper Plants by *Bacillus megaterium* Strains - Journal of Plant Pathology, 90(1): 29-34 pp.
- Amer, G. A. and Utkheda, R. S.,** 2000, Development of formulation of biological agents for management of root rots of lettuce and cucumber, Can J Microbiol, 46, 809-816 pp.
- Anonymus** 2020b. <https://bku.tarim.gov.tr/AktifMadde/Details/1176> (Erişim tarihi: 11 Haziran 2020)
- Anonymus,** 2018, <https://nufarm.com/uscrop/product/blightbana506/> (Erişim tarihi: 26 Mayıs 2020)
- Anonymus,** 2020a . <https://www.tarim.bayer.com.tr/tr/products/products-a-z/serenade-sc.php> (Erişim tarihi: 26 Mayıs 2020).
- Avis, T. J., Gravel, V., Antoun, H. and Tweddell, R. J.,** 2008, Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil biology and biochemistry*, 40(7), 1733-1740.
- Balogh, B., Jones, J.B., Momol, M.T., Olson, S.M., Obradovic, A., King, P., and Jackson, L.E.,** 2003, Improved efficacy of newly formulated bacteriophages for management of bacterial spot on tomato, Plant Disease, 87(1):949-954 pp.
- Bashan, Y. and Gina H.,** 1998, Proposal for the division of plant growth-promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB, *Soil Biology & Biochemistry* 30(8): 1225-1228 pp.
- Bender, C. L. and Cooksey, D. A.,** 1986, Indigenous plasmids in *Pseudomonas syringae* pv. tomato: conjugative transfer and role in copper resistance, *Journal of bacteriology*, 165(2), 534-541 pp.
- Benlioğlu, K. ve Benlioğlu, S.,** 1998, *Pseudomonas syringae* pv. tomato'ya Karşı Bakir Dayanıklılığı Üzerinde Çalışmalar. VIII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 21- 25 Eylül, Ankara.
- Bora, T. ve Ozaktan, H.,**1998, Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş, Prizma Matbaa, İzmir, 150 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Busse, H. J., Hauser, E., and Kämpfer, P.**, 2005, Description of two novel species, *Sphingomonas abaci* sp. nov. and *Sphingomonas panni* sp. nov. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 55(6), 2565-2569 pp.
- Byrne, J. M., Dianese, A. C., Ji, P., Campbell, H. L., Cuppels, D. A., Louws, F. J. and Wilson, M.**, 2005, Biological control of bacterial spot of tomato under field conditions at several locations in North America. *Biological Control*, 32(3), 408-418 pp.
- Carine R. Naue; Dediel J. A. Rocha and Andréa B.**, 2014, Moura Biological Control of Tomato Bacterial Spot by Seed Microbiolization, *Tropical Plant Pathology*, Vol 39, No5 – 2014
- Chabot, R., Hani, A. and Cescas, P.M.**, 1996, Growth promotion of maize and lettuce by phosphatesolubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli*, *Plant Soil*, 184, 311–321 pp.
- Chowdappa, P., Mohan Kumar, S. P., Jyothi Lakshmi, M. and Upreti, K. K.**, 2013, Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biological Control*, 65(1), 109–117 pp.
- Colin, J. E. and Chafik, Z.**, 1986, Comparison of biological and chemical treatments for control of bacterial speck of tomato under field conditions in Morocco. *Plant Disease*, 70(11):1048-1050 pp.
- Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Clément C and Barka E A**, 2005, Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN; *Appl. Environ. Microbiol.* 71(1): 1685–1693 pp.
- Çakmakçı, R.**, 2006, Bitki Gelişme Promotörü Rizobakteri Kullanımındaki Son Gelişmeler :Organik Tarım Perspektif ve Uygulamaları. *Organik Tarım Kongresi*, Yalova.
- Dede** 2013, Bitki Büyümesini Teşvik Edici Bakterilerin Karakterizasyonu, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 102 s.
- Delany, I., Sheehan, M.M., Fenton, A., Bardin, S., Aarons, S. and O'Gara, F.**, 2000, Regulation of production of the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol in *Pseudomonas fluorescens* F113: genetic analysis of *phlF* as a transcriptional repressor, *Microbiol Reading*, 146: 537–546 pp.
- Demir, S. and Onoğur, E.**, 1999, *Glomus intraradices* Schenck&Smith: A Hopeful Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Fungus Determined in Soils of Türkiye. *The Journal of Turkish Phytopathology*, Vol:28(2):33-34 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Domenech, J., Reddy, M.S. and Kloepper, J.W.**, 2006, Combined Application of the Biological Product LS213 with Bacillus, Pseudomonas or Chryseobacterium for Growth Promotion and Biological Control of Soil-Borne Diseases in Pepper and Tomato. *Biocontrol* 51(1): 245-252 pp.
