



**TOKAT İLİ BİBER ÜRETİM ALANLARINDA BAKTERİYEL LEKE HASTALIĞI
ETMENİ (*Xanthomonas euvesicatoria*)’NİN TANILANMASI, EPİDEMİYOLOJİSİ VE
BİYOLOJİK MÜCADELESİ**

ZELİHA KAYAASLAN

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Prof. Dr. Mustafa MİRİK

Aralık - 2021

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**TOKAT İLİ BİBER ÜRETİM ALANLARINDA BAKTERİYEL LEKE HASTALIĞI
ETMENİ (*Xanthomonas euvesicatoria*)’NİN TANILANMASI, EPİDEMİYOLOJİSİ VE
BİYOLOJİK MÜCADELESİ**

ZELİHA KAYAASLAN

TOKAT

Aralık - 2021

Her hakkı saklıdır



Bu alışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No:2016/77).

Bu tez çalışması; Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi tarafından 2016/77 nolu proje ile desteklenmiştir. ZELİHA KAYAASLAN tarafından hazırlanan “**Tokat İli Biber Üretim Alanlarında Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)’nin Tanılanması, Epidemiyolojisi ve Biyolojik Mücadelesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **9 Aralık 2021** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Bitki Koruma Ana Bilim Dalı** nda **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Yusuf YANAR

Üye
Prof. Dr. Yeşim AYSAN
Çukurova Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Soner SOYLU
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr.Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü
...../2021

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Yusuf YANAR ve Prof. Dr. Mustafa MİRİK danışmanlığında hazırlamış olduğum “Tokat İli Biber Üretim Alanlarında Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)’nin Tanınması, Epidemiyolojisi ve Biyolojik Mücadelesi” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

09/12/2021

Zeliha KAYAASLAN



ÖZET

TOKAT İLİ BİBER ÜRETİM ALANLARINDA BAKTERİYEL LEKE HASTALIĞI ETMENİ (*Xanthomonas euvesicatoria*)'NİN TANILANMASI, EPİDEMİYOLOJİSİ VE BİYOLOJİK MÜCADELESİ

Kayaaslan, Zeliha

Doktora, Bitki Koruma AnaBilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yusuf YANAR

İkinci Danışman: Prof. Dr. Mustafa MİRİK

Aralık 2021, xvi + 148 sayfa

Bu çalışma ile, a) 2016 ve 2017 yıllarında Tokat ilinde biber üretiminin yoğun olarak yapıldığı alanlarda sürveyler yapılarak biber bakteriyel leke hastalığının bölgedeki yaygınlığının belirlenmesi, enfekteli biber bitki örneklerinden elde edilen izolatların morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal testler ve moleküler (PCR) analizler ile tanılanması, b) hastalığın Tokat koşullarında epidemiyolojisinin belirlenmesi, ilk inokulum kaynaklarının tespiti, c) bitki gelişimini teşvik eden bakteriler ile hastalığın biyolojik mücadelesi ve bu bakterilerin biber bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında yapılan arazi sürveylerinde hastalıklı biber bitkilerinden 2016 yılında 346 ve 2017 yılında 225 olmak üzere toplamda 571 adet izolat elde edilmiştir. Tokat ilinde her bölgeyi temsil edecek şekilde seçilen 69 izolat ile morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, patojenite testleri ve moleküler (PCR) analizler yapılmıştır. Bu testler sonucu elde edilen izolatların tamamı *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanmıştır. Yapılan epidemiyoloji çalışmalarında ise, *Xanthomonas euvesicatoria*'nın tohum, toprak ve bitki artığındaki yaşam süreleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda etmenin tohum üzerinde 7 ay yaşamını sürdürdüğü böylece ilk inokulum kaynağının tohum olduğu saptanmıştır. Etmenin bitki artıklarında yaz dönemi 60 gün, kış dönemi 30 gün ve toprakta yaz dönemi 105 gün, kış döneminde ise 14 gün canlı kalmıştır. Biber bakteriyel leke hastalığının biyolojik mücadelesine yönelik yapılan çalışmada ise, 2017 yılında Tokat ili biber üretim alanlarından sağlıklı biber bitkilerinin yaprak, gövde, kılcal kök parçalarından ve kök toprağından bitki gelişimini teşvik eden bakteriler elde edilmiştir. Farklı yöntemler ile yapılan izolasyonlarda 389 adet aday izolat elde edilmiştir. Fosforu indirgeme ve azotu bağlama testleri sonucund 38 adet izolat aday olarak seçilmiştir. *Xanthomonas euvesicatoria* ile yapılan antagonistik etki çalışmaları sonucu en yüksek inhibisyon zonu oluşturan 6 adet izolat seçilmiş olup, bu izolatlar *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus*, *Microbacterium testaceum*, *Pseudomonas putida* ve *Acinetobacter calcoaceticus* olarak MALDİ-TOF tekniği ile tanılanmıştır. Seçilen 6 izolat ile biber bakteriyel leke hastalığının biyolojik mücadelesine yönelik saksı ve tarla denemeleri yürütülmüştür. Aday bakteri izolatlarının tekli, ikili ve üçlü kombinasyonları ile yapılan çalışmalarda bakteriyel leke hastalığını saksı denemesinde %34.2-49.6 oranında, tarla denemesinde ise %71.5-82.7 oranında baskıladığı görülmüştür. Aday bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkilerinin gelişimine yönelik yapılan sera ve tarla denemelerinde ise farklı oranlarda bitki gelişimini etkilediği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçları yerel bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin biber bakteriyel leke hastalığının biyolojik kontrolünde kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: *Xanthomonas euvesicatoria*, biber bakteriyel leke, Tokat, epidemiyoloji, biyolojik mücadele



ABSTRACT

DIAGNOSIS, EPIDEMIOLOGY AND BIOLOGICAL CONTROL OF BACTERIAL SPOT DISEASE (*Xanthomonas euvesicatoria*) IN PEPPER PRODUCTION AREAS OF TOKAT PROVINCE

Kayaaslan, Zeliha

Ph.D., Department of Plant Protection

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Yusuf Yanar

Second Advisor: Assit.Prof.Dr. Mustafa Mirik

December 2021, xvi + 148 pages

Aims of the present study; a) to determine the prevalence of pepper bacterial spot disease in the region by conducting surveys in the areas where pepper production is intense in Tokat province in 2016 and 2017, and to diagnose the bacterial isolates obtained from infected pepper plant samples by morphological, physiological, biochemical tests and molecular (PCR) analyzes, and to identify the disease in Tokat, b) to determine the epidemiology of the disease, and to determine the first inoculum sources c) to determine the biological control of the disease with the bacteria that promote plant growth and to determine the effect of these bacteria on pepper plant growth. In the field surveys carried out within the scope of the study, a total of 571 isolates were obtained from diseased pepper plants, 346 in 2016 and 225 in 2017. Morphological, physiological, biochemical, pathogenicity tests and molecular (PCR) analyzes were performed with 69 isolates selected to represent each region in Tokat province. All of the isolates obtained as a result of these tests were identified as *Xanthomonas euvesicatoria*. In the epidemiological studies, the life span of *Xanthomonas euvesicatoria* in seeds, soil and plant residues was determined. As a result of the study, it was determined that the bacterium survives on the seed for 7 months, so the first inoculum source is the seed. The pathogen bacterium survives In the plant residues upto 60 days in summer and 30 days in winter. Survival time of the pathogen in the soil was 105 days in summer and 14 days in winter. In the study conducted on the biological control of pepper bacterial spot disease, the plant growth promoting bacteria were isolated from the leaf, stem, root pieces and rhizosphere soil of healthy pepper plants from pepper production areas in Tokat province in 2017. Total of 389 candidate isolates were obtained with different isolation methods. As a result of phosphorus reduction and nitrogen fixation tests, 38 isolates were selected as candidates. As a result of the antagonistic effect studies performed with *Xanthomonas euvesicatoria*, 6 isolates that formed the highest inhibition zone were selected and these isolates were identified as *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus*, *Microbacterium*

testaceum, *Pseudomonas putida* and *Acinetobacter calcoaceticus* using MALDI-TOF. Pot and field trials were carried out for the biological control of pepper bacterial spot disease with 6 selected isolates. In studies conducted with single, double and triple combinations of candidate bacterial isolates, it was observed that bacterial spot disease was suppressed by 34.2-49.6% in the pot experiment and by 71.5%-82.7% in the field trial. It was determined that candidate bacterial isolates affected plant growth at different rates in greenhouse and field trials. The results of the study showed that the local plant growth promoting bacteria have the potential in the biological control of pepper bacterial spot disease.

KEYWORDS: *Xanthomonas euvesicatoria*, pepper bacterial spot, Tokat, epidemiology, biological control.

TEŞEKKÜR

Doktora Tez konumu belirleyen, beni bu konuda çalışmam için yönlendiren, çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen ve değerli fikirlerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Yusuf YANAR'a teşekkür ediyorum.

Yardımlarını, yönlendirmelerini ve değerli fikirlerini esirgemeyen ikinci danışman hocam Mustafa MİRİK'e teşekkür ederim.

Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi hocam Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU'na doktora sürecinin tüm aşamalarında yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi hocam Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR'a her türlü yardımları, yönlendirmeleri, değerli fikirleri, samimiyeti, içtenliği ve sevgisi için ve eşi Ahmet BELGÜZAR'a çalışmalarımındaki her türlü yardımları için teşekkür ediyorum.

Doktora tez jüri üyeleri hocalarım Prof. Dr. Yeşim AYSAN ve Prof. Dr. Soner SOYLU hocalarıma bilgi ve deneyimlerini paylaştıkları için teşekkür ediyorum.

Doktora çalışmalarım boyunca her türlü yönlendirmeleri, destekleri, yardımları ve danışmanlığından dolayı Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU hocama teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarımı yürüttüğüm süreç boyunca yardımlarını esirgemeyen bölümüm Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm Başkanı Doç. Dr. Gamze PEKBAY, bölümde bulunan değerli hocalarım ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü değerli hocalarıma ve doktora sürecinde çalışmalarımda bana yardımcı olan lisans ve yüksek lisans aşamasında olan öğrenci arkadaşlarımıza anlayışları ve yardımları için teşekkür ediyorum.

Saksı ve tarla çalışmalarımı yürüttüğüm Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkez arazisini kullanımlarımda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Sezer ŞAHİN hocama teşekkür ederim.

Tokat'ta geçirdiği süre boyunca bana ev sahipliği yapan her türlü desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Şerife TOPKAYA hocama teşekkür ederim.

PCR çalışmalarımda pozitif kontrolü temin ettiğim Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü görev yapan Ziraat Yüksek Mühendis Serhat KARA'ya teşekkür ederim.

Yardımlarını, desteklerini, bana olan inaçlarını, sevgilerini ve güvenlerini her daim yanımda hissettiğim babam Hüseyin EROğLU, annem Lale EROğLU, ablam Betül DOLU, abim Selçuk DOLU, yiğenlerim Hamza Yiğit DOLU ve Asude Reyyan DOLU, kardeşim M.Sertaç EROğLU, eşim Emre KAYAASLAN, eşimin anne ve babası lk KAYAASLAN ve Ersan KAYAASLAN'a teşekkür ederim.

Zeliha KAYAASLAN

9 Aralık 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Neden Olduğu Bakteriyel Yaprak Leke Hastalığı'nın Tanılanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar	6
2.2. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Tohum, Toprak ve Bitki Artıklarındaki Yaşam Süresinin Saptanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2.3. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Mücadelesi İle İlgili Çalışmalar	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Sürvey çalışmaları.....	25
3.2.2. Biber bakteriyel leke hastalık etmeninin izolasyonu	26
3.2.3. Gram reaksiyon testi	28
3.2.4. Tütünde aşırı duyarlılık testi	28
3.2.5. Patojenite ve virulenslik testleri.....	28
3.2.6. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın morfolojik ve biyokimyasal tanı testleri	30
3.3. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> İzolatlarının Moleküler Tanı (PCR) Testi	32
3.4. Bakteri yoğunluğunun belirlenmesi.....	35
3.5. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'in Yaşam Süresinin Saptanması ve İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi	36
3.5.1. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi.....	36
3.5.2. Patojenin bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi	36

3.5.3. Patojenin bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi	38
3.5.4. Topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi.....	40
3.6. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı'nın Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteriler ile Biyolojik Mücadelesi	42
3.6.1. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin izolasyonu.....	42
3.6.2. Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının tütünde aşırı duyarlılık ve patates dilimlerinde yumuşak çürüklük testi	44
3.6.3. Fosfatı indirgeme özelliğine göre bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının seçimi.....	45
3.6.4. Azotu bağlama yeteneğine bakılarak bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının seçimi.....	45
3.6.5. Seçilen bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının antagonistik etkilerinin belirlenmesi.....	46
3.6.6. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Aday Bakterilerinin Maldi-TOF MS Tekniği ile Tanılanması	47
3.7. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Aday Bakteri İzolatlarının Hastalıklı Biber Bitkilerinin Büyümesi Üzerine Etkisi.....	47
3.7.1. Saksı ve tarla denemelerinde seçilen bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının birbiri ile olan antagonistik etki belirleme çalışmaları	47
3.7.2. Saksı çalışması.....	48
3.7.3. Tarla çalışması	50
3.8. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Sağlıklı Biber Bitkilerinin Büyümesi Üzerine Etkisi.....	53
3.8.1. Saksı çalışması.....	53
3.8.2. Tarla çalışması	53
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	55
4.1. Sürvey Çalışmaları.....	55
4.2. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeninin İzolasyonu	60
4.3. Gram Reaksiyon Testi	62
4.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi.....	62
4.5. Patojenite ve Virulenslik testleri.....	62
4.6. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Tanı Testleri	65
4.7. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> İzolatlarının Moleküler Tanı (PCR) Testi	67
4.8. Bakteri Yoğunluğunun Belirlenmesi	70
4.9. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Yaşam Süresinin Saptanması ve İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi	70
4.9.1. Patojenin bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi	70

4.9.2. Topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi.....	72
4.9.3. Patojenin bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi	74
4.10. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı'nın Biyolojik Mücadelesi	76
4.10.1. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin izolasyonu.....	76
4.10.2. Fosfatı indirgeme özelliğine göre aday bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının seçimi.....	76
4.10.3. Azotu bağlama yeteneğine bakılarak aday bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının seçimi.....	77
4.10.4. Seçilen aday bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının antagonistik etkilerinin belirlenmesi.....	77
4.10.5. Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının tütünde aşırı duyarlılık ve patates dilimlerinde yumuşak çürüklük testi	79
4.10.6. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerinin maldı-tof ms tekniği ile tanınması	79
4.11. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı ve Biber Gelişimi Üzerine Olan Etkisi.....	80
4.11.1. Saksı ve tarla denemelerinde seçilen aday bakteri izolatlarının birbirleri ile olan antagonistik etki belirleme çalışmaları	80
4.11.2. Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının hastalıklı biber bitkisi üzerine etkisi	81
4.11.3. Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkilerin büyümesi üzerine etkisi	88
5. SONUÇ	93
7. EKLER	103

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
(NH ₄) ₂ SO	: Amonyum sülfat
A	: A vitamini
Anova	: Varyans Analizi
B1	: B1 vitamini
B2	: B2 vitamini
C	: Karbon
Ca ₃ (PO ₄) ₂	: Trikalsiyum fosfat
cm	: Santimetre
Da	: Dekar
dH ₂ O	: Distile su
dk	: Dakika
dNTP	: Deoxynucleotide triphosphate
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
g	: Gram
HR	: Hypersensitive reaction (Aşırı duyarlılık reaksiyonu)
K	: K vitamini
KCl	: Potasyum klorür
Kg	: kilogram
King B	: King's medium B
KOH	: Potasyum Hidroksit
l	: Litre
M	: Molar
Maldi-TOF	: Matriks-desteklilazer desorpsiyon/ionizasyonu
MS	:
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
MgCl ₂ ·6H ₂ O	: Magnesium chloride hexahydrate
MgSO ₄ ·7H ₂ O	: Magnesium sulfate heptahydrate
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
mm	: milimetre
NaCl	: Sodyum Klorür
NaN ₃	: Sodyum nitrat
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NB	: Nutrient broth
NBRIB-PBP	: National Botanical Research Institute's
NBRIP	: National Botanical Research Institute's phosphate growth medium
NBY	: Broth yeast extract
nM	: Milimolar
nm	: nanometre
°C	: Santigrat derece
P	: Fosfor

PCR	:	Polymerase chain reaction
PGPB	:	Plant growth promoting bacteria (Bitki büyüme düzenleyici bakteriler)
ph	:	Power of hidrojen
rpm	:	Rounds per minute (dakikada dönüş hızı)
S	:	Kükürt
spp/species	:	Türler
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
Tukey	:	Çoklu Karşılaştırma Sistemi
Xav	:	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv <i>vesicatoria</i>
Xe	:	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
Xg	:	<i>Xanthomonas gardneri</i>
Xp	:	<i>Xanthomonas perforans</i>
Xv	:	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>
YDC	:	Yeast dektroz agar
mg	:	Mikro gram
ml	:	Mikro litre
mm	:	Mikro molar

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.	Tokat il merkez ve ilçeleri.....	26
Şekil 3.2.	Bakteriyel yaprak leke etmenin izolasyon aşamaları a) hastalıklı bitki örnekleri b) hastalıklı bitkilerden örnek alma işlemi c) havanda ezme ve salina buffer bekletme aşaması d) hastalık etmeninin bulunduğu süspansiyonların besi yerine çizimi.....	27
Şekil 3.3.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının biber bitkisine püskürtme şeklinde inokulasyonu.....	29
Şekil 3.4.	Patojenite uygulaması sonrası nem çemberine alınan inokule edilmiş biber bitkileri.....	29
Şekil 3.5.	Bakteri ile enfekteli tohumların elde edilmesi a) Yüzey dezenfeksiyonu, b) Daldırma, c) Vakum.....	37
Şekil 3.6.	İnokuleli tohumların besi yerine ekimi	38
Şekil 3.7.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> solüsyonlarının hazırlanması ve toprağa karıştırılması	39
Şekil 3.8.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> solüsyonuyla karıştırılan toprağın teneke kutulara koyulması.....	39
Şekil 3.9.	Haftalık olarak bulaşık topraktan alınan örneklerinde izolasyon aşamaları a) Bulaşık toprak tartımı, b) Bulaşık topraktan dayanıklı izolat elde etme aşaması	40
Şekil 3.10.	Bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirleme çalışmasının hazırlık aşamaları a) Hastalıklı bitki artıklarının tartımı, b) Bitki atıklarının tülbente sarılması, c) Gömülecek toprak derinliğinin ayarlanması, d) Bitki artıklarının toprağa gömülmesi.....	41
Şekil 3.11.	Bitki artıklarında patojenin elde edilme aşamaları.....	41
Şekil 3.12.	Bitki gelişimini teşvik eden bakterileri elde etmek amacı ile alınan örnekler.....	42
Şekil 3.13.	Kök kısmından alınan örneklerin besi yerinde oluşturduğu bakteriyel gelişim.....	44
Şekil 3.14.	NBRIP besi yerine kürdanla bakteri çizimi.....	45
Şekil 3.15.	Jensen's besi yerine bakteri çizimi.....	46
Şekil 3.16.	Aday izolatlarının <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'a karşı antagonistik etki çalışması	47
Şekil 3.17.	Aday PGPR izolatların Biber Bakteriyel Yaprak Lekesi Hastalığı üzerine etki çalışma aşamaları a) Fide daldırma b) Şaşırtma c) Etmen inokulasyonu d) Nem çemberine alma işlemi.....	49
Şekil 3.18.	Sera çalışmasında deneme planı.....	50
Şekil 3.19.	Aday PGPR, endofit ve epifitik bakteri izolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı üzerine etkilerine yönelik yürütülen tarla çalışmasının aşamaları a) Aday PGPR, endofit ve epifitik bakteri izolat solüsyonlarının hazırlanması, b) Fidelerin	

	solüsyonda bekletme aşaması, c)Şaşırtılan fidelerin köklerine yapılan solüsyon uygulaması, d) <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın biber bitkilerine püskürtülmesi	52
Şekil 3.20.	Tarla çalışması görüntüsü.....	52
Şekil 4.1.	Tokat ili biber üretim alanından genel bir görüntü.....	55
Şekil 4. 2.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın yaprak belirtisi.....	60
Şekil 4. 3.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın meyve belirtisi.....	61
Şekil 4. 4	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın King B besi yerindeki gelişimi.....	61
Şekil 4. 5.	Patojenite testi uygulaması sonucu bitkilerde görülen hastalık belirtileri.....	64
Şekil 4.6	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının RST65/RST69 primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü	68
Şekil 4.7.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının XCVF-XCVR primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü	68
Şekil 4.8.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının Bs-XeF, Bs-XeR primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü	69
Şekil 4.9.	Z-14/a kodlu izolat ve pozitif kontrollerin olduğu jel görüntüsü	70
Şekil 4. 10.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> ile bulaşık tohumların etrafında gelişen koloniler.....	71
Şekil 4. 11.	Tohum etrafında oluşan bakteriyel gelişim olduğu (ok) ve gelişimin olmadığı tohumlar	72
Şekil 4. 12	Bitki artığı solüsyonu yayma ekim sonucu bakteriyel gelişim a) 20 cm derinlikten alınan örnek b) 0 cm derinlikten alınan örnek.....	73
Şekil 4. 13.	Topraktan yapılan izolasyonlardan elde edilen koloni gelişimi (İlk izolasyon).....	75
Şekil 4. 14.	Fosfatı indirme testi sonucunda aday izolatların NBRIP besi yerinde fosforu çözmesinden dolayı oluşan zon.....	76
Şekil 4. 15.	Jensen's besi yerinde gelişen (1kk-a) veya gelişmeyen bakteriler (3kk-b).....	77
Şekil 4. 16.	Antagonistik etki çalışması petri görüntüsü.....	78
Şekil 4. 17.	Aday PGPR, endofit ve epifitik izolatlarının antagonistik etki petri görüntüsü.....	80
Şekil 4.18.	ZE-13, NK ve PK uygulamalarının yapıldığı bitkilerin genel görüntüsü.....	82
Şekil 4. 19.	ZE-13, NK ve PK uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök gelişimi.....	83
Şekil 4.20	Tarla çalışmasında gözlemlenen hastalık belirtileri a) Yaprak b) Meyve.....	85
Şekil 4.21	Tarla çalışmasında değerlendirme yapılan bitki örnekleri.....	86
Şekil 4. 22.	Gram negatif bakterilerde oluşan vizkoz yapı.....	123
Şekil 4.23.	Nişasta hidrolizi sonucu oluşan petri görüntüleri.....	123