- Esitken, A., Karlidag, H., Ercisli, S., Turan, M. and Sahin, F.**, 2003, The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(4), 377-380 pp.
- Eşiyok, D.**, 2016, Sırık Domates Çeşitlerinin Açıkta Tarla Koşullarında Farklı Lokasyonlarda Verim ve Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 21 (1) , 13-23 .
- Flaherty, J.E., Jones, J.B., Harbaugh, B.K., Somodi, G.C. and Jackson, L.E.**, 2000, Control of Bacterial Spot on Tomato in the Greenhouse and Field with H-mutant Bacteriophages *Hortscience* 35(5):882–884 pp.
- Goode, M. J., and Myron S.**, 1980, Prevention-the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato, *Plant Disease*, 64.(9): 831-834 pp.
- Goode, M.J., and Sasser, M.**, 1980, Prevention-the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato, *Plant Disease*, 64(1): 831-834 pp.
- Gürsoy, O. ve Kınık, Ö.**, 2005, Laktobasiller ve probiyotik peynir üretiminde kullanım potansiyelleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi* 11 (3) 361-371.
- Hass, D. and Defago, G.**, 2005, Biological control of soil born pathogens by fluorescent Pseudomonads, *Nature Rev Microbiol*, 3: 307–319 pp.
- Ji, P., Campbell, H. L., Kloepper, J. W., Jones, J. B., Suslow, T. V. and Wilson, M.**, 2006, Integrated biological control of bacterial speck and spot of tomato under field conditions using foliar biological control agents and plant growth-promoting rhizobacteria, *Biological control*, 36(3), 358-367 pp.
- Kang S., Hoon, Hyun-soo C., Hoon C., , Choong-mın R. Ji Hyun F. K, Seung-hwan P.**, 2007, Two Bacterial Entophytes Eliciting Both Plant Growth Promotion and Plant Defense on Pepper (*Capsicum annum* L.) *J. Microbiol. Biotechnol* , 17(1): 96–103 pp.
- Karaca, İ. ve Saygılı, H.**, 1977, Domateslerde Bakteriyel Hastalıklar, İzmir Bölge Zirai Mücadele ve Karantina Başkanlığı, Yayın No:1. Ankara, 109 s.
- Karaca, İ., ve Saygılı, H.**, 1982, Batı Anadolu'nun bazı illerinde domates ve biberlerde görülen bakteriyel hastalıkların oranı, etmenleri, belirtileri ve konulçu çeşitlerinin duyarlılığı üzerine araştırmalar. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri 12-15 Ekim 1982, Adana, 182-192 ss.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karunanithi, K., Muthusamy, M and Seetharaman, K.**, 2000, Pyrolnitrin production by *Pseudomonas fluorescens* effective against *Macrophomina phaseolina*, *Crop Res Hiasr*, 19: 368–370 pp.
- Keskin, M., Şahin, A., Biçer, O. and Gül, S.**, 2004, Comparison of the behaviour of Awassi lambs in cafeteria feeding system with single diet feeding system. *Applied Animal Behaviour Science*, 85(1-2), 57-64 pp.
- Kılıç S.**, 1986, Orijini, Özellikleri, Oranları Farklı *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* Bakterileri İçeren Sıvı, Dondurulmuş ve Liyofilize Kültürler ile Yapılan Yoğurtların Nitelikleri Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi), İzmir
- Kloepper, J.W.**, 1996, Host specificity in microbe-microbe interactions, *Bioscience*, 46(1), 406-409 pp.
- Kloepper, J.W., Ryu, C.M. and Zhang S.**, 2004, Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp., *Phytopathology*. 94 (11), 1259-1266 pp.
- Kloepper, J.W., Ryu, C.M. and Zhang S.**, 2004, Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*. 94 (11), 1259-1266 pp.
- Konappa, N. M., Maria, M., Uzma, F., Krishnamurthy, S., Nayaka, S. C., Niranjana, S. R., and Chowdappa, S.** 2016, Lactic acid bacteria mediated induction of defense enzymes to enhance the resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt. *Scientia horticulturae*, 207, 183-192 pp.
- Kowalczyk, Z., Sentek, J., Jodzis, S., Diduszko, R., Presz, A., Terzyk, A. and Suwalski, J.**, 1996, Thermally modified active carbon as a support for catalysts for NH₃ synthesis. *Carbon*, 34(3), 403-409 pp.
- Lucas, J. A., Solano, B. R., Montes, F., Ojeda, J., Megias, M. and Mañero, F. G.**, 2009, Use of two PGPR strains in the integrated management of blast disease in rice (*Oryza sativa*) in Southern Spain. *Field Crops Research*, 114(3), 404-410 pp
- Luz E. B., Yoav B., Manuel M., Vladimir K. L., and , Jose J.**, 2002, Increased pigment and lipid content, lipid variety, and cell and population size of the microalgae *Chlorella* spp. when co-immobilized in alginate beads with the microalgae-growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense* *Canadian Journal of Microbiology*, 48(6): 514-521 pp,
- Luz, W. C.** 2000. Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Graminicolous Crops in Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, 2000, Cordoba-Argentina.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Marco, G. M. and Stall, R. E.**, 1983, Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper *Plant Disease*1983 (6797):779-781 pp.
- Meena, B., Radhajayalakshmi, R., Vidhyasekaran, P. and Velazhahan, R.**, 1999. Effect of foliar application of *Pseudomonas fluorescens* on activities of phenylalanine ammonia-lyase, chitinase and beta-1,3-glucanase and accumulation of phenolics in rice. *Acta Phytopathol Entomol Hungar*, 34: 307–315 pp.
- Mirik, M., Aysan, Y. and Cinar, O.**, 2007, Copper-resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89(1), 153-154 pp.
- Mirik, M., Aysan, Y., and Çınar, O.**, 2007, Copper-Resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) dye in the Eastern Mediterranean Region of Turkey, *Journal of Plant Pathology*, 89(1):153-154 pp.
- Mossa, W.P., Byrne, J.M., Campbella, H.L., Jia, P., Bonasb, U., Jonesc, J.B. and Wilson, M.**, 2007, Biological Control of Bacterial Spot of Tomato Using hrp Mutants of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* , 41(2): 199-206 pp.
- Musa, H.H., Wu, S.L., Zhu, C.H., Seri, H.I. and Zhu, G.Q.**, 2009. The potential benefits of probiotics in animal production and health. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 313-321pp.
- Okumuş, A. ve Alçınkaya, T.**, 2019, Toprak ve bitki destekleyicileri: biopestisit ve mikrobiyal gübreler. <https://ofs.me/4767916> (Erişim tarihi: 11 Haziran 2020)
- O'Sullivan, D.B. and O'Gara, F.**, 1992, Traits of fluorescent *Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. *Microbiol Rev*, 56(1): 662–676 pp.
- Özaktan, H., Aysan, Y., Yıldız, F. ve Kınay, P.**, 2010, Fitopatolojide biyolojik mücadele, *Türkiye biyolojik mücadele derneği dergisi*, 1(1): 61-78 ss.
- Özaktan H.**, 2005, Kök bakterileri tarafından konukçu bitkide hastalıklara karşı sistemik dayanıklılığın uyarılması, *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1): 84-100 pp.
- Özaktan, H., Bora,T., Yağmur,B., Tanyolaç,B., Tuncay,Ö., aslan,E., ve Göre,E.**, 2005, Domates Bakteriye Benek Hastalığının (*Pseudomonas syringae* pv.tomato) Önlenmesinde Biyokontrol Odaklı İntegre Savaşım Araştırmaları. Tübitak- Togtag 2787 No.Lu Proje Kesin Raporu (Yayımlanmamış)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Petersen, D. J., Srinivasan, M. and Chanway, C. P.**, 1996, *Bacillus polymyxa* stimulates increased *Rhizobium etlii* populations and nodulation when co-resident in the rhizosphere of *Phaseolus vulgaris*, *FEMS Microbiol Lett*, 142: 271-276 pp.
- Phi, Q. T., Park, Y. M., Seul, K. J., Ryu, C. M., Park, S. H., Kim, J. G. and Ghim, S. Y.**, 2010, Assessment of root-associated *Paenibacillus polymyxa* groups on growth promotion and induced systemic resistance in pepper. *J Microbiol Biotechnol*, 20(12), 1605-1613 pp.
- Pieterse, C. M., Van Pelt, J. A., Ton, J., Parchmann, S., Mueller, M. J., Buchala, A. J. and Van Loon, L. C.**, 2000, Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance (ISR) in *Arabidopsis* requires sensitivity to jasmonate and ethylene but is not accompanied by an increase in their production. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 57(3), 123-134 pp.
- Pitblado, R. E., MacNeill, B. H. and Kerr, E. A.**, 1984, Chromosomal identity and linkage relationships of *Pto*, a gene for resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in tomato. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 6(1), 48-53 pp.