Şekil 4.24.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının pektolitik aktivite test görüntüsü	123
Şekil 4.25.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının SNA besi yerinde levan oluşumu.....	124
Şekil 4. 26.	Katalaz testi sonucunda oluşan hava kabarcıkları.....	124
Şekil 4. 27.	Oksidaz testinde gözlemlenen renk değişimi	125
Şekil 4.28.	<i>Xanthomonas spp.</i> 'nın CKTM besi yerindeki 14 gün sonraki gelişimi.....	125
Şekil 4.29.	<i>Xanthomonas spp.</i> 'nın Tween B besi yerindeki 14 gün sonraki gelişimi.....	125
Şekil 4.30.	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın Nutrient Agar besi yerindeki gelişimi.....	126
Şekil. 4.31.	<i>Xanthomonas spp.</i> 'nın YDC agar besi yerindeki gelişimi.....	126



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Tokat ilinde 2016-2017 yılında sürvey yapılan ilçelere bağlı mahalleler.....	26
Çizelge 3.2. PCR reaksiyon karışım içeriği.....	33
Çizelge 3.3. RST65-RST69 primer çifti için uygulanan protokol...	33
Çizelge 3.4. XCVF-XCVR primer çifti için uygulanan protokol...	33
Çizelge 3.5. Liziz protokol.....	34
Çizelge 3.6. Reaksiyon karışım miktarı	34
Çizelge 3.7. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> ve <i>Xanthomonas vesicatoria</i> için kullanılan protokol.....	35
Çizelge 3.8. <i>Xanthomonas perforans</i> için kullanılan protokol.....	35
Çizelge 3.9. Saksı çalışmalarında kullanılan uygulamalar.....	49
Çizelge 3.10. Tarla çalışmalarında kullanılan uygulamalar.....	51
Çizelge 4.1. 2016 yılında sürvey yapılan biber alanlarındaki hastalık belirtisi gösteren bitki oranı.....	56
Çizelge 4.2. 2016 yılı Tokat ili biber üretim alanlarında hastalığın bölgede ve tarlada bulunma oranları.....	57
Çizelge 4.3. 2017 yılında sürvey yapılan biber alanlarındaki hastalık belirtisi gösteren bitki oranı.....	57
Çizelge 4.4. 2017 yılı Tokat ilinde hastalığın bölgede ve tarlada bulunma oranları.....	58
Çizelge 4.5. 2016 yılı elde edilen re-izolatların virülenslik değerleri.....	63
Çizelge 4.6. 2017 yılında elde edilen re-izolatların virülenslik değerleri.....	64
Çizelge 4.7. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> izolatlarının biyokimyasal test sonuçları	67
Çizelge 4.8. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi.....	71
Çizelge 4.9. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi	74
Çizelge 4.10. <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> 'nın bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi	75
Çizelge 4.11. Antagonistik etki çalışma sonuçları	79
Çizelge 4.12. Aday bakterilerin Maldi-TOF MS tekniği ile tanılama sonuçları.....	80
Çizelge 4.13. Saksı çalışmalarında bakteri uygulamalarının hastalık şiddeti ve % engelleme oranları (Birinci ve ikinci sayım sonuçları).....	81
Çizelge 4.14. Tarla çalışmalarında bakteri uygulamalarının hastalık şiddeti ve % engelleme oranları (sayım sonuçları).....	85
Çizelge 4.15. Tokat İli Merkez İlçesinin 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri.....	105
Çizelge 4.16. Tokat İli Turhal İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri.....	106
Çizelge 4.17. Tokat İli Pazar İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama	

	iklim verileri.....	107
Çizelge 4.18.	Tokat İli Erbaa İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri.....	108
Çizelge 4.19.	2016 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler.....	109
Çizelge 4.20.	2017 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler.....	113
Çizelge 4.21.	Re-izolatların PCR tekniği ile tanınması.....	116
Çizelge 4.22.	Deneme arazisi toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-25 cm).....	118
Çizelge 4.23.	Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının biber bakteriyel leke hastalığı üzerine olan etkisi (saksı çalışması).....	119
Çizelge 4.24.	Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının biber bakteriyel leke hastalığı üzerine olan etkisi (tarla çalışması).....	120
Çizelge 4.25.	Bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkilerinde bitki büyümesine etkisi (saksı çalışması).....	121
Çizelge 4.26.	Bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkilerinde bitki büyümesine etkisi (tarla çalışması).....	122

1. GİRİŞ

Sıcak ve ılık iklim sebzesi olan biber (*Capsicum annuum* L.) hem sera hem açık alanda yetiştirilen, çok farklı tüketim olanağına sahip meyvesi yenen sebzeler grubunda yer almaktadır. Yüz gram taze yeşil tatlı biberde, 29 kalori, 1.1 g protein, 0.2 g yağ, 92.6 g su, 4.2 g karbonhidrat, 1.4 g selüloz bulunmaktadır. Yine yeşil tatlı biberler A, B1, B2, C vitaminlerince zengindir. Biberde ayrıca P ve K vitaminleri ile alkaloitler içermektedir (Kılıç, 2010).

Biber bitkisinin 2020 yılı Dünya üretim miktarına ait verilere göre, Türkiye 2 636 905 ton üretim miktarı ile dördüncü sırada yer almaktadır. Çin (16 650 855), Meksika (2 818 443) ve Endonezya (2 772 594) Dünya biber üretiminde ilk üç sırada yer almıştır. (FAO, 2020).

Ülkemizde hemen hemen her ilde yetiştiriciliği yapılan biber sıcak iklim özelliklerine sahip bölge ve illerde yoğun olarak üretilir. Antalya 533 435 ton üretim miktarı ile birinci sırada yer alırken bu ili sırasıyla Çanakkale (284 896 ton), Mersin (217 590 ton), Manisa (187 499 ton) ve Bursa (182 523 ton) illeri takip etmektedir (TÜİK, 2020). Tokat ili 16 971 da'lık alanda 66 271 ton üretim miktarı ile 12. sırada yer almıştır (TÜİK, 2020). Tokat ilinde biber taze, közlenmiş, kurutulmuş, salçalık, sos, toz biber, turşu şekillerinde hem ülke içerisinde hem de yurtdışına ihracatı yapılan sebzeler arasında yer almaktadır.

Tokat ili Karadeniz geçit kuşağında yer alığından dolayı sıcak ve nemli hava yapısına sahiptir, böyle olması da birçok hastalığın ortaya çıkmasına, epidemi oluşturmaya ve üretimde ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bölgede, üretimi yapılan çoğu kültür bitkisinde ürün kaybına sebep olan birçok hastalık etmeni bulunmaktadır (Belgüzar ve ark., 2016). Biber bitkilerinde sıcak ve nemli alanlarda daha fazla ürün kaybına neden olan önemli hastalıklardan etmenlerinden birisi de Biber Bakteriyel Leke Hastalığı (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas gardneri* ve *Xanthomonas perforans*)'dır (Sun ve ark., 2002).

Bu hastalık ilk kez Doidge (1920) tarafından 1921'de saptanmış ve hastalık etmeni *Bacterium vesicatorium* olarak tanılanmıştır. Günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda dünyanın hemen hemen her yerinde görülmekte ve değişik oranlarda yetiştiricilik yapılan alanlarda varlığı bildirilmektedir (FAO, 2018).

Son yıllarda yapılan çalışmalar doğrultusunda hastalığa dört farklı *Xanthomonas* türü neden olduğu bilinmektedir. Bu türlerin *Xanthomonas euvesicatoria* (Jones ve ark., 2006) (Grup A; *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* veya *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* olarak bilinen izolatların çoğunluğunu içerir), *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge, 1920; Vauterin ve ark., 1995) (Grup B), *Xanthomonas perforans* (Jones ve ark., 2006) (Grup C) ve *Xanthomonas gardneri* (Sutic, 1957; Jones ve ark., 2006) (Grup D) olduğu bildirilmiştir.

Solanaceae familyasında bulunan domates ve biber bitkilerinde görülen hastalık, ekonomik anlamda önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Biber bitkisinde yaprak, meyve, meyve sapı ve ta yapraklarda hastalık belirgin bir şekilde görülmektedir. İlk lekeler su emmiş lekeler şeklinde ve yaprakların alt yüzeyinde görülür. Zamanla lekeler büyür ve ortası beyaz etrafı kahverengi bir hale ile kuşatılır. Özellikle lekeler yaprak ayasında ve yaprak kenarlarında belirgin bir şekilde görülür. Yapraklarda oluşan nekrotik alanlar kuruyarak dökülür ve delinmiş gibi bir görünüm alır. Yapraklarda oluşan nekrotik alanlara ilaveten etmen özellikle hastalanan bitkilerde yaprak dökümlerine de sebep olur. Yaprak dökümü nedeniyle meyvelerde güneş yanığı oluşumu, meyve sayısında ve meyve boyutlarında azalma da görülmektedir ki bütün bu nedenler meyvenin pazar değerini düşürmektedir (Rashid, 2021). Meyvedeki bakteriyel lekeler başlangıçta küçük, kabarcık benzeri ve düzenlidir, daha sonra kahverengileşir ve siğilimsi bir görünüm almasına neden olur (Mirik, 2005). Bununla beraber hastalık şiddetine ve bitki yaşına bağlı olarak verim kaybı genç bitkide olgun bitkiye göre daha fazla olmaktadır (şahin ve Küsek, 2015).

Hastalığın ortaya çıkmasında ve yayılmasında bitki yüzeyindeki nem önemli rol oynamakta olup, %85 ve üzeri nemde bir veya iki gün içerisinde tipik hastalık belirtilerinin gözlenebildiği (Diab ve ark., 1982), 24-30 C arasındaki sıcaklıklar ve %70'in üzerindeki bağlı nem enfeksiyon ve hastalık belirtisi gelişimini teşvik ettiği belirtilmiştir (Beran ve ark., 2015; Simonton ve ark., 2021). Seralardaki yüksek sıcaklık, fazla bitki yoğunluğu ve yüksek nem hastalık gelişimini desteklemektedir. Bunun yanında hastalığın yayılması yağmurlama sulama ile daha da kolaylaşmaktadır (Dutta ve ark., 2013).

Ülkemizde iklim koşullarına bağlı olarak hastalığın vermiş olduğu zarar %23-44 arasında değişmektedir. Türkiye’de hastalık Çanakkale (Karaca ve Saygılı, 1982), Batı Anadolu (Saygılı ve Erkan, 1987) ve Batı Akdeniz Bölgesi’nde (Basım ve ark., 2004) domates üretim alanlarında belirlenmiştir. Biberde ise Antalya (Şahin, 2001; Basım ve ark., 2004), Erzurum, Erzincan, Yusufeli (Şahin, 2001), Adana ve Osmaniye’de (Aysan ve Şahin, 2003) biber üretimi yapılan alanlarında kaydedilmiştir (Şahin ve ark., 2019).

Hastalık etmeninin domateste üç ırkı bulunmaktadır ve bu ırklar Dünya çapında dağılım göstermektedir. T2 ırkı Güney Amerika’da yaygınlık gösterirken, Asya’da görülmemektedir. Asya’da en baskın biber ırkları P1, P2 ve P3 iken, P2 ırkı yalnızca Amerika’da mevcuttur (Bouzar ve ark., 1994). Ancak günümüzde domates gruplarında dört ırkı ve biber gruplarında ise onbir ırkı mevcuttur (Stall ve ark., 2009). Ayrıca biber gruplarında yer alan ırlardan P7, P8 ve P10’un ülkemizde mevcut olduğu ifade edilmiştir (Şahin ve ark., 2019).

Xanthomonas türleri, tohumlar üzerinde epifitik olarak hayatta kalır ve fidelerde kotiledon yapraklarının yüzeylerine kolonize olurlar. Stoma gibi doğal açıklık veya yaralar vasıtası ile de doku enfeksiyonları oluşur. Biber ve domates ekimi yapılan ve hastalığın var olduğu bu alanlarda patojen canlılığını 18 aya kadar devam ettirmektedir. Bitki artıklarında ve hastalıklı yapraklarda kışlamaktadır. Belirtilen faktörlerden dolayı hastalığın görüldüğü ve biber yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı bölgelerde inokulum kaynaklarının azaltılması için 3 yıllık bir ürün rotasyonu yapılması önerilmektedir. Ayrıca yetiştiricilik yapılacak alanlar ve kullanılan tohum ve fidenin hastaliksız olması son derece önemlidir. Hastaliksız, sertifikalı tohum ve fide üretimine önem verilmelidir. Üretim ve sonrasında alınacak önlemler yapılacak uygulamalar son derece önemlidir. Fide üretim, dikim ve nakil işlemlerinde farklı yöntemler denenmiş olsa dahi hastalıklı fideler bulunması durumunda hastalığın sağlıklı bitkilere bulaşması önlenememektedir. Üretim aşamasının başından sonuna kadar üretim ünitelerinin temiz olması, yetiştiricilik yapılan alanların steril edilmesi, bitkilerin optimum sıcaklık, su rejimi, bakım ve nakil işlemleri, üretim materyallerinin enfekte olmasını önleyecek şekilde yapılmalıdır. Bütün bu işlemlerin yanı sıra tarlada bitki artıklarının bırakılmaması ve toprak işlemede kullanılan alet ve ekipmanların, bitki bakım aletlerinin de temiz tutulması alınacak tedbirler arasında yer almaktadır. Fide döneminde hastalık barındıran bitkiler tarlada üretim sezonu boyunca hastalığı alanda

bulundurmaktadır. Ayrıca bu önlemlere ek olarak tahmin modeli geliştirerek yürütülen mücadele yöntemi de hastalık üzerinde etkin olabilmektedir (Bashan ve ark., 1982; Stall,1993; Kim ve ark., 2014; Potnis ve ark., 2015; Sevic ve ark., 2019; Simonton ve ark., 2021).

Hastalıkla mücadelede hastaliksız tohum kullanma, hastalık belirtisi gösteren fidelerin imhası, dirençli çeşitlerin kullanımı, bakır-mancozeb karışımlarının ve biyolojik mücadele elemanı kullanılması şeklinde mücadele olanaklarının çeşitli kombinasyonları bir araya getirilmesi sayılabilir. Hastalığa karşı kimyasal uygulamalar hastalıkla mücadele etmek açısından en yaygın kullanılan ve tercih edilen yöntemdir. Fakat bakır uygulamalarının yaygın ve sürekli kullanımı bakıra dirençli izolatların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kavitha ve Umesha, 2007).

Hastalıkların mücadelesinde kullanılan kimyasalların çevreye vereceği zararı azaltan veya yok eden, çevre ve insan sağlığına dost, tarımda sürdürülebilirliği sağlayacak ve tarımsal ürünlerde oluşan kalıntı problemlerinin önüne geçecek alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Son yıllarda kullanılan yöntemlerden biri de bitkide var olan dayanıklılık mekanizmasının biyotik ve abiyotik faktörler aracılığı ile aktif hale getirme çalışmalarıdır. Bu çalışmaların yanı sıra bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (PGPR), antagonistik etkiye sahip epifitik ve endofitik bakteriler, uçucu yağ, ekstrakt, endofitik funguslar ve bakteriyofaj gibi canlı etmenler veya farklı bileşiklerin *in vitro* ve *in vivo* çalışmaları mücadele amaçlı yürütülmektedir (Oldaç ve ark., 2002; Mirik ve ark., 2008; Basım ve ark., 2012; Sülü ve ark., 2016; Dadaşoğlu ve ark., 2016; Akköprü ve ark., 2018; Sevic ve ark., 2019; Rashid, 2021).

Bitki gelişimini teşvik eden antagonist bakteri izolatları bitkide büyümeyi teşvik etme özelliğinin yanında bitkide dayanıklılık mekanizmasını aktif hale getirme, tohum çimlenmesini teşvik etme, kök gelişimi, besin alımında iyileşme ve hormon üretimi özellikleri ile bitkinin bitki patojenlerine karşı dayanıklı hale gelmesini sağlamaktadır. Bakteriyel ve fungal hastalıklar ile nematod zararını baskılayabilmektedir. Ayrıca rizobakterilerin bazıları entegre zararlı yönetimi ve bitki patojenlerinin biyo-kontrolü ve biyofertilizasyon doğrultusunda mücadele amacı ile kullanılabilir (Siddiqui, 2005). Farklı PGPR izolatları, toprak kaynaklı patojenlerin biyolojik mücadelesinde azot

sabitleyici rizobium ile baklagil nodülasyonunun teşvik edilmesi ve fide çıkış oranının artırılması dahil olmak üzere bitkiler üzerinde çeşitli etkileri ile, hem bitkide verim artışı hem de bitkiyi stres koşullarından koruyarak dirençli olmalarını sağlarlar (Kloepper ve ark., 1991). PGPR'lara benzer şekilde endofit bakteriler tarafından üretilen 1-aminosiklopropan-1-karboksilat deaminaz ile konukçu bitkinin fizyolojisine müdahale etmeye yarayan bir özellik sağlamaktadır. Bu özelliğe sahip olan endofitlerin bitkiye kolonize olma özelliği fazladır ve bu sayede bitkilerde stresin azaldığı ve kök gelişiminin arttığı belirtilmiştir (Hardoim ve ark., 2008).

Bu çalışma kapsamında;

- 2016 ve 2017 yıllarında Orta Karadeniz Bölgesi'nde Samsun ilinden sonra en fazla biber üretiminin gerçekleştirildiği Tokat ilinde biber üretim alanlarında sürveyler yapılarak biber bakteriyel leke hastalığının bölgedeki yaygınlığının belirlenmesi,
- Enfekteli biber bitki örneklerinden elde edilen izolatların morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal testler ve moleküler (PCR) analizler ile tanılanması, Hastalık etmeninin Tokat ilinde epidemiyolojisi incelenerek tohum, toprak ve bitki artıklarındaki yaşam sürelerinin belirlenmesi, böylece ilk inokulum kaynaklarının tespiti,
- Tokat ilinde biber üretim alanlarından sağlıklı biber bitkilerinin yaprak, gövde, kılcal kök parçalarından ve topraklarından bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin izolasyonu, elde edilen aday izolatların seçimi, seçilen aday izolatların *Xanthomonas euvesicatoria*'nın neden olduğu biber bakteriyel leke hastalığına ve biber bitkisinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Neden Olduğu Bakteriyel Yaprak Leke Hastalığı'nın Tanılanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Etmen ilk kez Doidge (1920) tarafından saptanmış ve *Bacterium vesicatorium* olarak tanılanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1921 yılında ilk kez *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın biberde hastalık yaptığı belirlenmiştir (Gardner ve Kendrick, 1923). Daha sonra etmenin adı 1925'te *Pseudomonas vesicatoria* (Stevens, 1925), 1930'da *Phytomonas vesicatoria* olarak değiştirilmiştir (Bergey, 1930). Devam eden çalışmalar boyunca *Xanthomonas* cinsi içerisinde *Xanthomonas vesicatoria* olarak isimlendirilmiştir (Dowson, 1939). Sutic (1957), tarafından *Pseudomonas gardneri* olarak isimlendirilen etmen Dye (1966) tarafından *Xanthomonas vesicatoria*'nın bir sinonimi olarak *Xanthomonas gardneri* olarak isimlendirilmiştir. Son olarak Dye (1978) tarafından *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* olarak isimlendirilmiştir.

Xanthomonas cinsine ait bakteriler sıcaklığı seven bakterilerdir ve optimum gelişme sıcaklığı 25-30 °C'dir. Ayrıca biyokimyasal testler, incelenen tüm bakteriyel izolatların Gram negatif, çubuk şeklinde 0.6x1.5µm büyüklüğünde, tek kamçılı, sarı renkli, katalaz pozitif, oksidaz ve nitrat redüksiyon negatif olduğu ortaya koymuştur (Mirik, 2005).

Son yıllarda yapılan çalışmalar doğrultusunda bitkilerde bakteriyel leke hastalığına neden olan etmenin genotipik ve fenotipik olarak domates ve biber bakteriyel yaprak lekesi hastalığına sebep olan dört farklı *Xanthomonas* türünün neden olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda bu türlerin *Xanthomonas euvesicatoria* (Jones ve ark., 2006) (Grup A; *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* veya *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* olarak bilinen izolatların çoğunluğunu içerir), *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge, 1920; Vauterin ve ark., 1995) (Grup B), *Xanthomonas perforans* (Jones ve ark., 2006) (Grup C) ve *Xanthomonas gardneri* (Sutic, 1957; Jones ve ark., 2006) (Grup D) olduğu bildirilmiştir. Grup A, B ve D domates ve biberlerde patojen iken, Grup C'nin yalnızca domateslerde hastalık yaptığı belirtilmiştir (Beran ve Mraz., 2013). Ancak bu çalışmaya ilaveten Florida'da 2010 yılında yapılan bir çalışmada *X. perforans*'ın biber bitkisinden izole edildiği fakat yayınlanmadığı bildirilmiştir (Potnis ve ark., 2015). Nitekim Pečenka ve ark. (2020), *X. perforans*'ın biber bitkisinden izole edildiğini ifade etmiştir. Aynı zamanda hastalığın coğrafik dağılımı da gruplar arasında

değişmektedir. Grup A ve B, Dünya'nın her tarafında görülürken, Grup C ve D, ABD, Meksika, Brezilya, Kore, Hindistan Okyanusu sınır bölgeleri (Grup C) ve Eski Yugoslavya, Kanada, Costa Rica, U.S., Brezilya ve Hindistan Okyanusu (Grup D) bölgelerinde görülmektedir (Beran ve Mraz., 2015).

Bonzuar ve ark. (1994a) tarafından yapılan çalışmada domates ve biberlerde bakteriyel leke hastalığına neden olan etmenin fenotipik olarak iki yeni tür olduğu rapor edilmiştir. Bonzuar ve ark. (1996) ise bu izolatların karbon kaynaklarını kullanımı, serovarlarının, yağ asit profillerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu türlerin gözle görülür fenotipik özelliğinin 'nişasta hidrolizi' testi olduğu ifade edilmiştir. *Xanthomonas axanopodis vesicatoria* izolatları nişastayı hidroliz edemezken, *Xanthomonas vesicatoria* izolatlarının nişastayı hidroliz edebildiği belirtilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda da türler arasında amilolitik izolatlar olduğu belirtilmiştir. Hem serolojik hem de *X. vesicatoria* (Grup B)'den farklı olan başka bir tür olduğu belirlenmiş olup, Grup C olarak adlandırılmıştır. Sutic (1957)'de Grup C'nin *Xanthomonas vesicatoria*'nın sinonimi olduğu belirtilse de, yapılan DNA-rRNA ve DNA-DNA melezleme çalışmalarında Grup C (*Xanthomonas gardneri*) ile *Xanthomonas vesicatoria*'nın ilişkilerinin düşük olduğu ifade edilmiştir (Bonzuar ve ark., 1994b; Jones ve ark., 1995; De Ley, 1978)

X. vesicatoria, *X. euvesicatoria* ve *X. gardneri* kullandıkları karbon bakımından değerlendirildiğinde ise elde edilen metabolik kalıplara göre biyolog mikroplatlar tarafından, α -siklodekstrin, N-asetilgalaktozamin, adonitol, inositol, D-glukozaminik asit, sebasik asit ve histidin kullanılmamıştır. Tüm izolatların %93'ünden fazlası 1-eritritol, L-ramnoz, D-sorbitol, D-galaktonik asit laktonu, D-glukonik asit, γ -hidroksibütirik asit, p-hidroksi fenilasetik asit, α - keto-valerik asit, kinik asit, sakarik asit, L-lösin, L-ornitin, l-fenilalanin, L-piroglutamik asit, Dserine, timidin, feniletilamin ve putressin ve α -D-glikoz, L-fukoz ve sukroz kullandığı belirtilmiştir. *X. gardneri*, *X. vesicatoria* ve *X. euvesicatoria* 'ya oranla daha az karbon kaynağı kullanmış ve çoğu karbon kaynağı ile negatif sonuç vererek diğerlerinden kolayca ayrılmıştır. *X. vesicatoria* ve *X. euvesicatoria* ise 7 farklı substrata göre esas olarak birbirinden ayrılmaktadır (Stoyanova ve ark., 2014). *X. perforans*'ın ise Dextrin, N-acetyl-Dglucosamine, D galactose, Gentibiose, D-lactoselactulose, Acetic acid, Malonic acid, Propionic acid, D-alanine, Glycyl-L-aspartic acid, L-threonine kullandığı belirtilmiştir (

Lue ve ark., 2010). Kyeon ve ark. (2016) ayrıca *X. euvesicatoria* ve *X. gardneri*'nin zayıf amilolitik ve pektolitik aktiviteye sahip olduklarını, *X. vesicatoria* ve *X. perforans*'ın ise güçlü amilolitik ve pektolitik aktiviteye sahip olduklarını belirtmiştir.

Mirik ve ark. (2005) tarafından 2002-2004 yılları arasında Adana ve Osmaniye illerinde bakteriyel yaprak leke hastalığının varlığı ve yaygınlığı belirleme çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan sürveyler sonucunda elde edilen 67 bakteri izolatu morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, DAS-ELISA, PCR (RST9 5'-GGCACTATGCAATGACTG-3, RST10-5'-AATACGCTGGAAGTCTG-3') ve yağ asit metil ester analizleri ile *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* olarak belirlenmiştir. Ayrıca hastalığın sürvey alanlarında yaygınlığı 2002 yılında %52, 2003 yılında %91 ve 2004 yılında %100 olarak belirlenmiştir.

Çek Cumhuriyetinde 2007-2010 yılları arasında yapılan çalışmada (RST65, RST69), (XCVF, XCVR) ve (Xv1, Xv2) elde edilen izolatlar üç farklı primer çifti ile tanılama çalışmaları yapılmıştır. Tanılamada tüm *Xanthomonas* spp.'nin belirlenmesi için RST65-RST69 primerleri, *X. vesicatoria*'nın (Grup B) belirlenmesi için Xv1, Xv2 primerleri ve *X. euvesicatoria*'nın (Grup A) tespiti için XCVF, XCVR primerleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda izolatlardan 112 tanesi RST65, RST69 primer çifti ile 115 tanesi XCVF, XCVR primer çifti ile ve 6 tanesi ise Xv1, Xv2 primer çifti ile pozitif sonuç vermiştir (Beran ve ark., 2015).

Lue ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada; Tayvan'da *Xanthomonas* türlerini karakterize etmek amacıyla farklı birçok primer çifti kullanmışlardır. Çeşitli bölgelerden alınan 53 adet bakteri izolatu analiz edilmiştir. *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* için 560 baz büyüklüğüne sahip RST13/14 primer çifti kullanılarak 40 adet izolat belirlenirken, *X. vesicatoria* için ise 407 baz büyüklüğüne sahip C-2-2L/2R primer çiftleri kullanılarak 8 adet izolat tanımlanmıştır.

Beran ve Mraz (2012) domates ve biberin bakteriyel leke hastalığına sebep olan *Xanthomonas vesicatoria*'nın spesifik tespiti için XV1F ve XV1R primer çiftlerini kullanmışlardır. 365 bp uzunluğunda bant üretilmesi hedeflenerek *X. vesicatoria*'nın hızlı ve türe özgü tespitinin sağlandığı ifade edilmiştir.

Kızheva ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada Bulgaristan ve Makedonya'nın farklı bölgelerinden domates ve biber bitkilerinden bakteriyel yaprak lekesine neden olan 136

Xanthomonas izolatını tanılamışlardır. PCR testi kullanılarak yapılan tanılama işlemleri için *X. euvesicatoria* (Bs-XeF/Bs-XeR), *X. vesicatoria* (Bs-XvF/Bs-XvR), *X. gardneri* (Bs-XgF/Bs-XgR) ve *X. perforans* (Bs-XpF/Bs-XpR) primer çiftleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Bulgaristan'da *Xanthomonas vesicatoria*'nın hem domatesi hem de biberi etkilediği domates bitkisinde daha yaygın görüldüğü, *Xanthomonas euvesicatoria*'nın ise biberde gözlenen tek etmen olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma Bulgaristan'da *Xanthomonas gardneri*'nin domateste, *Xanthomonas euvesicatoria*'nın ise biberlerde görüldüğüne dair ilk rapordur. Ayrıca etmen popülasyonlarının Bulgaristan'da *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria* ve *X. gardneri* ile Makedonya'da *X. vesicatoria* ve *X. euvesicatoria* türlerinden oluştuğu belirtilmiştir.

Lamini ve ark. (2015) Ashanti, Brong Ahafo ve Gana'nın doğu kısımlarında domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda hastalığın belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, ilk olarak toplanan örneklerden elde ettikleri izolatları Gram reaksiyon testi yapmışlardır. Cins düzeyinde teşhis için RST65-2, RST69 primer çifti kullanılarak tanılama yapılmıştır. Tür düzeyinde teşhis için *X. euvesicatoria* (Bs-XeF/Bs-XeR), *X. vesicatoria* (Bs-XvF/Bs-XvR), *X. gardneri* (Bs-XgF/Bs-XgR) ve *X. perforans* (Bs-XpF/Bs-XpR) primer çiftleri kullanılmıştır. Teste tabi tutulan 15 izolatın *X. vesicatoria* olduğu bildirilmiştir.

Areas ve ark. (2015) Brezilya'da yürüttükleri çalışmada biberde görülen ve verim kayıplarına neden olan önemli hastalıkların başında *Xanthomonas* spp.'nin neden olduğu bakteri lekesi hastalığı geldiğini, fakat hangi *Xanthomonas* türünün görüldüğüne dair bilgi olmadığını bildirmiştir. Brezilya'nın farklı biber üretilen bölgelerinden 59 adet *Xanthomonas* spp. izole edilmiştir. Yapılan biyokimyasal ve moleküler testleme sonucunda biberdeki bakteri lekesinin nedeninin *X. euvesicatoria* olduğu ve bu türün diğer türlere göre baskın olduğu ifade edilmiştir.

Şahin ve Küsek (2015) tarafından yürütülen çalışmada ise Gaziantep ve Kahramanmaraş illerinde yaprak leke hastalığı belirtisi gösteren bitkilerden izolasyonlar yapılmıştır. İzolatlar ile yapılan morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre klasik tanılama sonucunda 103 bakteri izolatının 100 tanesi *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* olarak belirlenmiştir.

Eryiğit (2016), tarafından yürütülen çalışmada ise domates ve biberden izole edilerek *Xanthomonas* cinsine dâhil olan izolatların biyokimyasal ve moleküler tanısı yapılmıştır. Ayrıca çalışmada, etmenin farklı biber ve domates çeşitlerindeki patojenisite ve simptomatolojik açıdan farklılıklarının incelenmesi ve bakıra karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Testlenen 10 *Xanthomonas* izolatının 8'i biyokimyasal ve moleküler testlere göre *X. euvesicatoria*, 2'si ise, biyokimyasal testlere göre *X. perforans* olarak tanımlanmıştır. Bu *Xanthomonas* türlerinin, yeni sınıflandırma ilkelerine göre, ülkemiz için ilk kayıt olduğu ifade edilmiştir. *X. euvesicatoria* ve *X. perforans* izolatlarının denenilen domates ve biber çeşitlerinin hepsine karşı duyarlı olduğu da yapılan çalışma ile ortaya koyulmuştur. Kimyasal mücadeleye yönelik yapılan çalışmada ise testlenen izolatlardan dördü 100 µg/ml konsantrasyondaki bakıra, 1'i ise 200 µg /ml bakıra dayanıklı bulunmuştur.

Araujo ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada ise Bakteriyel Yaprak Leke Hastalığı'nın Brezilya'daki dağılımını, görünme sıklığını ve çeşitliliğini belirlemek amacı ile ticari 22 adet domates işletim alanından ve 11 adet taze sebze satan marketlerden alınan örneklerden 204 adet izolat elde edilmiştir. Elde edilen izolatların tür ve ırk düzeyi belirlemek amacı ile farklı türlere özgü primer çiftleri ile tanılama yapılmıştır. Çalışmada *X. euvesicatoria* (Bs-XeF/Bs-XeR), *X. vesicatoria* (Bs-XvF/Bs-XvR), *X. gardneri* (Bs-XgF/Bs-XgR) ve *X. perforans* (Bs-XpF/Bs-XpR)'a özgü primer çiftleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre, Brezilya'da elde edilen izolatların %92'sinin *X. perforans* olduğu belirlenmiştir. Çoğunlukla 900 m'den yüksek rakımlı bölgelerde bulunan taze ürün satan marketlerden elde edilen 15 izolat (%7.5) ise *X. gardneri* olarak, bir izolat ise *X. euvesicatoria* olarak belirlenmiştir.

Vancheva ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada *X. euvesicatoria* (Bs-XeF/Bs-XeR), *X. vesicatoria* (Bs-XvF/Bs-XvR), *X. gardneri* (Bs-XgF/Bs-XgR) ve *X. perforans* (Bs-XpF/Bs-XpR)'a özgü primer çiftleri kullanılarak tanılama yapılmıştır. Bulgaristan ve Makedonya'nın farklı bölgelerinden elde edilen 161 *Xanthomonas* izolatının 131 izolatı *X. euvesicatoria*, 30 izolatı ise *X. vesicatoria* olarak belirlenmiştir.

Pecenka ve ark. (2020) tarafından geliştirilen PCR primer çifti ZnDoF/ZnDoR'ın *Xanthomonas euvesicatoria* türüne özgü teşhise olanak sağladığı ifade edilmiştir. Primer çifti, yaprak leke belirtisine benzeyen bitkilerden alınan tohumlar, yapay

inokulasyonun yapıldığı bitki örnekleri ve bakteriyel lekeye neden olan *Xanthomonas* (BSX) grubundan bakteriler de dâhil olmak üzere çeşitli bakteri izolatları üzerinde test edilmiştir. Ayrıca primerlerin duyarlılığı, standartlaştırılmış tohum numunesinin kullanılması hastalığın tespiti ve ayırt edilmesi açısından önemli olduğu belirtilmiştir.

2.2. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Tohum, Toprak ve Bitki Artıklarındaki Yaşam Süresinin Saptanması ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bashan ve ark. (1982) yürüttükleri çalışmada etmenin bitki artıklarında hastalıklı yapraklarda, tohumda ve toprakta yaşadığını belirtmişlerdir. Buğday, domates, domates fidesi, soya, hıyar, biber tohumu ve darı gibi çeşitli bitkilerde çalışmalar yürütülmüştür. Hastalıklı tohumdan elde edilen fidelerin %10-15'inde hastalık gözlemlendiğini diğer bitkilerin ise symptom göstermeden etmeni taşıdığı yapılan testler ile belirlenmiştir. Buğday, domates ve soyada bakterinin rizosfer bölgesinde bulunduğu tespit edilmiştir. Bulaşık tohumlarda etmenin 30. güne kadar domates bitkisinde ise 100. güne kadar yaşadığı belirtilmiştir.

Jones ve ark. (2004) domates ve biber bakteriyel leke hastalığı etmenleri *Xanthomonas vesicatoria* ve *X. euvesicatoria*'nın uzun mesafelere yayılmasında hastalıklı tohumların etkin rol oynadığı belirtilirken, Giovanardi ve ark. (2015) uygun nem, sıcaklık ve rüzgârın hastalığın epifitik popülasyonlarının bulunduğu alanlardan hastalığın bulunmadığı alanlara doğru yayılım sağlayacağını belirtmişlerdir. Özellikle rüzgâr ve yağışın etkisi ile etmenin 32 metre uzaklığa taşındığı ve bu alanlarda görülen hastalık şiddetinin % 100' lere ulaştığı ifade edilmiştir (Bernal ve ark.,1996).

Bitkilerde görülen hastalığın gelişimi ve bitkide meydana getirdiği zararda rol oynayan en önemli faktörler şüphesiz ki sıcaklık, nem, bitki yaşı, inokulum miktarı ve patojenin inokulasyon şeklidir (sprey, yara ve aşılama yöntemleri). Bu parametreler baz alınarak yapılan çalışma da farklı bağıl nem (%80, 85, 90, 95 ve 100) ve sıcaklık değerleri (20, 25, 28 ve 30 °C)'ne göre hastalık oranının değiştiği belirtilmiş olup, %100 bağıl nem altında 28 °C'de hastalık şiddeti %50.3 iken %80 bağıl nem ile 20 °C'de %13.2 olarak rapor edilmiştir. Bitki yaşı bakımından incelendiğinde ise bitki 25 günlük iken hastalık şiddeti %16 iken 55 günlük bitkilerde %65'tir. Ayrıca yaralardan giriş yapan hastalık etmeninin bitkide daha zarar verici olduğu belirlenmiştir (Shukla ve Gupta, 2005).

Xanthomonas spp. 'lar domates bitkisinin toprak üstü aksamında epifitik olarak yaşar ve uygun koşullarda latent enfeksiyonlara neden olabilir. Aynı zamanda yabancı otlar üzerinde de epifitik olarak yaşadığı da bildirilmiştir. Etmenin uzun süre bitki artıklarında yaşayabileceği ılıman iklim koşullarında yaklaşık iki yıl tropik ve subtropik bölgelerde sadece birkaç ay canlı kalabildiği ifade edilmiştir. Bitki artıkları ile birlikte toprakta kalabildiği ancak ayrışma gerçekleşirse birkaç gün içerisinde yok olacağı belirtilmiştir (Potnis ve ark., 2015).

Ayrıca bakterinin havada varlığı belirlenmiş olup, havanın etkisi ile yayılabildiği belirtilirken, bakterinin yapraklara stoma vasıtası ile meyvelere açılan yaralardan (sıyrık veya böcek emgi) giriş yapabildiği ve genç bitkileri enfekte edebileceği ifade edilmiştir. Genç bitkilerde simptom göstermeden epifitik olarak da çoğalabildiği belirtilmiştir (Anonim, 2019).

Simonton ve ark. (2021) farklı sulama stratejileri ile fide veya tohumda var olan hastalığın gelişimini incelemiştir. Çalışmada sağlıklı fidelerde belirlenen hastalık şiddetleri alttan sulama (%3.9), üstten sulama (%5.4) ve daldırma (%0.4) yöntemlerinde belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada fide nakil ve dikim işlemlerinin makine ya da elle yapılması ile hastalığın sağlıklı bitkilerde görülmesinin, yayılmasının engellenemediği belirlenmiştir. Daldırma yöntemi hastalığın sağlıklı bitkilere bulaşmasını diğer uygulamalara göre nisbeten azaltsa da fide dikim ve nakil işlemlerinin elle ya da makine ile yapılması bulaşmayı engelleyemediği belirtilmiştir.

Adana ve Osmaniye illerinden 12 farklı lokasyondan 37 izolatin elde edildiği çalışmada 29 biber tohum örneğinin 21'inin bakteri ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Hastalığın ticari biber üretimi yapılan alanlar için ciddi tehdit olduğu ve hastalığın kuru biber tohumlarında on yıl, toprak ve bitki artıklarında bir yıl canlılığını koruyabildiği ifade edilmiştir (Mirik ve Aysan, 2009). Bir başka çalışmada hastalığın tohum kaynaklı olduğu hem tohum üzerinde hem de tohum içerisinde var olduğu ifade edilmektedir. 1-2 yıl bitki artıklarında yaşamını devam ettirdiği bu nedenden dolayı en az 2 yıllık ürün rotasyonu uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Zitter, 2004).

2.3. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Mücadelesi İle İlgili Çalışmalar

Hastalığın farklı bölgelere taşınma nedenlerinden biride patojen bakteri ile bulaşık tohumdur. Bu sebeple hastalığın bulunduğu alanlardan tohum alınmamalı ve kullanılacak tohum ve fidenin hastalıksız olması gerekmektedir. Ayrıca hastalığın bulunduğu üretim alanlarında hastalığın konukçusu olmayan bitkiler ile 2-3 yıl ekim nöbetinin yanısıra bitkilerde dengeli gübreleme yapılmalıdır. Etmen toprak ve bitki artığında da yaşamını sürdürdüğü için üretim sezonunun sonunda bitki artıkları yok edilmelidir. Bitkiler ıslak olduğunda budama ve çapalama gibi kültürel uygulamalardan kaçınılmalıdır. Seralarda havalandırmaya özen gösterilmeli ve aşırı nem birikiminin önüne geçilmelidir (Anonim, 2008). Hastalığa dayanıklı çeşitlerin kullanılması tercih edilmelidir (Ritchie, 2000).

Ganeva ve ark. (2014) dayanıklı çeşit kullanımının *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* ile mücadelede kullanılabilecek entegre mücadele yöntemlerinden birini oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Bulgaristan'da *Xanthomonas vesicatoria*'nın 3 ırkına karşı dirençli domates hatları belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada 14 hat belirlenmiştir. Bu hatların 4'ü spesifik melezleme, 3'ü yerel orjinli ve 7'si yüksek verimlilik özelliklerine sahiptir. 5-6 yapraklı dönemde domates bitkilerine yapılan uygulama belirlenen skala sonucuna göre T1 ırkına yedi domates hattının, T2'ye bir domates hattının ve T3'e dört domates hattının dayanıklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Tek bir hat ise *Xanthomonas vesicatoria*'nın 3 ırkına da dayanıklılık göstermiştir. Dirençli olan domates hatların bu hastalığın görüldüğü yerlerde yetiştiricilikte kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Moss ve ark. (2007) tarafından yürütülen çalışmada *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* 75-3 hrpG, hrpX, hrpF ve hrpE1 mutantlarının püskürtüldüğü domates bitkisinde virulent bakteriyel leke hastalığının mücadelesi için hem sera hem tarla çalışmasında uygulanmıştır. Virulent patojen izolat uygulamalarının yapıldığı bitkilere 48 saat sonra hrp mutantı bakteri izolatları domates yaprakları üzerine sprey ile uygulama yapılmış, bu bitkiler üzerinde uygulamalardan 10 gün sonra hastalık şiddeti düzeyleri belirlenmiştir. Hastalık şiddetinde azalma dört mutant tarafından sağlanmış olup, en yüksek hastalık şiddetinde azalma 75-3 hrp (%58) mutantının uygulandığı bitkilerde gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda hrpX mutant (%40), hrpG (%21), hrpF

mutant (%30) ve hrpE1 mutant (%21) hastalık şiddetinde gözle görülür oranlarda azalmalara neden olmuşlardır.