- Ritchie, D. F. and Dittapongpitch, V.**, 1991, Copper- and streptomycin-resistant strains and host differentiated races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in North Carolina. *Plant Dis*, 75, 733-736 pp.
- Roberts, P. D., Momolb L., M.T., Ritchie S.M. and Olsonb J.B.**, 2008, Evaluation of spray programs containing famoxadone plus cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* Compared to Copper Sprays for Management of Bacterial Spot on Tomato - *Crop Protection*, 27(12): 1519-1526 pp.
- Roselló, G., Bonaterra, A., Francés, J., Montesinos, L., Badosa, E. and Montesinos, E.**, 2013, Biological control of fire blight of apple and pear with antagonistic *Lactobacillus plantarum*. *European journal of plant pathology*, 137(3), 621-633 pp.
- Soylu, S , Sülü, S , Bozkurt, İ .**, 2016, Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* , 21 (1) , 0-0 pp.
- Steijl, H., Niemann, G.J. and Boon, J.J.**, 1999, Changes in chemical composition related to fungal infection and induced resistance in carnation and radish investigated by pyrolysis mass spectrometry, *Physiolog Molec Plant Pathol*, 55: 297–311 pp.
- Stockwell, V. O. and Stack, J. P.**, 2007, Using *Pseudomonas* spp. for integrated biological control, *Phytophology*, 97(2): 244-249 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Temple, T. N., Stockwell, V. O., Loper, J. E. and Johnson, K. B.,** 2004, Bioavailability of iron to *Pseudomonas fluorescens* strain A506 on flowers of pear and apple. *Phytopathology*, 94(12), 1286-1294 pp.
- Thomashow, L.S., Weller, D.M., Bonsall, R.F. and Pierson, L.S.,** 1990, Production of the antibiotic phenazine-1-carboxylic acid by fluorescent pseudomonas species in the rhizosphere of wheat. *Appl Environ Microbiol*, 56: 908–912 pp.
- Toro, M., Azcon, R. and Barea, J.M.,** 1997, Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (P-32) and nutrient cycling. *Appl Environ Microbiol*, 63, 4408-4412 pp.
- Tsitsigiannis, D. I., Dimakopoulou, M., Antoniou, P. P., and Tjamos, E. C.,** 2012, Biological control strategies of mycotoxigenic fungi and associated mycotoxins in Mediterranean basin crops, *Phytopathologia Mediterranea*, 158-174 pp.
- Wei, G., Kloepper, J. W. and Tuzun, S.,**1996,. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. *Phytopathology*. 86(2):221-224 pp
- Wei, G., Kloepper, J.W. and Tuzun, S.,**1996, Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth promoting rhizobacteria under field condition, *Phytopathology*, 86(1):221–224 pp.
- Wilson, M., Campbell, H. L., Ji, P., Jones, J. B. and Cuppels, D. A.,** 2002, Biological control of bacterial speck of tomato under field conditions at several locations in North America. *Phytopathology*, 92(12), 1284-1292 pp.
- Wilson, M., Campbell, H. L., Ji, P., Jones, J. B. and Cuppels, D. A.,** 2002, Biological control of bacterial speck of tomato under field conditions at several locations in North America. *Phytopathology*, 92(12), 1284-1292 pp.
- Wilson, M., Campbell, H.L., Jones, J.B. and Cuppels, D.A.,** 2001, Biological control of bacterial speck of tomato under field conditions at several locations in North America, *Phytopathology*. Vol. 92 (12): 1284-1292 pp

TEŐEKKÜR

Gerçekleştirilen bu çalışmanın fikir aŐamasından tamamlanmasına kadar geçen süre zarfında kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, her türlü destek ve yardımını sunan değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN'a, araştırma ve çalıŐmalarımnda bana destek olan ArŐ. Gör. Utku ŐANVER'e, sevgili abim Zir. Müh. Adem KULCU'ya, iÇ hayatımda engin bilgi birikimi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren Sayın Dr. Zafer Uçkun'a, BASF Türk Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'ye ve beni bu günlere getiren, sonsuz güven duyan ve desteklerini esirgemeyen aileme saygılarımı sunar, teŐekkür ederim.

28 / 08 / 2020

İmzası

Ali Taha TOKMAK

ÖZGEÇMİŞ

22/06/1995 yılında İzmir'in Bornova ilçesinde doğdu. 2013 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans eğitimini tamamladı ve aynı sene Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2018 yılından bu yana BASF Türk Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'nde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaktadır.