Coqueiro ve Di Piero (2011) hastalığa dirençli çeşitlerin kullanılmasının büyük önem taşıdığını ifade etmiş ancak *Xanthomonas* türleri geniş genetik çeşitliliğe sahip olduğu için dayanıklılığa karşı direnç oluşturduğu belirtilmiştir. Son yıllarda bitki hastalıklarının mücadelesinde kimyasalların kullanımı artış göstermektedir. Bakır içerikli kimyasalların kullanımı hastalıkla mücadele sağlamaya yardımcı olsa da uygulanan miktara bağlı olarak bitki gelişimi, hastalığa karşı direnç oluşumu ve çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı hastalıkların mücadelesinde çevre dostu alternatifler uygulamalar ön plana çıkmakta ve bu uygulamalar önemini giderek arttırmaktadır.

Mirik ve Aysan (2005) yaptıkları çalışmada, turp (*Raphanus raphanistrum*), sarımsak (*Alium sativum*), nane (*Mentha piperita*), soğan (*Allium cepa*), marata (*Clematis marata*), zakkum (*Nerium oleander*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), okaliptüs (*okaliptüs sp.*), biber ağacı (*Schinus sp.*), menengiç ağacı (*Pistacia terebinthus*) ve çam ağacı (*Pinus sylvestris*) bitkilerinin *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*' ya karşı antibakteriyel özellikleri bakımından incelemiştir. Hem *in vivo* hem de *in vitro*'da yürütülen çalışmalarda iki farklı ekstrakt ve sterilizasyon yöntemi (otoklavlama ve filtrasyon) kullanılmıştır. Turp, nane, soğan, maratha, zakkum, biberiye, biber ağacı, menengiç ağacı ve çam ağacının sulu özleri bakterinin gelişimini engellemiştir. Sarımsak ve okaliptüs özleri, *in vitro* denemesinde antibakteriyel aktivite göstermiş ve *in vivo* çalışması yürütülmüştür. Yapılan tohum uygulamalarında, okaliptüs ekstraktının etkin olduğu gözlemlenmiştir. Domates ve biber fidelerinde sarımsak ve okaliptüs özleri hastalık şiddetini sırasıyla %77 ile %96 arasında azaltmıştır.

Stefanova ve ark. (2005) yabani kekik ve Fransız kekiği bitkilerinin antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi amacı ile yürüttükleri çalışmada *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, *Xanthomonas sp.*, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*, *Burkholderia glumae*, *Acidovorax avenae* ve *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* patojenleri kullanılmıştır. %1'lik hazırlanan ekstraktalarda tüm bakteri izolatları, yabani kekik için 14.3–28.0 mm ve

Fransız kekik için 14.3 – 25.6 mm arasında değişen inhibisyon zonları oluşturduğu ifade edilmiştir. *Xanthomonas vesicatoria* patojeni % 1'lik ekstraktlarda engelleme zonları yabani kekik ekstraktı için 19.9 mm iken Fransız kekiği için 20.2 mm olarak ölçüldüğü ifade edilmiştir.

Altundağ ve Asım (2011) tarafından yapılan çalışmada *Origanum minutiflorum*, *Sideritis erythrantha* subsp. *erythrantha*, *Satureja wiedemanniana*, *Salvia tchihatcheffii* ve *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Xanthomonas vesicatoria* 'ya karşı antibakteriyel özelliği belirlenmeye çalışılmıştır. Uçucu yağlar 4-43 mm arasında değişkenlik gösteren engelleme zonları oluşturmuştur. *O. minutiflorum*' un en düşük engelleme konsantrasyonu (MIC) değeri 200 µg/ml olup, hastalık şiddeti engelleme oranı %81.25 olarak belirlenmiştir.

Türkiye için endemik olan *Sideritis* bitki türlerinden hazırlanan ekstraktın *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* 'a karşı antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi çalışmasında, *Sideritis condensata* Boiss.&Heldr. (SC)'nin *Sideritis erythrantha* var. *erythrantha* Boiss.&Heldr (SE)'ye göre antibakteriyel etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *S. condensata*'nın %10'luk konsantrasyonunun *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* 'a karşı daha etkili olduğu belirtilmiştir (Basım ve ark., 2012).

Mbega ve ark. (2012) tarafından domateste *Xanthomonas perforans* 'ın mücadelesine yönelik yürütülen çalışmada 11 farklı uçucu yağın tohum uygulaması yapılarak hastalık mücadelesi, tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Biberiye, niaouli ve okaliptüs bitkilerinden %2'lik konsantrasyonlarından hazırlanan uçucu yağların tohum uygulamasının hastalığın gelişimini engellendiği belirlenmiştir. Okaliptüs ve biberiye uçucu yağlarının tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine olumsuz etki oluşturmadığı için bu yağların kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Dadaşoğlu ve ark. (2016) tarafından yürütülen çalışmada *Satureja* ve *Origanum* türlerinin hem uçucu yağlarının hem de ekstraktlarının *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* 'a karşı antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi çalışmasında bu bitkilerden elde edilen uçucu yağların oluşturduğu inhibisyon zonu 29-42 mm, aynı

bitkilerden hazırlanan ekstraktların ise 0-20 mm inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir.

Bagy ve Abo- Elyousr (2019) limonotu, oleum ve kekikten elde edilen uçucu yağlar ile *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın *in vitro* şartlarda antibakteriyel etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Yürütülen çalışmada 1:10 konsatrasyonunda hazırlanan uçucu yağların yüksek antibakteriyel etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. En yüksek engelleme zonunu sırasıyla kekik (3 cm), limonotu (2 cm) ve oleumun (0.8 cm) oluşturduğu ifade edilmiştir. Sera koşullarında domates fidelerine uygulanan uçucu yağların hastalık şiddetini sırasıyla kekik, oleum ve limonotunun azalttığını, inokulasyondan iki gün önce yapılan uygulamanın inokulasyondan iki gün sonra yapılan uygulamadan daha çok engellendiğini ifade etmişlerdir. Yapılan uygulamalarda bitkilerde oluşan fenolik bileşik içeriğinin limon otu ve ardından kekik yağının domates yapraklarının toplam fenolik içeriği de artırdığı ifade edilmiştir.

Klasik ve biyolojik mücadele olanaklarının bir arada kullanılması hastalığın şiddetini azaltmada etkili ve çevre dostu uygulamalar olduğu için tercih edilmektedir. En etkili mücadele yöntemini geliştirmek amacıyla denenen farklı uygulamalardan biri de biyolojik mücadele elemanı kullanımıdır. Buna yönelik yürütülen bir çalışmada bakteriyofaj izolatu KΦ1, iki *Bacillus subtilis* (AAac ve QST 713) izolatu, acibenzolar s Methyl (ASM), ticari mikrobiyal gübre, bakır bazlı bileşikler (bakır hidroksit ve bakır oksiklorür) mancozeb ile veya mancozeb olmadan kombinasyon halinde ve antibiyotikler (streptomisin sülfat ve kasugamisin) etkinlikleri açısından incelenmiştir. Farklı kombinasyon ve tedavi yöntemleri uygulanarak yürütülen çalışma sonucunda Bakır hidroksit, ASM ve bakteriyofajların entegrasyonu, hastalık yoğunluğunu %96-98 oranında azaltarak en etkili tedavi olduğu ve alternatif mücadele yöntemi olduğu belirtilmiştir (Sevic ve ark., 2019).

Hahm ve ark. (2012) tarafından yürütülen çalışmada Dokdo adasından izole edilen bitki büyümeyi düzenleyici kök bakteriler olan *Ochrobactrum lupini* KUDC1013, *Novosphingobium pentaromativorans* KUDC1065 ve *Paenibacillus polymyxa* E681 izolatlarının tek başına veya kombinasyonlar halinde kullanılarak yapılan saha denemelerinde potansiyel biyolojik mücadele ve bitki büyümesini teşvik edici etki kapasitesine sahip olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda sera

koşullarında yapılan çalışmada bakterileri ISR etkisi büyüme dönemlerine göre farklılık göstermiştir. KUDC1013 bakterisi 3 haftalık biber fidelerinde hastalık belirtilerini azaltmışken, KUDC1065 bakterisi 5 haftaya kadar biber bitkilerinde belirti oluşturmadığı ifade edilmiştir. Toplu olarak uygulama yapılan PGPR'ların bitki büyümesi üzerinde daha fazla etki gösterdiği, bitkilerin hem yaş ağırlıkları hemde kuru ağırlıklarını artırdığı belirtilmiştir.

Xanthomonas vesicatoria'nın neden olduğu domates bakteriyel leke hastalığına karşı bazı ticari bakteriyotoksik maddelerin antibakteriyel aktivitesi *in vitro* ve *in vivo* test edilen çalışmada Bio arc "*Bacillus megaterium* 2.5x10⁷ CFU/g" (kons. 1.5, 2.5 ve 3.5 g/L'de), sarımsak yağı (kons. 0.3, 0.5 ve 1.0 kons.), oksitetrasiklin (kons. 12.0, 12.5 ve 13.0 µg/ml) ve bakır oksiklorür (kons. 1.0, 1.5, 2.0 g/L'de) maddeleri kullanılmıştır. Farklı kombinasyonların uygulandığı çalışmada *X. vesicatoria*'nın *in vitro* çalışmalarında belirgin olarak bakteriyel gelişimin engellendiği belirtilmiştir. En yüksek engelleme zonu 6.87 mm (2.0 g/L'de) bakır oksiklorür, 4.70 mm (13.0 µg/ml), sarımsak yağı 3.90 mm (%1.0) ve Bio arc 2.83 mm (3.5 g/L) dozlarında olduğu ifade edilmiştir. Farklı uygulamaların yürütüldüğü çalışmada hastalığın %7,13 hastalık şiddetinin ise %1,9'lara kadar gerilediği tarla denemesinde hem hastalığın hem de hastalık şiddetinin kontrole oranla azaldığı belirlenmiştir. Domates veriminin önemli derecede arttığı uygulamalarda ayrıca bitkilerin toplam fenol içeriğini, peroksidaz, polifenoloksidaz ve kitinaz aktivitesini ve ayrıca C vitamini içeriğinin arttığı da görülmüştür (El-Fiki ve El-Habbak 2016).

X. axonopodis pv. *vesicatoria* hastalığının kimyasal mücadelesine yönelik *in vitro* ve sera şartlarında denenen çalışmada actigard ticari isimli fungusit ve bazı bakteriyel biyolojik mücadele elemanları domates ve biber bakteriyel leke hastalığına karşı denenmiştir. Actigard uygulamasının hastalığı önlemede etkili olmasına rağmen bitkilerde fitotoksik etki oluşturmuş ve bitkinin yaş ve kuru ağırlığında önemli azalmaya neden olmuştur. Ancak kullanılan biyolojik mücadele elemanlarının fitotoksik etkisi olmadığı ve hastalığı önemli derecede engellediği belirtilmiştir (Aktaş, 2015).

Mısır'da 2014 ve 2015 yılında yapılan çalışmada ise, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Pseudomonas putida* biyolojik mücadele elemanları ile bazı ticari fungusitlerle *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*'a karşı etkinlik çalışması

yapılmıştır. Biyolojik mücadele elemanları Biyoajanlar (10^8 cfu) ve Efdal Bakirox (Bakıroksiklorür) (300g/100 L), Roxil 50% (metalaxil 15% + bakır hidroksit 53.9%; 150 g/100 L), Tango 23% (bakır sülfat 8%+ sülfür 28%; 250ml / 100 L su) dozlarında 100, 250 ve 500 ppm olarak hazırlanmıştır. *In vitro* ve *in vivo* çalışması şeklinde yürütülen çalışmada *in vitro* denemesinde engelleme zonları belirlenmiştir. Biyolojik mücadele elemanları kimyasal maddelere oranla daha büyük engelleme zonları oluşturmuştur. *P. putida* (3.4 mm) daha etkili biyo ajan olurken *P. fluorescens* (2.9 mm) ve *B. subtilis* (1.9 mm) zon oluşturmuşlardır. Kimyasal maddelerde ise en düşük uygulama dozunda Efdal Bakirox 1.9 mm engelleme zonu oluştururken diğer kimyasallar patojenin gelişmesini engellemediği belirlenmiştir. *In vivo* çalışmalarda ise hastalık şiddeti en az sırası ile Roxil, Tango ve Eftal bakirox adlı kimyasal ürünlerde gözlemlenmiştir. Biyolojik mücadele elemanları ile yapılan uygulamalarda kimyasal maddelere oranla daha az engelleme gözlemlense de kontrole oranla oldukça düşük oranda hastalık şiddeti belirlendiği ifade edilmiştir (Hassan ve Zyton, 2017).

Avustralya'da bakteriyel yaprak lekesine neden olan *Xanthomonas* türlerinin dağılımına yönelik yapılan çalışmada 44 *Xanthomonas* izolatının patojenitesi, ırkı ve bakıra dayanıklılığı belirlenmiştir. Bütün izolatlar 1.5 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ düzeyde gelişmez iken 0.5 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'da gelişme gözlenmiştir. Test edilen *Xanthomonas* izolatlarının yüksek bakır toleransına sahip olduğu belirlenmiştir. 13 izolat kontrolle aynı oranda gelişme gösterirken, *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria* ve *X. perforans* strainleri sırasıyla 2 mM, 1.5 mM ve 1.5 mM değerlerinde yüksek bakır dayanıklılığı göstermiştir (Roach ve ark., 2020).

Abdurrahman ve ark. (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise *X. campestris* pv. *vesicatoria* 'a karşı çeşitli mücadele yöntemlerinin karşılaştırılmasına dayalı kekik ve okaliptüs bitkilerinde elde edilen ekstraktlar, *Pseudomonas fluorescens* L18, *Bacillus subtilis* K3, streptomycin ve bakır sülfat içerikli kimyasal maddeler *in vitro* ve *in vivo* şartlar altında denenmiştir. İki farklı konsantrasyonlarda kullanılan ekstraktlar okaliptüs ekstraktı kekik ekstraktına göre daha iyi sonuç vermiştir. Petri denemelerinde ekstraktların oluşturduğu engelleme zonları sırasıyla 11.3 mm ve 6.9 mm olurken bitkilerde oluşturduğu hastalık şiddeti ise %40.7 ve %35.6 olarak belirlenmiştir. *Pseudomonas fluorescens* L18 *Bacillus subtilis* K3'e oranla hastalık şiddetini azaltmada

daha etkin olduğu bitkide görülen hastalık belirtilerindeki (hastalık şiddeti) azalma oranlarının sırasıyla %29.3 ve %18.2 olduğu bulunmuştur. Antibiyotik ve bakır sülfat uygulamalarının hastalık şiddetini azaltmada daha etkin olduğu petri denemelerinde oluşturdukları engelleme zonlarının sırasıyla 22.5 mm ve 38.1 ve bitkilerde oluşturduğu hastalık şiddetini azaltma oranları ise sırasıyla %83.5 ve %87 olarak belirlendiği ifade edilmiştir.

Son yıllarda bitki patojenlerine karşı kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek farklı mücadele yöntemleri kullanılmaya başlanılmıştır. Bu yöntemlerde yer alan bitki gelişimini teşvik eden bakteriler, endofit funguslar, endofit ve epifit bakteriler; (1) bitkinin daha iyi besin almasını sağlamaktadırlar, (2) bitkide bulunan hormonal yapıyı aktive ederek daha iyi gelişme ve yüksek verim elde etmeyi sağlamaktadırlar (3) biyolojik savaş elemanı (antagonist) olarak kullanılmaktadırlar (Altın ve Bora, 2005). Biyolojik mücadele elemanları hastalıklardan korumanın yanında bitkiler üzerinde büyümeyi teşvik edici özelliğe sahiptir. Özellikle *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Agrobacterium* cinslerinden gelen izolatlar toprak ve bitki ile ilişkili mikroorganizmalar olarak biyolojik mücadelede en önemli role sahip olduğu belirtilmiştir (Fira ve ark., 2018).

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*'ya karşı domates bitkisinde yürütülen çalışmada domates bitkilerinin kök ve yapraklarından izole edilen toplam 73 adet bakteri izolatı *in vitro*'da etmene karşı etkileri denenmiş ve 15 adet bakteriyel izolat 0.5-3 cm arasında değişen inhibisyon zonu oluşturmuştur. *In vivo* çalışmalar için ise seçilen 23 izolattan 7 tanesinin hastalık şiddetini %77-97.3 oranında azalttığı belirtilmiştir (Oldaç ve ark., 2002).

El-Hendawy ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, Mısır'da açık alanda yetiştirilen enfekte domates fidelerinden *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* izole edilmiştir. *Rahnella aquatilis*'in iki antagonistik izolatı ile patojen uygulamadan önce domates fidelerinin yaprak, kök, tohum ve toprak uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamanın bitkide oluşacak hastalık şiddetini ve stresini azalttığı ifade edilmiştir. Ayrıca yaprak uygulamasının hastalığı azaltmada en etkili yöntem olduğu, tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlık oranını artırdığı ve bakteriyel tohum uygulamasının hastalığın oluşmasına fırsat vermeden daha erken koruma sağladığı ifade edilmiştir.

Byrne ve ark. (2005) Kuzey Amerika'da domates bitkisinde *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* ve *Xanthomonas vesicatoria*'ya karşı domates bitkisinin yapraklarından 50 adet potansiyel biyolojik mücadele elemanı elde etmişlerdir. Yapılan çalışmalar neticesinde 8 adet potansiyel biyolojik mücadele elemanı belirlenmiş ve tarla denemesi yürütülmüştür. Bunlar *Cellulomonas turbata* BT1, *Stenotrophomonas maltophilia* BT2, *Erwinia herbicola* (*Pantoea agglomerans*) B2, *Comamonas acidovorans* B11, *Clavibacter michiganensis* B26, *Bacillus thuringiensis* B36, *Pseudomonas mendocina* B41 ve *Pseudomonas putida* B56'dır. Birkaç lokasyonda yürütülen tarla çalışmaları sonucunda en yüksek ortalama hastalık şiddetini azaltan *P. syringae* Cit7 [%28.9 (SDD11.6)] ve *Pseudomonas putida* B56 [%23.1 (SDD7.4)] olduğu belirtilmiştir.

Abbasi ve Weselowski (2005) tarafından yürütülen çalışmada bakır hidroksit ile *Bacillus subtilis* QST 713'ün ıslatılabilir toz formülasyonunun (Serenade MAX veya QRD 141) ve sulu süspansiyonunun (Serenade ASO veya QRD 145) yaprak sprelerinin tek başına ya da kombineli olarak kullanılarak 2007-2010 yılları arasında bakteriyel yaprak leke hastalığının etkinliği üzerine çalışmalar yapılmıştır. 2007-2010 yılları arasında hastalık şiddetinin %55.2 -%18.7 arasında değişen değerlerde azaldığı belirlenmiştir. 2009 ve 2010 yıllarında ilk iki seneye oranla daha az hastalığın şiddetinin daha az görüldüğü ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü yıllarda enfekteli meyve yüzdesi %12 azaldığı belirlenmiştir.

Kang ve ark. (2007) tarafından yürütülen Kore'nin Chungcheong ve Gyeongsang illerinde yetiştiricilik yapılan biber alanlarında 150 adet bakteri izolattan 23 adet endofitik izolat seçilmiştir. PGPR'ların bazılarının bitki dokularına girebildiği ve endofitik popülasyonlar oluşturabildiği belirterek bu özelliklerin biber fidelerinin büyümesini teşvik etme ve biber bitkilerini bakteriyel bir patojene karşı koruma kapasitesine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada yer verilen 23 izolatın fenotipik karakterizasyon ve kısmi 16S rDNA dizi analizi ile izolatlar, *Ochrobacterium*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Janthinobacterium*, *Ralstonia*, *Arthrobacter*, *Clavibacter*, *Sporosarcina*, *Acidovorax* ve *Brevundimonas* türlerine ait olduğu belirtilmiştir. Baskın türlerden temsili olarak seçilen *Pseudomonas rhodesiae* ve *Pantoea ananatis* ile biyoetkinlik çalışmaları yürütülmüştür. Bakteri izolatlarının

bitkide sistemik dayanıklılığı artırdığını ve biber bitkisinin kök yaş ağırlıklarını %73.9 ve %41.5 oranında artırdığı ifade edilmiştir.

Xanthomonas axonopodis pv. *vesicatoria* 'nın biyolojik mücadelesine yönelik yapılan çalışmada sera ve tarla şartlarında yetiştirilen biber bitkisinin kök rizosfer bölgesindeki toprak örneklerinden izole edilen 3 *Bacillus* izolatı kullanılmıştır. Tek ve kombinasyonlu olarak kullanılan *Bacillus* türleri ile yürütülen çalışmada hastalık gelişimi %11-62 ve %38-67 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca tarla denemelerinde gövde çapı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve verim sırasıyla %7-20, %7-17, %4.5-23.5, % 16.5-38.5 ve % 11-33 oranında artırdığı ifade edilmiştir (Mirik ve ark., 2008).

Chien ve Huang (2020) yaptıkları çalışmada son yıllarda fungal ve bakteriyel biyolojik mücadele elemanı beraber kullanıldığı çalışmaların az olduğunu belirterek yapmış oldukları çalışmada *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Trichoderma asperellum* 'un tekli ve kombineli uygulamalar ile hem *Xanthomonas perforans* ' ın neden olduğu yaprak leke hastalığı karşı etkisini hem de domates bitkisinin besin içeriğinde oluşturduğu olumlu etkileri belirlemeye çalışmışlardır. Domates bitkisine spreya ya da bitkinin yetiştirildiği toprağa ilave edilerek yapılan uygulamalar sonucunda domates bitkisinin P, K ve Mg içeriklerini önemli ölçüde değiştirdiğini, hastalık şiddetinin %25.6-56.0 ve hastalık ilerleme eğrisi %33.9-57.2 oranında önemli ölçüde azalttığı ifade edilmiştir. Her iki uygulamanın kontrol grubuna göre daha iyi sonuç verdiği ama spreya uygulamasının daha iyi olduğu belirtilmiştir.

X. vesicatoria'ya karşı biyolojik mücadele kapsamında domates rizosfer bölgesinden elde edilen iki adet *Bacillus velezensis* (VMA11p ve VM05) ve bir adet *Pseudomonas soli* (VMAp1) izolat ile sera çalışmaları yürütülmüştür. Toprağa sulama suyu ve spreya şeklinde yapılan uygulamalar sonucunda hastalık şiddeti her uygulamada azaldığı belirtilmiştir. Toprağa sulama yoluyla uygulanan VMA11p ve VMAp1'in bakteriyel süspansiyonları, bakteriyel leke şiddetini %53.9 ve %44.2 oranında azalttığı belirtilirken, VMA11p, VM05 veya VMAp1 izolatları hastalık şiddetini %98.5, %94.2 ve %75.2 oranlarında azaltmıştır. Yapraca spreya uygulamasının daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmesinin yanı sıra domates bitki gelişimine katkı sağladığı ifade edilmiştir (Felipe ve ark., 2021).

Son yıllarda biyolojik mücadele adı altında kök bölgesinden izole edilen PGPR'ların yanı sıra bitkilerin kökboğazı, gövde, yaprak, çiçek ve meyve gibi farklı organlarının içsel ve yüzeysel bölgelerinden izole edilmiş endofitik ve epifitik bakteri izolatları kullanılmaktadır. Endofit bakterilerin (EB) sahip olduğu farklı etki mekanizmaları sayesinde bitkinin gelişimine olumlu yönde etki yaptığı söylenebilmektedir. Bitkinin olumsuz koşullarda dayanıklılığını teşvik etmek, azot fiksasyonunda rol oynamak, bitki büyüme düzenleyiciler sayesinde bitki fizyolojisine olumlu etkiler yapmaktadırlar (Sülü ve ark., 2016).

Xanthomonas euvesicatoria'ya karşı domates ve biber bitkileri üzerinde yapılan çalışmada endofit *Ochrobactrum* sp. CB36/1, *Pantoea agglomerans* CC37/2, *Bacillus thuringiensis* CA41/1 ve *Pseudomonas fluorescens* CC44 izolatları kullanılmıştır. Patojen uygulamasının yapraklara endofit bakteri uygulamasının köke yapıldığı çalışmada değerlendirme hastalık şiddetinin ve bitki gelişim parametrelerine göre belirlenmiştir. Endofit bakterilerin etkisi yapılan kombinasyonlara göre değişiklik göstermiştir. Hiçbir bakteri *in-vitro*'da patojene karşı etkinlik göstermez iken *Ochrobactrum* sp. CB36/1 domateste hastalık şiddetini %37 oranında engellemiş, fakat biberde bu etki gözlenmemiştir. Domates ve özellikle biberde hastalık baskısı altında EB' ler kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlıklarını %28 ile %128 oranında arttırmıştır. Bu sebeble EB'lerin tarımda kullanılabilir olduğu belirlenmiştir (Akköprü ve ark., 2018).

Chandrasekaran ve Chul Chun (2016) domates bitkisinde *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*'ya karşı *Bacillus subtilis* CBR05 uygulamasının bitkide var olan savunma ile ilgili enzimlerin tepkisini belirlemek ve bu savunma mekanizmasının hastalık şiddetinin belirlenmesinde nasıl rol aldığını belirlemek amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Hastalık uygulamasının yapılmasına paralel olarak domates yapraklarında bulunan antioksidan enzimlerinin (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve polifenol oksidaz (PPO)) aktivitelerini ve malondialdehit (MDA) içeriğinin *Bacillus subtilis* CBR05 uygulaması ile artış gösterdiğini ve hastalık şiddetinin de azaldığı ifade edilmiştir.

Endofit funguslar bitki büyümesinde önemli rol oynayan potansiyel antimikrobiyal biyolojik mücadele elemanlarıdır. Otuz sekiz farklı endofitik fungus izolatlarının izole edilerek yürütülen çalışmada endofit fungusların antibakteriyel özellikleri belirlenmiştir.

Üç izolatta, sırasıyla *Diaporthe phaseolorum* (USt1), *Aspergillus fumigatus* (USt2) ve *Aspergillus versicolor* (USt3) olarak tanımlanan güçlü antibakteriyel aktivite göstermiştir. Yapılan gaz kromatografisi-kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. *A. fumigatus*'ta otuz sekiz bileşik, *D. phaseolorum*'da otuz altı bileşik ve *A. versicolor*'da kırk iki bileşik belirlenmiştir. Her üç fungusda da asetol, heksanoik asit ve asetik asit en yaygın bileşikler olarak bulunmuştur. *A. fumigatus*'ta heksanoik asit (%39.52), asetik asit (%8.95) ve asetol (%8.10) belirlenmiştir. Bununla birlikte, *D. phaseolorum* özütü esas olarak heksanoik asit (%42.35), asetik asit (%11.89) ve asetol (%9.52) içerirken, *A. versicolor* heksanoik asit (%34.44), asetik asit (%13.44) ve asetol (%10.61) içermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, üç aktif endofitik izolatin, yeni biyoaktif bileşiklerin tanımlanması ve domates ve biber bakteriyel leke hastalığının biyolojik mücadelesinde temel oluşturacağını göstermektedir (Rasid, 2021).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tokat ili Merkez, Erbaa, Turhal ve Pazar ilçelerinde biber üretim alanlarındaki hastalıklı biber bitkilerinden elde edilen *Xanthomonas euvesicatoria* izolatları oluşturmaktadır.

Çalışmalarda pozitif kontrol olarak 2015 yılında tarafımızca yürütülen ön çalışmalarda izole edilen, biyokimyasal testler ve moleküler analizlere (PCR) göre *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü stok kültüründe yer alan *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* kullanılmıştır. Ayrıca PCR test çalışmalarında pozitif kontrol olarak Ziraat Yüksek Mühendisi Serhat KARA tarafından temin edilen *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas gardneri* referans izolatları kullanılmıştır.

İzolasyon işlemlerinde ve rifampicin antibiyotiğine dayanıklı izolat hazırlamada King B (King ve ark., 1954) besi yeri, bakteri izolatlarından hazırlanan süspansiyonlarda Nutrient Broth (NB), epidemiyoloji çalışmalarında Nutrient Broth Yeast Extract (NBY) besi yerleri kullanılmıştır. Besi yerlerinin içerikleri EK-1’de verilmiştir.

Etmenin patojenite ve virülenslik testlerinde, tohumdaki yaşam süresini belirleme çalışmalarında *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* 'ya aşırı duyarlı olduğu bilinen İstek F1 biber çeşidi kullanılmıştır.

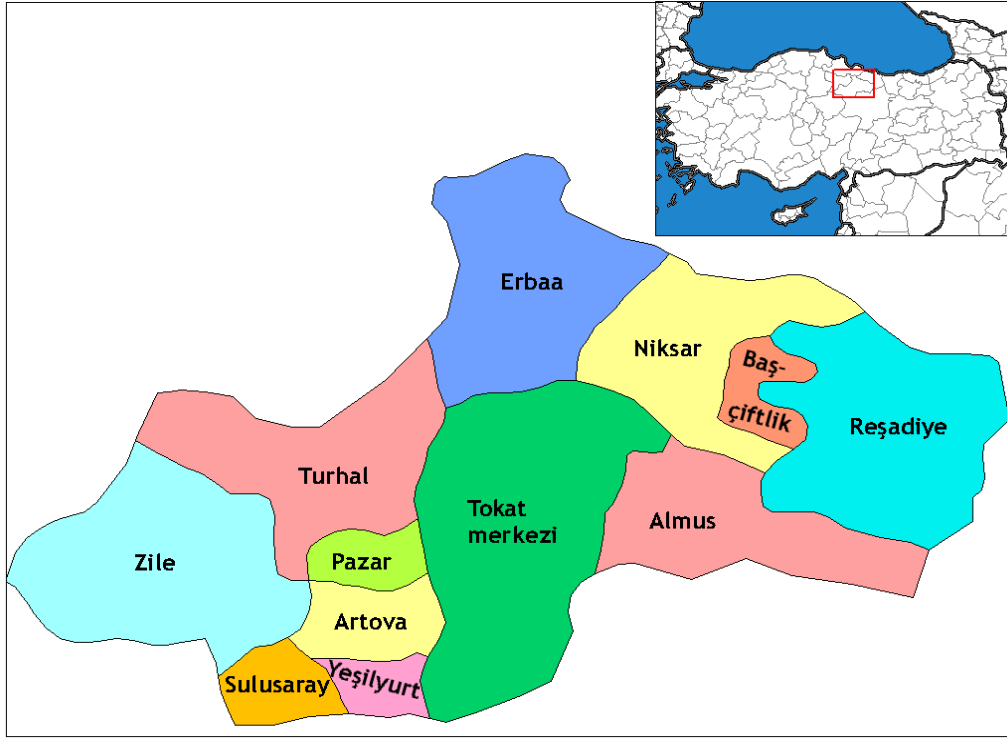
PCR tanı testi için BIO-RAD thermal cycle cihazı ve MyTaq™ Red Mix – Bioline markalı mix karışımı kullanılmıştır.

Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatların elde etme çalışmalarında Nutrient Agar (NA), NBRIP-BPB (National Botanical Research Institute's phosphate growth medium), Jensen's Besi Yeri ve Nutrient Broth kullanılmıştır. Besi yerlerinin içerikleri EK-1’de verilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sürvey çalışmaları

Tokat ili Merkez, Almus, Başçiftlik, Yeşilyurt, Erbaa, Niksar, Reşadiye, Turhal, Zile, Pazar, Artova ve Sulusaray olmak üzere on bir ilçeden oluşmaktadır (Şekil 3.1). En çok biber yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçeler Merkez, Erbaa, Turhal ve Pazar ilçeleridir. Biber ve domates bakteriyel yaprak leke hastalığının bölge ve tarlada bulunma oranlarının belirlenmesi için 2016 ve 2017 yıllarında Haziran–Ağustos aylarında Tokat ili Merkez, Erbaa, Turhal ve Pazar ilçelerinde biber üretim alanlarında Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nden alınan veriler doğrultusunda sürveyler güdümlü örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Örnekleme alanı, ilçe bazında mevcut ekiliş alanının %0.2’si olacak şekilde belirlenmiştir. Örnekleme alanlarında 1 dekara kadar olan üretim alanlarında 250 m², 1-3 da arası üretim alanlarında 500 m², 3-5 da arası üretim alanlarında 1000 m², 5-7 da üretim alanlarında 1500 m², 7-10 da arası üretim alanlarında ise 2000 m² alan incelenmiştir. İncelenen alanda tesadüfi olarak seçilen 100 adet bitki incelenerek hastalık belirtisi gösterip göstermediği kaydedilmiş ve elde edilen verilerle hastalığın bulunma oranı hesaplanmıştır (Bora ve Karaca, 1970). Çizelge 3.1’de 2016 ve 2017 yıllarında Tokat ilinde Tokat Merkez Erbaa, Pazar ve Turhal ilçelerinde yapılan sürvey alanları Çizelge 3.1’ de verilmiştir.



Şekil 3.1. Tokat il merkez ve ilçeleri (Anonim, 2020)

Çizelge 3.1. Tokat ilinde 2016-2017 yılında survey yapılan ilçelere bağlı mahallele

Tokat/ Merkez	Erbaa	Pazar	Turhal
Güryıldız	Değirmenli	Üzümlören	Kalaycık
Kat	Kızılçubuk	Ovayurt	Kazova
Çöreğibüyük	Tosunlar		Necip
Ulaş	Yukarıçandır		
Döllük	Aşağıçandır		
Kızılköy	Yolkonak		
Büyükbağlar	Çevresu		
Dökmetepe			
Gümenek			

3.2.2. Biber bakteriyel leke hastalık etmeninin izolasyonu

Surveylerde biber üretim alanlarında biber bakteriyel yaprak lekesi hastalığı simptomsu gösteren bitkilerden yaprak ve meyve örnekleri alınmıştır. Örnekler kese kağıdının içerisine koyularak polietilen torba içerisinde laboratuvara getirilmiş ve örneklerden izolasyon yapılmıştır. Yaprak ve meyve örneklerinin hastalıklı ve sağlıklı kısmı içeren bölgelerden alınan 2-3 mm büyüklüğündeki parçalar %70'lik etil alkol ile yüzey

dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Sterilize edilen parçalar steril porselan havan içerisinde fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile ezilmiştir. Bir öze dolusu süspansiyon King B besi yeri içeren petrilere çizgi ekim ile çizilmiş ve petriler 25 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca petrilerde gelişen koloniler incelenerek, sarı renkli koloni morfolojisine sahip olanlar saflaştırılmıştır (Şekil 3.2). Saflaştırılan izolatlar daha sonra kullanılmak üzere Nutrient broth ve gliserolden (%40'luk) oluşan ortamlarda -20 °C'de buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 3.2. Bakteriyel yaprak leke etmenin izolasyon aşamaları a) Hastalıklı bitki örnekleri b) Hastalıklı bitkilerden örnek alma işlemi c) Havanda ezme ve salina buffer bekletme aşaması d) Hastalık etmeninin bulunduğu süspansiyonların besi yerine çizimi

3.2.3. Gram reaksiyon testi

Gram reaksiyon testinde taze hazırlanmış %3'lük Potasyum Hidroksit solüsyonu kullanılmıştır. Lam üzerine hazırlanan solüsyondan bir damla damlatılmış ve 48 saatlik bölge izolatları ve referans izolat bir plastik öze ile alınarak solüsyonla karıştırılmıştır. Öze yukarı doğru kaldırıldığında lam üzerinde viskoz, yapışkanimsi bir uzamanın oluşması ile sonuç Gram negatif (-) olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalarda Gram (+) olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* kültür izolatı ve Gram (-) olan *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* (SB-2c (r)) referans izolatı kullanılmıştır.

3.2.4. Tütünde aşırı duyarlılık testi

Tütünde aşırı duyarlılık testinde tütün (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun) bitkisi kullanılmıştır. Tütün bitkisi yaprağının alt yüzeyine damar aralarına 48 saat geliştirilmiş bölge izolatlarından hazırlanan 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu bir enjektör yardımı ile enjekte edilmiştir. Bir gün sonra inokule edilen alanlarda oluşan nekrotik görünüm pozitif olarak kabul edilmiştir (Klement ve Goodman, 1967).

3.2.5. Patojenite ve virulenslik testleri

Patojenite testinde İstek F1 çeşidi biber fidesi kullanılmıştır. Tokat ilinden toplanan örneklerden izole edilen izolatlar ve referans izolat King B besi yerine çizilerek 48 saat geliştirilmiştir. İzolatlardan hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nm'de 0.2 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar biber bitkisinde yaprak altlarına bir el pülverizatörü ile püskürtülmüştür (Şekil 3.3). Pozitif kontrol SB-2c (r) izolatı, negatif kontrol olarak ise saf su kullanılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İnokulasyondan sonra bitkiler bir gün boyunca nem çemberine alınmıştır (Şekil 3.4). 21 gün sonra bitkilerde simptom gelişimleri gözlenerek değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 3.3. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının biber bitkisine püskürtme şeklinde inokulasyonu



Şekil 3.4. Patojenite uygulaması sonrası nem çemberine alınan inokule edilmiş biber bitkileri

Bitkilerdeki hastalık gelişimi 0-5 skalasına göre yapılmıştır. Bitki sağlıklı yapraklarda leke belirtisi gözlemlenmemiş ise 0 skala değeri verilmiştir. Skala değeri yapraklarda oluşan nekrotik lekelerle değerlendirilmiştir. Yapraklar üzerinde oluşan birkaç nekrotik leke oluşumuna 1 skala değeri verilmiştir. Yapraklar üzerinde oluşan birleşmiş birçok leke skala 2, şiddetli hastalık belirtilerinin gözlenmesi skala 3, bitkinin bütününe bakılarak ölü yaprakların veya yaprak dökümünün oluşması skala 4 ve bitki ölümü gerçekleşmesi durumunda skala 5 olarak değerlendirmeler yapılmıştır (Mirik,

2005). Buna göre virölenslik testi yapılmış olup, etmenin virölenslik seviyesi belirlenmiştir.

Re-izolasyon için elde edilen yaprak örnekleri laboratuara getirilerek %70'lik alkol ile yüzeyden sterilize edilmiştir. Parçalar steril havanda fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile homojenize edilmiştir. Bir öze dolusu süspansiyon, King B besi yeri içeren petrilere çizgi ekim ile çizilmiş ve 25 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra bakteri kolonileri saflaştırılmıştır. Re-izolasyonlar sonucu elde edilen bölgesel olarak temsili seçilen 69 adet re-izolat ile morfolojik, biyokimyasal ve moleküler (PCR) tanı testleri yapılmıştır.

3.2.6. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın morfolojik ve biyokimyasal tanı testleri

Yeast dextrose kalsiyum karbonat agar besi yerinde gelişim

YDC besi yerine çizilen biber bakteriyel leke izolatları 48 saat 25 °C'de inkübe edildikten sonra sarı renkli koloni gelişimine göre değerlendirilmiştir (Lellito ve Stead, 1987). Pozitif kontrol olarak *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatı kullanılmıştır.

Nutrient agar besi yerinde gelişim

NA besi yerine çizilen biber bakteriyel leke izolatları 48 saat 25 °C'de inkübe edildikten sonra koloniler açık sarı renk gelişimi gösterenler değerlendirilmiştir (Schaad, 2001). Pozitif kontrol olarak *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatı kullanılmıştır.

Tween B besi yerinde gelişim

Tween B besi yerine biber bakteriyel leke izolatları 25 °C'de 7-14 gün inkübe edildikten sonra koloniler dairesel tümsek beyaz kristalize bir alanla çevrili sarı koloni gösterenler değerlendirilmiştir (McGuire ve Jones, 1986). Pozitif kontrol olarak *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatı kullanılmıştır.

CKTM besi yerinde gelişim

Besi yerine çizilen biber bakteriyel leke izolatları 25 °C'de 7-14 gün inkübe edildikten sonra dairesel tümsek çevresinde temiz bir hale bulunan sarı koloni gelişimine göre değerlendirilmiştir (Sijam ve ark., 1991; Sijam ve ark., 1992). Pozitif kontrol olarak

Xanthomonas axanopodis pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatu kullanılmıştır.

Oksidaz testi

Oksidaz testinde %1'lik N;N;N;N'-Tetramethyl-1.4 phenylene diammonium diclorid kullanılmıştır. Steril filtre kâğıdına damlatılan eriyik üzerine 48 saatlik bölge izolatları ve referans izolat platin öze ile ıslak kurutma kâğıdına çizilmiştir. 10 saniye içinde oluşan koyu mor renk pozitif (+) olarak değerlendirilmiştir (Kovacs, 1956). Pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* izolatu kullanılmıştır.

Katalaz testi

Katalaz testinde %3'lük hidrojen peroksit kullanılmıştır. King B besiyeri bulunan petrilere bölge izolatları zig zag şeklinde çizilmiştir. Petriler 25 °C'de 48 saat tutulduktan sonra üzerlerine 1 ml %3'lük hidrojen peroksit dökülmüştür. Birkaç saniye içinde oluşan oksijen kabarcıkları pozitif olarak değerlendirilmiştir (Lelliot ve Stead, 1987). Pozitif kontrol olarak *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatu kullanılmıştır.

Levan oluşumu

Nutrient Agar ortamına %5 oranında Sakkaroz eklenerek hazırlanan SNA besiyeri üzerine çizilen izolatlar 25 °C'de 3-4 gün inkübe edilmiştir. Kalın, beyaz, konveks, mukoid koloniler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Lelliot ve Stead, 1987). Pozitif kontrol olarak *Erwinia amylovora* kültür izolatu kullanılmıştır.

Pektolitik aktivite

Yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra kabuğu soyulmuş patates enine halkalar şeklinde kesilip, petri kabında nemli kurutma kâğıdının üzerine yerleştirilmiş ve King B besiyerinde 27 °C'de 48-72 saat gelişen koloniler bir öze yardımı ile alınarak patatesin yüzeyine yayılmıştır. 27 °C'de ve 3-4 günlük inkubasyondan sonra patatesin yüzeyinde yumuşama ve doku çökmesi oluşturan koloniler pektolitik aktivite açısından pozitif (Schaad ve ark., 2001), herhangi bir değişimin görülmediği koloniler ise negatif olarak değerlendirilmiştir. Pozitif kontrol olarak stok kültürde bulunan *Pectobacterium* spp. (MÇ-14 (r)) izolatu kullanılmıştır.

Nişastanın hidrolizasyonu

Yüzde iki oranında eriyebilir patates nişastası içeren Nutrient Agar (NA) besi yerine 27 °C’de 48-72 saat inkübe edilen izolatlar geliştirilmiştir. Gelişen kültürler üzerine lugol eriğı (1g iyot ve 2g KI, 300 ml distile suda eritilmiştir) dökülmüştür. Amilolitik özellik gösteren yani nişastayı hidrolize edebilen bakteri kolonileri; bu eriğın dökülmesiyle koloniler etrafında boyanmamış, berrak alanın bulunmasıyla nişastayı hidroliz ettiğı belirlenmiştir (Lelliot ve Stead, 1987). Pozitif kontrol olarak *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* olarak tanılanan SB-2c (r) referans izolatı kullanılmıştır.

3.3. *Xanthomonas euvesicatoria* İzolatlarının Moleküler Tanı (PCR) Testi

2016 ve 2017 yıllarında biber bitkilerinden elde edilen re-izolatlar patojenite, biyokimyasal testlere göre değerdendirmeler yapılarak kesin tanı için PCR çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak RST65-RST69 primer çifti (Obradovic ve ark., 2004) kullanılarak *Xanthomonas* spp.’nın cins düzeyinde tanılması yapılmıştır. Daha sonra *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*’a spesifik olan XCVF-XCVR primer çifti (Park ve ark., 2009) kullanılarak re-izolatların tanısı yapılmıştır. Her bir uygulama 2 tekrarlı olarak yapılmıştır.

PCR işleminde, ilk önce izolatlar liziz işlemine (88 ml dH₂O, 2 ml Triton, 0.25 gr NaN₃, 10 ml Tris 100 ml için) tabi tutulmuştur. Her bir örnek için 1 ml alınarak ependorf tüplerine eklenmiş ve üzerine bir öze dolusu bakteri ilave edilerek vortekslenmiş ve 95 °C’de 10 dk bekletilmiştir.

İlk primer çifti RST65 (5’GTCGTCGTTACGGCAAGGTGGTCG3’) ve RST69 (5’TCGCCCAGCGTCATCAGGCCATC3’) baz dizilimleri kullanılarak yapılan PCR çalışmasında *hrpB7* gen bölgesini çoğaltan spesifik (Khanal ve ark., 2021) primer çiftinin 420 bp büyüklüğündeki bant oluşumu pozitif olarak değerdendirilmiştir. PCR ürünleri %1.5’ lik agarose jel üzerinde görüntülenmiştir. Kullanılan protokol Çizelge 3.3’te belirtilmiştir.

Testlenen ikinci primer çifti XCVF (5’AGAAGCAGTCCTTGAAGGCA3’) ve XCVR (5’AATGACCTCGCCAGTTGAGT3’) baz dizilimleri kullanılarak yapılan PCR çalışmasında *rhsA* gen bölgesini çoğaltan (Park ve ark., 2009) primer çiftinin 517 bp büyüklüğündeki bant oluşturması pozitif olarak değerdendirilmiştir. PCR ürünleri %1’lik

agarose jel üzerinde belirlenmiştir. PCR çalışması için hazırlanan reaksiyon karışım içeriği ve miktarları Çizelge 3.2 ve kullanılan protokol Çizelge 3.4 'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. PCR reaksiyon karışım içeriği

Reaksiyon Karışımının İçeriği Miktarı	(µl)
ddH ₂ O	18.5
Buffer	2.5
dNTP	0.2
MgCl ₂	2.0
Primer I	0.5
Primer II	0.5
Taq polimeraz	0.3
g-DNA	1.0
Toplam	25

Çizelge 3.3. RST65-RST69 primer çifti (Obradovic ve ark., 2004) için uygulanan protokol

Program Adımları	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Döngü Sayısı
İlk denatürasyon	95	5 dk	1
Denatürasyon	95	45 s	
Primer Bağlanması	60	30 s	35
Uzama	72	45 s	
Son Uzama	72	10	
Bekleme	4	Süresiz	

Çizelge 3.4. XCVF-XCVR primer çifti (Park ve ark., 2009) için uygulanan protokol

Program Adımları	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü Sayısı
İlk denatürasyon	94	5dk	1
Denatürasyon	94	60 s	
Primer Bağlanması	58	3s	25
Uzama	72	60 s	
Son Uzama	72	10 dk	1
Bekleme	4	Süresiz	

Çalışmada elde edilen *Xanthomonas* spp. olarak belirlediğimiz re-izolatların grup ayrımlarını belirlemek amacı ile *Xanthomonas euvesicatoria* (Xe) Bs-XeF (CAT GAA GAA CTC GGC GTA TCG) Bs-XeR (GTC GGA CAT AGT GGA CAC ATA C), *Xanthomonas gardneri* (Xg) Bs-XgF (TCA GTG CTT AGT TCC TCA TTG TC) , Bs-XgR (TGA CCG ATA AAG ACT GCG AAA G), *Xanthomonas perforans* (Xp) Bs-XpF (GTC GTG TTG ATG GAG CGT TC) , Bs-XpR (GTG CGA GTC AAT TAT CAG AAT GTG G*)¹ ve *Xanthomonas vesicatoria* (Xv) Bs-XvF (CCA TGT GCC GTT GAA ATA CTT G) Bs-XvR (ACA AGA GAT GTT GCT ATG ATT TGC) primer çiftleri kullanılmıştır (Koenraadt ve ark., 2009). PCR ürünleri %1.5'lik agarose jel üzerinde *Xanthomonas euvesicatoria* (Xe) 173bp, büyüklüğünde bant oluşumu, *Xanthomonas vesicatoria* (Xv) 138 bp büyüklüğünde bant oluşumu, *Xanthomonas perforans* (Xp) 197 bp büyüklüğünde bant oluşumu ve *Xanthomonas gardneri* (Xg) 154 bp büyüklüğünde bant oluşumu ile pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bu kısmında uygulanan PCR işleminde, ilk önce izolatlar 6 µl dH₂O konulan PCR tüpüne steril pipet ucu ile ilave edilmiş ve Çizelge 3.5'te belirtildiği gibi lyziz işlemi yapılmıştır. Ardından aynı tüp içerisine reaksiyon karışımı (Çizelge 3.6.) ilave edilmiştir. Primer çiftleri için uygun çalışma protokolleri Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.5. Liziz protokol

Program Adımları			
	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Döngü Sayısı
Liziz	95	15 dk	1

Çizelge 3.6. Reaksiyon karışım miktarı

Reaksiyon Karışımının İçeriği Miktarı	(µl)
ddH ₂ O	6
Primer I	0.75
Primer II	0.75
Mytaq Red Mix 2x	7.5
Toplam	15

¹ G*: *Xanthomonas perforans* primer ucuna eklenen G nükleotidi ifade etmektedir.

Çizelge 3.7. *Xanthomonas euvesicatoria* ve *Xanthomonas vesicatoria* için kullanılan protokol (Koenraadt ve ark., 2009)

Program Adımları	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Döngü Sayısı
İlk denatürasyon	94	5 dk	
Denatürasyon	94	30 s	
Primer Bağlanması	64	30 sdk	25
Uzama	72	30 s	
Son Uzama	72	7 dk	
Bekleme	12	Süresiz	

Çizelge 3.8. *Xanthomonas perforans* için kullanılan protokol (Arajuo ve ark., 2012)

Program Adımları	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Döngü Sayısı
İlk denatürasyon	94	5 dk	
Denatürasyon	94	30 s	
Primer Bağlanması	66	1 dk	30
Uzama	72	1 dk s	
Son Uzama	72	7 dk	
Bekleme	12	Süresiz	

3.4. Bakteri yoğunluğunun belirlenmesi

King B besi yerinde geliştirilen *Xanthomonas euvesicatoria* Ze-14/a(r) kodlu izolat spektrofotometrede 600 nm 0.2 ölçüm değerine ayarlanarak süspansiyon hazırlanmıştır. Elde edilen süspansiyonlardan 1 ml alınarak içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplerde seyreltme serisi hazırlanmıştır. Her bir sulandırmadan içerisinde King B besi yeri bulunan petrilere 100 µl süspansiyon koyulmuş ve bir baget yardımı ile ortam üzerine yayılmıştır. Her seyreltme için 3 adet petri kullanılmıştır. 25 °C’de 48 saat inkübasyondan sonra petrilere gelişen koloniler sayılarak ml’deki hücre yoğunluğu hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990).

3.5. *Xanthomonas euvesicatoria*'ın Yaşam Süresinin Saptanması ve İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi

3.5.1. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi

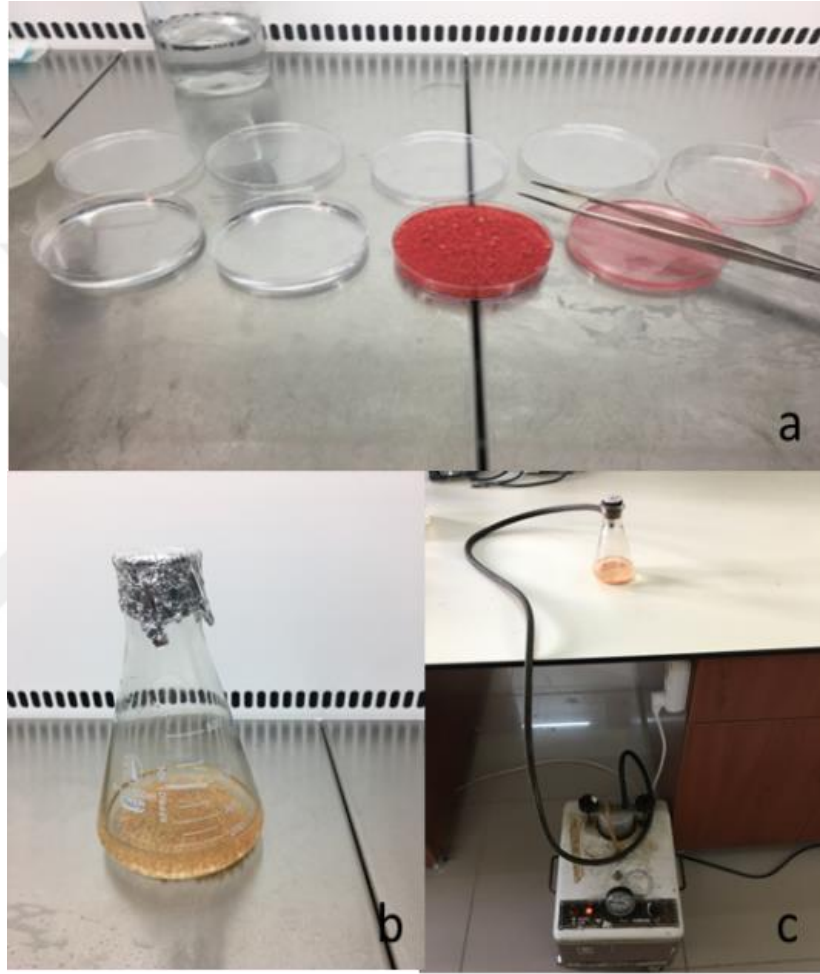
Çalışmanın bu kısmında etmenin tohum, toprak ve bitki artıklarındaki yaşam süreleri ve bahsi geçen yerlerdeki birincil inokulum kaynaklarını oluşturma yetenekleri araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak seçilen bölge izolatının rifampicin antibiyotikğine dayanıklılığı kazandırılmıştır. Rifampicine dayanıklı bakteri izolatı Belgüzar (2014)'ın belirttiği yöntemle göre elde edilmiştir. King B besi yerinde 48 saat geliştirilen *Xanthomonas euvesicatoria* bölge izolatından bir öze dolusu alınarak 20 ml Nutrient Broth Yeast Extract (NBY) sıvı besi yerine aktarılmış ve 150 rpm hızda çalışan çalkalayıcıda 72 saat geliştirilmiştir. Gelişen bakteri süspansiyonu içerisine %70'lik etil alkol içerisinde 25 mg/l dozunda hazırlanan rifampicin soğuk sterilizasyon yapıldıktan sonra bakteri süspansiyonuna eklenmiştir. 48 saat sonra bu süspansiyondan 25 mg/l rifampicin içeren King B besi yerine çizim yapılmıştır. Gelişen kolonilerden alınarak 20 ml NBY besi yerinde tekrar geliştirilmiştir. İki gün süreyle bu ortamda inkübasyona bırakılan bakteri süspansiyonu üzerine bu kez 50 mg/l rifampicin eklenmiş ve dördüncü güne kadar inkübasyona devam edilmiştir. Dördüncü günün sonunda buradan alınan bakteri süspansiyonu 50 mg/l rifampisin içeren King B besi yerine aktarılmıştır. Bu işlemler 75 ve 100 mg/l rifampicin dozları için tekrarlanmıştır. Yapılan çalışmada, 100 mg/l rifampicin'e dayanıklı izolat ile etmenin tohum, toprak ve bitki artıklarındaki yaşam süreleri ve bu yerlerdeki birincil inokulum kaynaklarını oluşturma yetenekleri araştırılmıştır.

3.5.2. Patojenin bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi

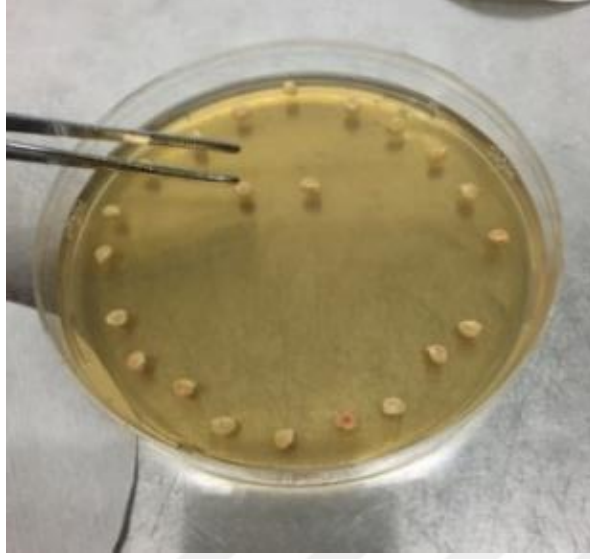
Xanthomonas euvesicatoria'nın tohumdaki yaşam süresinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, İstek F1 çeşidi biber tohumları kullanılmıştır. İlk olarak tohumlar %1'lik NaOCl çözeltisinde yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra tohumlar, 100 mg/l rifampisine dayanıklı patojen izolatı ile (yaklaşık 10^8 hücre/ml vakum (15 dakika) ve ardından daldırma (30 dakika) yöntemi kullanılarak (Şekil 3.5) inokule edilmiştir (Mariano ve McCarter, 1992).

Yaklaşık 5.32×10^{-8} hücre/ml ölçülen solüsyon ile muamele edilen inokuleli tohumlar bir gece boyunca steril kabinde kurutulmuş ve kağıt torbalar içerisinde oda sıcaklığında

saklanmıştır. Tesadüf olarak seçilen 100'er adet tohum ilk inokulasyon gününü takip eden 33, 66, 100, 129, 162, 193, 220, 249, 280, 310, 340, 370, 400 ve 430. günlerde 100 mg/l rifampisin içeren King B besi yerine ekilmiştir (Şekil 3.6). Tohum etrafında bakteriyel gelişimin olduğu tohumlar sayılarak enfekteli tohumların %'si belirlenmiştir (Hankin ve Sands, 1977).



Şekil 3.5. Bakteri ile enfekteli tohumların elde edilmesi a) Yüzey dezenfeksiyonu, b) Daldırma, c) Vakum



Şekil 3.6. İnokuleli tohumların besi yerine ekimi

3.5.3. Patojenin bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi

Deneme Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde gerçekleştirilmiştir. İçinde bitki artıkları içermeyen elenmiş arazi toprağı kullanılmıştır. Çalışma 25 litrelik teneke kutularda yapılmıştır. 48 saat King B besi yerinde geliştirilen 100 mg/l rifampisin'e dayanıklı patojenden hazırlanan yaz dönemi 7.9×10^{-8} hücre/ml ve kış dönemi 8.6×10^{-8} hücre/ml ölçülen süspansiyon miktarları ile toprağa inokule edilmiştir (Şekil 3.7). İnokule edilen topraklar teneke kutulara konularak araziye gömülmüştür (Çizelge 3.8). Bu süre içerisinde toprak hiç sulanmamıştır. İnokulasyon tarihinden itibaren haftalık periyotlarda topraktan patojen elde edilemeyinceye kadar izolasyonlara devam edilmiştir (Şekil 3.9). Bulaştırılan toprağın 0-15 cm derinliğinden alınan örneklerden seyreltme serisi hazırlanarak izolasyonlar yapılmıştır. Bir yıl boyunca patojenin yaz ve kış dönemlerinde bulaşık topraktaki yaşam süreleri petride koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir (Aysan ve ark., 2005; Belgüzar ve ark., 2018).



Şekil 3.7. *Xanthomonas euvesicatoria* solüsyonlarının hazırlanması ve toprağa karıştırılması



Şekil 3.8. *Xanthomonas euvesicatoria* solüsyonuyla karıştırılan toprağın teneke kutulara koyulması



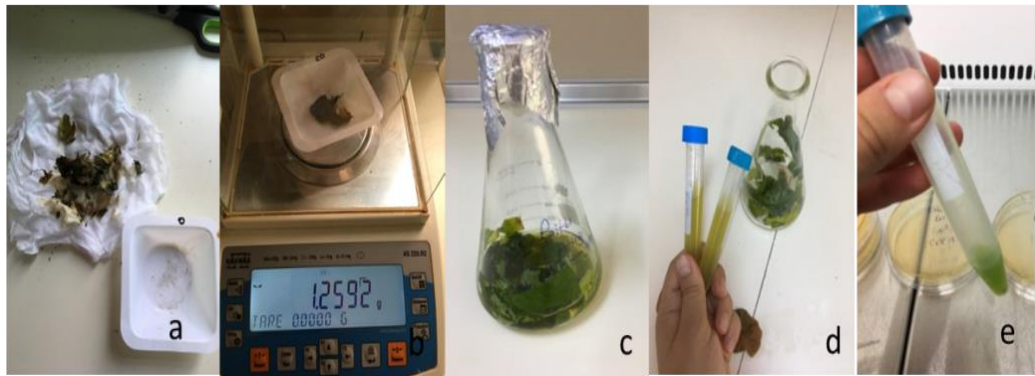
Şekil 3.9. Haftalık olarak bulaşık topraktan alınan örneklerinde izolasyon aşamaları a) Bulaşık toprak tartımı, b) Bulaşık topraktan dayanıklı izolat elde etme aşaması

3.5.4. Topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi

Deneme Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde gerçekleştirilmiştir. Sera koşullarında yetiştirilen 4-5 yapraklı biber bitkileri 100 mg/l rifampisine dayanıklılık kazandırılmış patojen izolat ile inokule edilmiştir. Yapraklarda hastalık belirtisi gözlemlendiğinde yapraklar alınarak laboratuvara getirilmiştir. Küçük parçalara ayrılan yapraklar 10'ar gram tartılarak tülbent içerisine konulmuştur. Toprağın 0 cm ve 20 cm derinliklerine olmak üzere iki farklı derinliğe tülbentler gömülmüştür (Şekil 3.10). On beş günlük periyotlarda gömülü örnekler 0 cm ve 20 cm'den ikişer adet çıkarılarak izolasyon yapılmıştır (Şekil 3.11). King B besi yerine yapılan izolasyonlarla patojenin bitki artıklarındaki yaşam süreleri saptanmıştır. Bir yıl boyunca devam eden çalışmada patojenin yaz ve kış ayları boyunca bulaşık bitki artıklarındaki petride gelişen bakteri koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir (Aysan ve ark., 2005; Belgüzar ve ark., 2018).



Şekil 3.10. Bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirleme çalışmasının hazırlık aşamaları a) Hastalıklı bitki artıklarının tartımı, b) Bitki atıklarının tülbente sarılması, c) Gömülecek toprak derinliğinin ayarlanması, d) Bitki artıklarının toprağa gömülmesi



Şekil 3.11. Bitki artıklarında patojenin elde edilme aşamaları

3.6. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı'nın Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteriler ile Biyolojik Mücadelesi

3.6.1. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin izolasyonu

Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterileri, endofit ve epifit bakterin izolasyonu için 2017 yılında Tokat ili Merkez, Pazar, Turhal ve Erbaa ilçelerinde arazi sürveyler yapılmıştır. Örnekleme yapılırken, diğer bitkilere göre daha iyi gelişim gösteren ve sağlıklı görünen biber bitkilerinin toprak üstü aksamı, kök bölgesi toprağı ve kılcal kökleri de içerecek şekilde örnekler alınmıştır. Toplanan örnekler önce kese kâğıdına, sonra plastik torbalara konularak laboratuvara getirilmiş ve bu örneklerden bakteri izolasyonları yapılmıştır. Yaprak ve gövdeden iki farklı, kök rizosfer bölgesinden üç farklı şekilde izolasyon yapılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bitki gelişimini teşvik eden bakterileri elde etmek amacı ile alınan örnekler

Yaprak izolasyonu

Bitkinin sadece yaprakları kullanılmıştır. Bakteri elde etmek amacı ile iki farklı yöntemle bakteri elde edilmeye çalışılmıştır. Epifitik bakteri izolatların elde edilmesi amacıyla; ilk olarak yapraklar çeşme suyunda yıkanmış steril kabin içerisine kurutma kağıtlarının üzerinde kuruması beklenmiştir. Kuruduktan sonra yaprak kesitleri her bir petriye birbirine değmeyecek şekilde 3 yaprak parçası yerleştirilmiştir (Kotan, 2017). Petrilerde 2-3 günlük inkübasyon süresi sonucunda gelişen bakteriler koloni yapılarına göre saflaştırılmıştır.

Endofitik bakteri izolatların elde edilmesi amacıyla; 2-3 mm büyüklüğünde bitki parçaları alınıp %70'lik alkol ile yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. Parçalar steril

havanda fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile homojenize edilerek bir öze dolusu süspansiyon, King B besi yeri içeren petrilere çizgi ekim yapılmıştır ve 26 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır.

Gövde izolasyonu

Bitkinin gövde aksamından alınan gövde parçaları %70'lik alkol ile yüzeyden sterilize edilmiştir. Steril havanda fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile homojenize edilerek bir öze dolusu süspansiyon, King B besi yeri içeren petrilere çizgi ekim ile çizilmiştir ve 26 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır (Kotan, 2017).

İkinci yöntem ise 5-6 mm boyutlarında alınan gövde parçaları steril kabin içerisinde Sodyum Hipoklorit (%5'lik) (10 dk), %70'lik alkol (5 dk) ve saf su (3 kez 5'er dk) içerisinde tutularak yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. Dezenfekte edilen parçalar steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulduktan sonra parçalar steril porselen havan içerisinde yumuşatılarak direkt King B besi yerine konulmuştur. 26 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır (Kotan, 2017).

Kök rizosfer bölgesinde bulunan toprak ve kılcal kökten izolasyon

Bitkinin kök rizosfer bölgesinde bulunan toprak ve kılcal köklerden yapılan izolasyonlarda üç farklı yöntem uygulanmıştır İlk yöntemde araziden kurutma kâğıdı içerisinde getirilen bitkinin kılcal kökleri ve kılcal kök kısmında bulunan toprak yıkama yapılmadan epifitik bakterilerin elde edilmesi için direkt besi yerine konulmuştur (Şekil 3.13). 26 °C'deki inkübatörde 2-3 gün sonunda besi yerinde oluşan koloniler saflaştırılmıştır (Kotan, 2017).

İkinci yöntem araziden kurutma kâğıdı içerisinde getirilen bitkinin kılcal kök kısımları sodyum hipoklorit (%5'lik) (10 dk), %70'lik alkol (5 dk) ve saf suda (3 kez 5'er dk) tutularak yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra kök parçaları steril porselen havan içerisinde yumuşatılarak direkt King B besi yerine konulmuştur. 26 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır

Son yöntemde olarak kılcal köklerin ve kök rizosfer bölgesinde bulunan toprak parçalarının bulunduğu karışımdan 1'er gr tartılmış, 10 ml Nutrient broth bulunan erlenmayerlere konularak oda sıcaklığında 100 dev./dak.'da çalışan çalkalayıcılarda 24

saat çalkalanmıştır. Çalkalanan süspansiyondan 1 ml alınarak içerisinde 9 ml fizyolojik tuzlu su-saline buffer (%0.85 NaCl) bulunan tüpe ilave edilerek bu şekilde 10^1 - 10^6 'ya kadar seyreltme serileri hazırlanmıştır. Hazırlanan sulandırma serilerinin -4, -5 ve -6 seyreltmelerden 100 µl alınarak 3 tekrarlı olarak King B besi yerine ekimler yapılmış, 1-2 günlük 26 °C'de inkübe edildikten sonra petrilerdeki koloni gelişmeleri incelenerek farklı morfolojik gelişim gösteren kolonilerden saflaştırma yapılmıştır. Saflaştırma yapılan aday bakteri izolatları, çalışmalara başlamadan önce bitki patojeni olup olmadığının belirlenmesi amacıyla tütün yapraklarında aşırı duyarlılık testine tabi tutulmuştur (Mirik 2005; Küsek ve Çınar 2007; Çetinkaya-Yıldız ve Aysan 2014; Kotan, 2017).



Şekil 3.13. Kök kısmından alınan örneklerin besi yerinde oluşturduğu bakteriyel gelişim

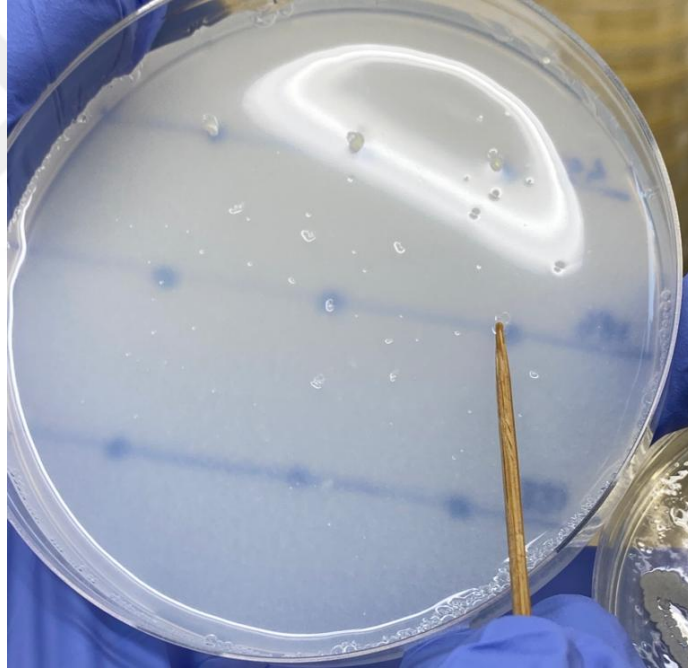
3.6.2. Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının tütünde aşırı duyarlılık ve patates dilimlerinde yumuşak çürüklük testi

Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolasyonları sonucu elde edilen izolatların patojen olup olmadıklarını belirlemek için tütün bitkisinde aşırı duyarlılık (HR) testi yapılmıştır. Seçilen aday izolatlardan spektrofotometrede (yaklaşık 10^8 hücre/ml) (A600:0.2) hazırlanan solüsyonlar steril enjektörler ile tütün bitkisine verilmiştir. Saksı ve tarla çalışmalarında da kullanılan altı adet aday izolat teste tabi tutulmuştur ve pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringe* pv. *tomato* bakterisi kullanılmıştır. Patates

diliminde yumuşak çürüklük testinde ise pozitif kontrol olarak *Pectobacterium* spp. (MÇ-14(r)) kullanılmıştır.

3.6.3. Fosfatı indirgeme özelliğine göre bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının seçimi

Çalışmada katı NBRIP besi yeri kullanılmıştır. Hazırlanan besi yeri 121 °C’de 15 dakika otoklav edilmiş ve petrilere dökülmüştür. Elde edilen aday izolatlar King B besi yerinde geliştirildikten sonra, steril kürdan yardımı ile katı NBRIP besi yeri içeren petrilere 3 nokta ekimi yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.14). Petriler 25 °C’ de bir hafta inkübe edilmiştir. Besi yerinde bakteri kolonisinin etrafında şeffaf zon oluşturan izolatlar aday olarak belirlenmiştir (Johri ve ark., 1999; Mirik ve ark., 2008).

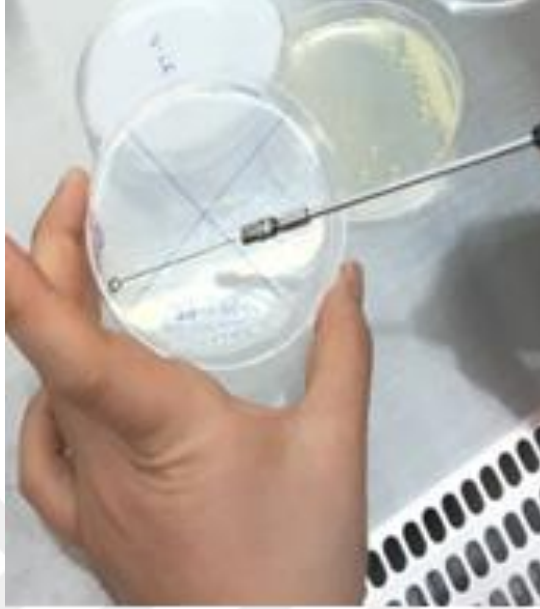


Şekil 3. 14. NBRIP besi yerine kürdanla bakteri çizimi

3.6.4. Azotu bağlama yeteneğine bakılarak bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının seçimi

Fosforu indirgeme özelliğine bakılarak seçilen aday izolatların azotu bağlama yeteneklerinin belirlenmesi amacı ile Jensen’s besi yeri hazırlanmıştır. Her bir petri dört bölüme ayrılıp aday bakteri izolatları kendi içerisinde dört tekerrür olacak şekilde çizgi

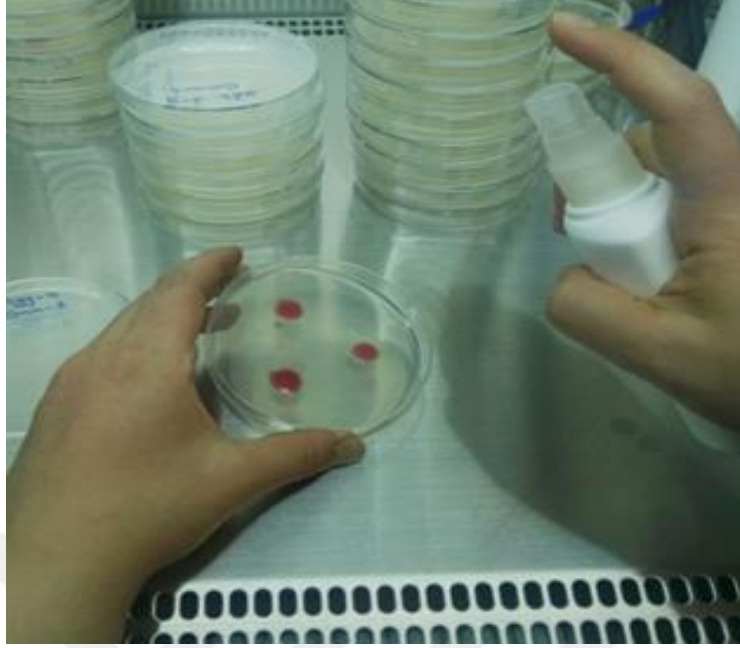
ekim (Şekil 3.15) yapılmıştır (Ahmad ve ark., 2005). Jensen's besi yerinde gelişim gösteren aday izolatlar pozitif kabul edilmiştir.



Şekil 3. 15. Jensen's besi yerine bakteri çizimi

3.6.5. Seçilen bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının antagonistik etkilerinin belirlenmesi

Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının antagonistik özelliğini belirlemek amacı ile ilk olarak besi yerinde üç farklı yere nokta ekim yapılmıştır ve petriler 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonucunda *Xanthomonas euvesicatoria*'dan hazırlanan 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki bakteri süspansiyonu aday izolatlarının üzerine püskürtülmüş (Şekil 3.16) ve uygulama yapılan petriler 2-3 günlük inkübasyona bırakılmıştır. Aday izolatların etrafında oluşan zon değerlerine bakılarak engelleme oranları belirlenmiştir (Horuz ve Aysan, 2018).



Şekil 3. 16 Aday izolatlarının *Xanthomonas euvesicatoria*'a karşı antagonistik etki çalışması

3.6.6. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Aday Bakterilerinin Maldi-TOF MS Tekniği ile Tanınması

Etkinlik çalışması sonucunda aday bakteri izolatlarının oluşturmuş olduğu engelleme zonları baz alınarak en fazla zon oluşturan izolatların proteomik tanınması Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından MALDI-TOF MS tekniği kullanılarak yapılmıştır.

3.7. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Aday Bakteri İzolatlarının Hastalıklı Biber Bitkilerinin Büyümesi Üzerine Etkisi

3.7.1. Saksı ve tarla denemelerinde seçilen bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının birbiri ile olan antagonistik etki belirleme çalışmaları

Seçilen aday bakteri izolatları ile kurulacak olan saksı ve tarla çalışmalarında oluşturulan kombinasyonlarda kullanılacak izolatların birbirleri ile olan sinerjik veya antagonistik etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. King B besi yerine aday izolatlar, petrinin üst kısmına düz çizgi şeklinde ekim yapılmıştır. Diğer aday izolat ise bu çizime dik olacak şekilde üç farklı noktadan çizgi ekim yapılmıştır. Petriler 25 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Çalışma üç tekrarlı olarak yürütülmüştür.

3.7.2. Saksı çalışması

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi seralarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada İstek F1 çeşidi biber fideleri, pozitif kontrol olarak *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanan bölge izolatu, negatif kontrol olarak ise steril su kullanılmıştır. Saksı çalışmalarında kullanılmak üzere Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinden alınan topraklar elekten geçirilerek otoklav poşetlerine doldurulmuş ve 121 °C’de 60 dk steril edilmiştir. Saksı toprağı 1:1:1 oranında toprak, kum ve torf karışımı ile hazırlanmıştır. Deneme beş tekerrür dört tekrar olarak kurulmuştur (Şekil 3.18). King B besi yerinde 25 °C’de 24-48 saat geliştirilen Çizelge 3.9’ da belirtilen aday bakteri izolatlarının yoğunluğu steril su ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.3 absorbands değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama süspansiyonları içerisine biber fidelerinin kökleri 1 saat daldırılarak köklere bakterinin kolonizasyonu sağlanmıştır. Uygulama yapılan bitkiler saksı toprağına şaşırtılmıştır. Fide şaşırtma işleminden on gün sonra aday bakterilerden hazırlanan solüsyonlar bitkinin kök bölgesine her bir bitkiye 50 ml olacak şekilde ikinci bir uygulama yapılmıştır (Belgüzar ve ark., 2021). İkinci uygulama yapıldıktan bir gün sonra, *X. euvesicatoria* hastalık etmeninden hazırlanan solüsyon bir el pülverizatörü ile yaprakların tamamını ıslatacak şekilde püskürtülmüştür ve bitkiler bir günlük nem çemberine alınmıştır (Şekil 3.17). Nem çemberinden çıkartılan biber bitkileri pozitif kontrollerde hastalık simptomları gözlendikten yaklaşık 21 gün sonra tüm bitkiler 0-5 (0: herhangi bir simptom yok, 1: birkaç nekrotik leke, 2: birleşmiş birçok leke, 3: şiddetli hastalık simptomu, 4: ölü yaprak ve yaprak dökümü, 5: bitki ölümü) hastalık skalasına göre değerlendirilmiştir (Mirik, 2005). Hastalık şiddeti hesaplaması DSI (%) formülü ile hesaplanmıştır (Chaube, ve Singh., 1991). Uygulamalar arasındaki farklar ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılarak, uygulamaların etkinliği % Abbot formülüne göre hesaplanmıştır. Ayrıca haftalık gözlemler yapılarak her bir bitkinin bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.9. Saksı çalışmalarında kullanılan uygulamalar

Uygulama	Açıklaması/İzolat Adı
NK	Saf su uygulaması yapılmıştır.(Negatif Kontrol)
PK	Sadece Xeu uygulaması yapılmıştır. (Pozitif Kontrol)
ZE-2	<i>Enterobacter cloacae</i>
ZE-5	<i>Enterobacter aerogenes</i>
ZE-7	<i>Bacillus cereus</i>
ZE-8	<i>Microbacterium testaceum</i>
ZE-12	<i>Pseudomonas putida</i>
ZE-13	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-7+2	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Pseudomonas putida</i>
ZE-7+13	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-12+13	<i>Pseudomonas putida</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-7+12+13	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Pseudomonas putida</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>



Şekil 3. 17. Aday PGPR izolatların biber bakteriyel yaprak lekesi hastalığı üzerine etki çalışma aşamaları a) Fide daldırma b) Şaşırtma c) Etmen inokulasyonu d) Nem çemberine alma işlemi



Şekil 3. 18. Sera çalışmasında deneme planı

3.7.3. Tarla çalışması

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi arazi parsellerinde gerçekleştirilmiştir. Saksı çalışmasında en iyi sonuç veren Çizelge 3.10’da belirtilen üç adet izolat (ZE-7, ZE-12 ve ZE-13) ile tarla çalışması yapılmıştır. Saksı çalışmasında olduğu gibi, çalışmada İstek F1 çeşidi biber fideleri, *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanımlanan bölge izolatı kullanılmıştır. King B besisi yerinde 25 °C’de 24-48 saat geliştirilen aday izolatlarının tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarından hazırlanan solüsyonların yoğunluğu steril su ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.3 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama süspansiyonları içerisine biber fidelerinin kökleri 1 saat daldırılarak köklere bakterinin kolonizasyonu sağlanmıştır. Uygulama yapılan bitkiler şaşırtılmıştır. Fide şaşırtma işleminden on gün sonra bitkinin kök bölgesine her bir bitkiye 50 ml gelecek şekilde ikinci bir uygulama yapılmıştır (Belgüzar ve ark., 2021). İkinci uygulama yapıldıktan bir gün sonra hastalık etmeninden hazırlanan solüsyon yaprakların tamamını ıslatacak şekilde bir el pülverizatörü ile püskürtülmüştür (Şekil 3.19). Bakteri uygulaması yapmadan steril suya daldırılan fidelere patojen inokulasyonu yapılarak pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Negatif kontrol olarak ise sadece steril suya daldırılan bitkiler kullanılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 10 tekerrür 4 tekrarlı kurulmuştur (Şekil 3.20). İnokulasyondan sonra bitkiler günlük olarak incelenmiş ve pozitif kontrollerde hastalık belirtileri gözlemlendikten sonra tüm bitkiler 0-5 (0: herhangi bir semptom yok, 1: birkaç nekrotik leke, 2: birleşmiş birçok leke, 3: şiddetli

hastalık simptomsu, 4: ölü yaprak ve yaprak dökümü, 5: bitki ölümü) hastalık skalasına göre değerlendirilmiştir (Mirik, 2005). Hastalık şiddeti hesaplaması DSI (%) formülü ile hesaplanmıştır (Chaube, ve Singh., 1991). Uygulamalar arasındaki farklar ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılarak, uygulamaların etkinliği % Abbot formülüne göre hesaplanmıştır. Ayrıca haftalık gözlemler yapılarak her bitkinin bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.10. Tarla çalışmalarında kullanılan uygulamalar

Uygulama	Açıklaması/İzolat Adı
NK	Saf su uygulaması yapılmıştır. (Negatif Kontrol)
PK	Sadece <i>Xeu</i> uygulaması yapılmıştır. (Pozitif Kontrol)
ZE-7	<i>Bacillus cereus</i>
ZE-12	<i>Pseudomonas putida</i>
ZE-13	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-7+12	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Pseudomonas putida</i>
ZE-7+13	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-12+13	<i>Pseudomonas putida</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
ZE-7+12+13	<i>Bacillus cereus</i> + <i>Pseudomonas putida</i> + <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>



Şekil 3. 19. Aday PGPR, endofit ve epifitik bakteri izolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı üzerine etkilerine yönelik yürütülen tarla çalışmasının aşamaları a) Aday PGPR, endofit ve epifitik bakteri izolat solüsyonlarının hazırlanması, b) Fidelerin solüsyonda bekletme aşaması, c) Şaşırtılan fidelerin köklerine yapılan solüsyon uygulaması, d) *Xanthomonas euvesicatoria*'nın biber bitkilerine püskürtülmesi



Şekil 3.20. Tarla çalışması görüntüsü

3.8. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Sağlıklı Biber Bitkilerinin Büyümesi Üzerine Etkisi

3.8.1. Saksı çalışması

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi seralarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada İstek F1 çeşidi biber fideleri, pozitif kontrol olarak *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanan bölge izolatı, negatif kontrol olarak ise steril su kullanılmıştır. Saksı çalışmalarında kullanılmak üzere Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinden alınan topraklar elekten geçirilerek otoklav poşetlerine doldurulmuş ve 121 °C’de 60 dk steril edilmiştir. Deneme toprağı 1:1:1 oranında toprak, kum ve torf karışımı ile hazırlanmıştır. Deneme beş tekerrür dört tekrar olarak kurulmuştur. King B besi yerinde 25 °C’de 24-48 saat geliştirilen aday bakteri izolatlarının (Çizelge 3.9.) yoğunluğu steril su ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.3 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama süspansiyonları içerisine biber fidelerinin kökleri 1 saat daldırılarak köklere bakterinin kolonizasyonu sağlanmıştır Uygulama yapılan bitkiler saksı toprağına şaşırtılmıştır. Fide şaşırtma işleminden on gün sonra aday bakterilerden hazırlanan solüsyonlar (Çizelge 3.9.) bitkinin kök bölgesine her bir bitkiye 50 ml gelecek şekilde ikinci bir uygulama yapılmıştır (Belgüzar ve ark., 2021). Uygulamalar arasındaki farklar ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılarak, uygulamaların etkinliği % Abbot formülüne göre hesaplanmıştır. Haftalık gözlemler yapılarak her bitkinin bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıklarına göre değerlendirilmiştir.

3.8.2. Tarla çalışması

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi arazi parsellerinde gerçekleştirilecektir. Saksı çalışmasında en iyi sonuç veren üç adet izolat ile (ZE-7, ZE-12 ve ZE-13) tarla çalışması yapılmıştır (Çizelge 3.10). Saksı çalışmasında olduğu gibi, çalışmada İstek çeşidi biber fideleri ve *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanan bölge izolatı kullanılmıştır. King B besi yerinde 25°C’de 24-48 saat geliştirilen aday izolatlarının tek, ikili ve üçlü kombinasyonlarından hazırlananan yoğunluğu steril su ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.3

absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama sũspansiyonları içerisine biber fidelerinin kũkleri 1 saat daldırılarak kũklere bakterinin kolonizasyonu sağlanmıştır. Uygulama yapılan bitkiler şaştırılmıştır. Bitkinin kũk bũlgesine her bir bitkiye 50 ml gelecek şekilde ikinci bir uygulama yapılmıştır (Belgũzar ve ark., 2021). Negatif kontrol olarak ise sadece steril suya daldırılan bitkiler kullanılmıştır. Çalışma tesadũf blokları deneme desenine gũre 10 tekerrũr 4 tekrarlı kurulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklar ANOVA ve Tukey oklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılarak, uygulamaların etkinliği % Abbot formũlũne gũre hesaplanmıştır. Ayrıca haftalık gũzlemler yapılarak her bitkinin bitki boyu, kũk uzunluğu, gũvde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kũk yaş ağırlığı ve kũk kuru ağırlıkları değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Sürvey Çalışmaları

Sürvey çalışmaları 2016 yılı Haziran-Ağustos aylarında Tokat ili Merkeze bağlı Güryıldız, Kat, Çöreğibüyük, Ulaş, Döllük, Kızılköy ve Küçükbağlar köylerinde 9, Pazar ilçesine bağlı 2, Turhal ilçesine bağlı Kalaycık köyünde 3, Erbaa ilçesine bağlı Değirmenli, Kızılcubuk, Tosunlar, Yukarıçandır, Aşağıçandır, Yolkonak ve Çevresu köylerinde 18 olmak üzere toplam 32 biber tarlasında gerçekleştirilmiştir.

2017 yılında ise Temmuz-Eylül aylarında Tokat Merkez'e bağlı Büyükbağlar, Dökmetepe, Kızılköy, Gümenek'e bağlı 12, Pazar ilçesine bağlı Üzümlören ve Ovayurt'ta 5, Turhal ilçesine bağlı Kazova, Necip köyü ve Kalaycık'ta 8 ve Erbaa ilçesine bağlı Tosunlar, Aşağıçandır, Yukarıçandır ve Çevresu köylerinde 16 olmak üzere 41 biber tarlasında sürvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Tokat ili biber üretim alanından genel bir görüntü

Çizelge 4.1. 2016 yılında sürvey yapılan biber alanlarındaki hastalık belirtisi gösteren bitki oranı

S. No	İlçesi	Köy	Sürvey Alanı (da)	Örnekleme Alanı (da)	Yaprak leke Belirtisi Gösteren Bitki oranı (%)
1	Merkez	Kat (1. Tarla)	6	1.5	33
2	Merkez	Kat (2. tarla)	8	2	20
3	Merkez	Kat (3. Tarla)	10	3	40
4	Merkez	Ulaş	10	3	20
5	Merkez	Güryıldız(1. Tarla)	20	5	60
6	Merkez	Güryıldız (2. Tarla)	20	5	50
7	Merkez	Döllük köyü	6	1.5	0
8	Merkez	Kızıl köyü	5	1.3	80
9	Merkez	Küçükbağlar	8	2	0
10	Merkez	Çöreğibüyük (1. Tarla)	6	1.5	0
11	Merkez	Çöreğibüyük (2. Tarla)	8	2	0
12	Pazar	Pazar	6	1.5	33
13	Turhal	Kalaycık (1. Tarla)	30	7.5	40
14	Turhal	Kalaycık (2. Tarla)	30	7.5	40
15	Erbaa	Kızılçubuk (1. Tarla)	20	5	0
16	Erbaa	Kızılçubuk (2. Tarla)	15	3.8	0
17	Erbaa	Kızılçubuk (3. Tarla)	6	1.5	0
18	Erbaa	Çevresu	6	2	0
19	Erbaa	Değirmenli (1. Tarla)	8	2	70
20	Erbaa	Değirmenli (2. Tarla)	4	1	30
21	Erbaa	Değirmenli (3. Tarla)	6	1.5	30
22	Erbaa	Değirmenli (4. Tarla)	6	1.5	30
23	Erbaa	Değirmenli (5. Tarla)	4	1	25
24	Erbaa	Tosunlar	4	1	20
25	Erbaa	Yukarıçandır	8	2	80
26	Erbaa	Aşağıçandır (1. Tarla)	15	3.8	80
27	Erbaa	Aşağıçandır (2. Tarla)	20	5	80
28	Erbaa	Aşağıçandır (3. Tarla)	30	7.5	80
29	Erbaa	Aşağıçandır (4. Tarla)	6	1.5	80
30	Erbaa	Aşağıçandır (5. Tarla)	8	2	80
31	Erbaa	Yolkonak (1. Tarla)	6	1.5	50
32	Erbaa	Yolkonak (2. Tarla)	6	1.5	50
Toplam			351	87.8	35.0

2016 yılı yapılan arazi sürveyleri sonucu 351 da'lık alanda 87.75 da'lık alan örnekleme alanı olarak belirlenmiş (Çizelge 4.1) olup, hastalığın bölgede bulunma oranı %53.6 ve hastalığın tarlada bulunma oranı %35.8 olarak belirlenmiştir. Tokat ili Merkez'de hastalığın tarlada bulunma oranı 107 da'lık alanda %30.5, Pazar ilçesinde 6 da'lık alanda %33.0, Turhal'da 60 da'lık alanda %40.0 ve Erbaa'da 178 da'lık alanda %39.2 olarak belirlenmiştir. Hastalığın bölgede bulunma oranları değerlendirildiğinde ise en

fazla biber üretiminin yapıldığı Erbaa ilçesinde %77.8, Merkez’de %63.6, Pazar’da %33.0 ve Turhal’da %40.0 düzeyinde olmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. 2016 yılı Tokat ili biber üretim alanlarında hastalığın bölgede ve tarlada bulunma oranları

İlçe	Sürvey Alanı (da)	Hastalığın Bölgede Yaygınlık Oranı (%)	Hastalığın Tarlada Bulunma Oranı (%)
Merkez	107	63.6	30.5
Pazar	6	33.0	33.0
Turhal	60	40.0	40.0
Erbaa	178	77.8	39.2
Toplam	351	53.6	35.8

Çizelge 4.3. 2017 yılında sürvey yapılan biber alanlarındaki hastalık belirtisi gösteren bitki oranı

S. No	İlçesi	Köy	Sürvey Alanı (da)	Örnekleme Alanı (da)	Yaprak Leke Belirtisi Gösteren Bitki Oranı (%)
1	Merkez	Büyükbağlar(1. Tarla)	1	0.3	2
2	Merkez	Büyükbağlar (2. Tarla)	1	0.3	0
3	Merkez	Kızılköy(1. Tarla)	2	0.5	5
4	Merkez	Kızılköy (2. Tarla)	3	0.8	2
5	Merkez	Kızılköy (3. Tarla)	5	1.3	1
6	Merkez	Kızılköy (4. Tarla)	2	0.5	2
7	Merkez	Kızılköy (5. Tarla)	3	0.8	3
8	Merkez	Kızılköy (6. Tarla)	2	0.5	10
9	Merkez	Kızılköy (7. Tarla)	4	0.5	40
10	Merkez	Gümenek(1. Tarla)	2	0.5	0
11	Merkez	Gümenek (2. Tarla)	3	0.8	3
12	Merkez	Dökmetepe	1	0.3	30
13	Pazar	Ovayurt(1. Tarla)	20	5	8
14	Pazar	Ovayurt (2. Tarla)	4	1	5
15	Pazar	Ovayurt (3. Tarla)	4	1	0
16	Pazar	Ovayurt (4. Tarla)	4	1	0
17	Pazar	Üzümlören	10	2.5	3
18	Turhal	Kazova	2	0.5	0
19	Turhal	Kalaycık	5	1.3	2
20	Turhal	Necip Köyü(1. Tarla)	2	0.5	0
21	Turhal	Necip Köyü(2. Tarla)	3	0.8	0
22	Turhal	Necip Köyü(3. Tarla)	2	0.5	1
23	Turhal	Necip Köyü(4. Tarla)	10	2.5	3
24	Turhal	Necip Köyü(5. Tarla)	5	1.3	2
25	Turhal	Necip Köyü(6. Tarla)	4	1	0
26	Erbaa	Yukarıçandır(1. Tarla)	10	2.5	10
27	Erbaa	Yukarıçandır(2. Tarla)	15	3.8	40

Çizelge 4.3. 2017 yılında sürvey yapılan biber alanlarındaki hastalık belirtisi gösteren bitki oranı (devam)

S. No	İlçesi	Köy	Sürvey Alanı (da)	Örnekleme Alanı (da)	Yaprak Leke Belirtisi Gösteren Bitki oranı (%)
28	Erbaa	Yukarıçandır(3. Tarla)	10	2.5	10
29	Erba	Yukarıçandır(4. Tarla)	15	3.8	2
30	Erbaa	Yukarıçandır(5. Tarla)	20	5.0	20
31	Erbaa	Tosunlar(1. Tarla)	10	2.5	70
32	Erbaa	Tosunlar(2. Tarla)	15	3.8	10
33	Erbaa	Çevresu(1. Tarla)	25	6.2	40
34	Erbaa	Çevresu(2. Tarla)	50	12.5	40
35	Erbaa	Çevresu(3. Tarla)	20	5.0	20
36	Erbaa	Çevresu(4. Tarla)	50	12.5	60
37	Erbaa	Aşağıçandır(1. Tarla)	10	2.5	26
38	Erbaa	Aşağıçandır (2. Tarla)	20	5.0	40
39	Erbaa	Aşağıçandır (3. Tarla)	10	2.5	12
40	Erbaa	Aşağıçandır (4. Tarla)	5	1.25	7
41	Erbaa	Aşağıçandır (5. Tarla)	15	3.75	30
Toplam			454	113.5	14.6

Çizelge 4.4. 2017 yılı Tokat ilinde hastalığın bölgede ve tarlada bulunma oranları

İlçe	Sürvey Alanı (da)	Hastalığın Bölgede Yaygınlık Oranı (%)	Hastalığın Tarlada Bulunma Oranı (%)
Merkez	29	8.2	16.7
Pazar	42	3.2	40.0
Turhal	33	1.0	50.0
Erbaa	300	27.3	65.0
Toplam	454	9.9	42.9

2017 yılında 454'da lık alanda 41 biber tarlasında sürvey çalışması yapılmış olup (Çizelge 4.3), hastalığın bölgede bulunma oranı % 9.9 ve tarlada bulunma oranı %42.9 olarak belirlenmiştir. Hastalığın bölgede bulunma oranları değerlendirildiğinde 2016 yılı ile paralel olarak en fazla biber üretimin yapıldığı Erbaa ilçesinde %27.3 Merkez'de %8.2, Pazar'da %3.2 ve Turhal'da %1.0 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Hastalığın tarlada bulunma oranı ise Tokat ili Merkez'de 29 da'lık alanda %16.7, Pazar ilçesinde 42 da'lık alanda %40.0 Turhal'da 33 da'lık alanda %50.0 ve Erbaa'da 300 da'lık alanda %65.0 düzeyinde belirlenmiştir.

2017 yılında hastalığın bölgede bulunma oranlarında düşüş gözlemlenmiştir. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın bitkide oluşturduğu zarar düzeyi sıcaklık ve nem oranındaki artışa bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak yüksek sıcaklık ve nem oranları hastalığı artırmaktadır. 2016 ve 2017 yılları iklim verileri değerlendirildiğinde (Çizelge 4.15) sıcaklık ve nem değerlerinde küçük değişimler olsada yağış oranında azalmalar kaydedilmiştir. Sürvey yapılan alanlarda Temmuz ayına ait verileri değerlendirildiğinde yağış oranının 2016 yılına oranla 2017 yılında Tokat Merkez'de 13.7 mm'den 0.0 mm değerine, toplam nem oranının %55.4'ten %49.7'a düştüğü gözlemlenmiştir. Erbaa ilçesinde (Çizelge 4.18) aynı veriler üzerinden değerlendirme yapıldığında toplam yağış miktarının da 7.8 mm'den 1.2'ye düştüğü toplam nemin ise %68.3'den %62.7'ye gerilediği görülmektedir. Nitekim bu durum hastalığın gelişmesi açısından önemli olan nem oranını olumsuz yönde etkilediğinden 2017 yılı üretim sezonunda hastalık düzeyinin düşmesine neden olmuş olabilir. Ayrıca 2016 ve 2017 yılları karşılaştırıldığında hastalığın tarlada bulunma oranları Merkez'de %30.5'den %16.7 seviyesine kadar düşmüştür. Bu öngörümüzü destekler nitelikte Diab ve ark. (1982) yapmış oldukları çalışmada yüksek sıcaklık ve nem oranının bitkide hastalık gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Her iki yılda hastalığın bölgede bulunma oranları karşılaştırıldığında ise Merkez'de %63.6'dan %8.1 'ya Pazar'da %33'den %3.2'e, Turhal'da %40'dan %1'e ve Erbaa'da %77.8'dan %27.3'e düştüğü görülmekte olup, bu düşüşün de yıllar arasındaki sıcaklık, nem ve yağış parametrelerindeki değişimler Ek 2'de verilen Çizelge 4.16; Çizelge 4.17 yer almaktadır. Diğer taraftan 2017 yılında hastalığın tarlada bulunma oranlarının Pazar'da %33'den %40'a Turhal'da %40'dan %50'ye ve Erbaa'da ise %39.2'dan %65'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Hastalığın tarlada bulunma oranındaki artışın bir önceki yıla göre açık alanda yapılan biber yetiştiriciliğindeki artıştan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim sera şartlarında yapılan yetiştiricilik her konuda açık arazi yetiştiriciliğine göre daha kontrollü olarak yapılmaktadır. Yapılan sürvey çalışmalarında açık alanlarda hastalığın daha çok belirlendiği ve hastalık şiddetinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde ise, Ohio eyaletinin farklı bölgelerinde üretim yapılan alanlarda sürveyler yapılmış olup biberden 62, domatesten 91 adet bakteriyel yaprak leke etmeni izole edilmiştir (Şahin, 1997). Mersin bölgesinde ise sürvey yapılan

40 da'lık biber alanında hastalık gözlenmez iken Adana bölgesinde sürvey kapsamına alınan 426 da'lık alanın %82'sinin biber bakteriyel leke ile bulaşık olduğu saptanmıştır. Osmaniye ilinde 70 da'lık üretim alanının %60'ında hastalık belirlenirken Hatay ve Kahramanmaraş illerinde hastalığa rastlanılmamıştır (Mirik, 2005).

4.2. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeninin  zolasyonu

S rvey  alışmaları kapsamında bitkinin belirti gösteren yaprak (şekil 4.2) ve meyve kısımları (şekil 4.3) alınıp laboratuvara getirilerek izolasyonlar yapılmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda 2016 yılında 346 adet ve 2017 yılında 225 adet toplamda 571 adet izolat elde edilmiştir ( izelge 4.19;  izelge 4.20). Yapılan izolasyonlar sonucu King B besi yerinde sarı renkli koloniler saflaştırılarak elde edilen izolatlar *Xanthomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir (şekil 4.4).



şekil 4. 2. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın yaprak belirtisi



Şekil 4. 3. *Xanthomonas euvesicatoria*’ nın meyve belirtisi



Şekil 4. 4. *Xanthomonas euvesicatoria* ‘nın King B besi yerindeki gelişimi

Şahin ve Küsek (2015) Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde yapılan survey çalışmaları sonucunda Kahramanmaraş’tan 57, Gaziantep’ten 46 adet hastalık etmeni izole etmiştir. Çalışmada elde edilen 103 izolatın yapılan biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik testlere bağlı olarak 100 tanesinin *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* olduğu belirlenmiştir.

4.3. Gram Reaksiyon Testi

%3'lük Potasyum Hidroksit solüsyonu ile yapılan KOH testinde (Ek 3; Şekil 4.22) viskoz, yapışkanimsi bir uzamanın oluşması Gram negatif uzamanın olmayışı Gram pozitif olarak kabul edilmektedir. Test edilen izolatların Gram negatif olarak değerlendirilmesi ile izolatların *Xanthomonas* spp. olduğu değerlendirilmiştir.

4.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi

Tütün bitkisinin yaprağının alt yüzeyine her bölgeyi temsilen seçilen izolatlardan hazırlanan 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonlar bir enjektör yardımı ile enjekte edilmiştir. 24 saat sonra inokule edilen alanlarda oluşan nekrotik görünüm pozitif, oluşmayan ise negatif olarak kabul edilmiştir. Bütün izolatlar tütün yaprağında nekrotik alan oluşturmaları nedeniyle pozitif olarak kabul edilmişlerdir.

4.5. Patojenite ve Virülenslik testleri

2016 ve 2017 yılındaki sürvey alanlarından temin edilen örneklerden yapılan izolasyonlar sonucu her ilçe, bölge ve tarlayı temsili eden toplam 86 adet izolatla yapılan patojenite ve virülenslik test sonuçları Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. 2016 yılı elde edilen re-izolatların virülenslik değerleri

Sıra No	İzolat Adı	Virülenslik değeri	Sıra No	İzolat Adı	Virülenslik değeri
1	NK	0	29	PK	4
2	z-151/b	2.3	30	z-13/d	2.6
3	z-161/d	2.3	31	z-14/a	4.0
4	z-167/d	4.0	32	z-15/a	2.3
5	z-168/c	3.0	33	z-27/c	2.0
6	z-154/b	3.6	34	z-34/d	3.6
7	z-156/d	0.3	35	z-36/b	3.0
8	z-159/d	3.0	36	z-37/a	2.6
9	z-160/a	3.6	37	z-39/b	4.0
10	z-135/b	2.6	38	z-42/b	3.0
11	z-136/b	2.0	39	z-44/a	1.0
12	z-140/a	3.0	40	z-47/c	3.0
13	z-144/b	3.3	41	z-47/a	1.0
14	z-147/b	2.0	42	z-49/a	2.0
15	z-148/a	3.6	43	z-55/c	2.3
16	z-2/a	3.3	44	z-57/a	1.6
17	z-12/c	2.0	45	z-67/c	3.3
18	z-3/b	2.6	46	z-66/c	3.0
19	z-11/a	1.6	47	z-68/d	2.6
20	z-76/b	3.0	48	z-70/b	3.3
21	z-4/d	3.0	49	z-76/a	1.0
22	z-105/b	2.3	50	z-97/b	3.6
23	z-96/a	2.3	51	z-84/c	1.0
24	z-141/c	2.3	52	z-71/b	2.6
25	z-99/c	2.3	53	z-74/b	3.0
26	z-98/b	3.3	54	z-13/b	1.6
27	z-97 /c	3.0	55	z-80/a	3.6
28	z-73/b	3.6			

Çizelge 4.5’de görüldüğü üzere, hastalık şiddeti steril su uygulanan (Negatif Kontrol) bitkilerde 0 olarak belirlenmiş olup bitkide herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmemiştir. Hastalık etmeninin uygulandığı (Pozitif kontrol) bitkilerde ise değişen değerlerde hastalık şiddetine neden olmuşlardır (Şekil 4.5). En yüksek hastalık şiddeti Erbaa ilçesindeki Kızılçubuk ve Tosunlar köylerindeki arazilerden izole edilen z-167/d, z-4/a ve z-39/b kodlu izolatlar ile enfekte edilmiş bitkilerde 4.0 şiddetinde kayıt edilmiştir. En düşük virülenslik değeri z-156/d kodlu izolatla 1.0 şiddetinde belirlenirilenmiştir.



Şekil 4. 5. Patojenite testi uygulaması sonucu bitkilerde görülen hastalık belirtileri

Çizelge 4.6. 2017 yılında elde edilen re-izolatların virülenslik değerleri

Sıra No	İzolat Adı	Virülenslik değeri	Sıra No	İzolat Adı	Virülenslik değeri
1	NK	0	18	PK	4,3
2	z201-a/1	1.0	19	z234-a/2	3.0
3	z204-a/2	1.0	20	z236-a/2	3.0
4	z206-b/1	1.0	21	z237-a/1	2.0
5	z209-b/1	1.0	22	z239-b/1	3.0
6	z211-a/2	3.0	23	z241-a/2	1.0
7	z212-a/1	2.0	24	z243-b/2	3.0
8	z215-b/2	2.0	25	z247-a/3	3.0
9	z217-a/2	2.0	26	z247-a/2	1.0
10	z218-a/1	1.0	27	z248-a/2	2.0
11	z219-a/1	3.0	28	z249-b/2	3.0
12	z221-b/2	1.0	29	z252-b/2	1.0
13	z223-b/1	2.6	30	z253-a/3	4.0
14	z225-a/2	1.0	31	z256-b/2	4.0
15	z226-b/1	3.0	32	z262-a/3	1.0
16	z228-a/1	2.0	33	z264-a/1	1.0
17	z232-a/1	3.0	34	z266-b/2	3.0

Çizelge 4.6’ de ise, hastalık şiddeti steril su uygulanan (Negatif Kontrol) belirtisi gözlenmemiştir. Hastalık etmeninin uygulandığı (Pozitif kontrol) değişen değerlerde hastalık şiddetine neden olmuştur. En yüksek hastalık şiddetin 4.3 olarak kayıt

edilmiştir. Z 201-a/1, Z 204-a/2, Z 209-b/1, Z 206-b/1, Z 221-b/2, Z 218-a/1, Z 225-a/2, Z 241-a/2, Z 247-a/2, Z 252-b/2, Z 262-a/3, Z 262-a/3 kodlu izolatlarda hastalık şiddetin 1.0 olarak belirlenmiş iken Z 253-a/3 ve Z 256-a/3 kodlu izolatlarda hastalık şiddeti 4.0 olarak belirlenmiştir. En yüksek virülenslik değerine sahip izolatlar Turhal ilçesine ait Necip köyü ve Merkeze bağlı Büyükbağlar köy arazilerinden elde edilmiştir. Mirik (2005) yaptığı çalışmada 67 adet izolata biber bitkisinde patojenite testi yapmıştır. İzolatlar ile referans kültürün biber bitkisinde aynı semptomları oluşturduğu ama farklı virülenslik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin etmenin gelişme hızına bağlı olabileceği ifade edilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada da bütün izolatlarımız benzer semptomlar ve farklı virülenslik değerleri oluşturmuştur.

4.6. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Tanı Testleri

YDC agar besi yerinde gelişim

YDC besi yerinde biber bakteriyel leke etmeni sarı renkli, mukoid ve konveks koloni oluşturmaktadır. YDC besi yerine yapılan bakteri çizimlerinde tanılamada kullanılan tüm izolatlar sarı renkli, mukoid ve konveks koloni yapısı oluşturduğu için *Xanthomonas* spp. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31).

Nutrient agar besi yerinde gelişim

Xanthomonas euvesicatoria NA besi yerinde açık sarı ve yuvarlak koloni yapısı oluşturmaktadır. Tanılamada kullanılan seçilen 69 adet izolat sarı renkli ve yuvarlak koloni yapısı oluşturduğu için *Xanthomonas* spp. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.30).

Tween B besi yerinde gelişim

Tween B besi yerinde *Xanthomonas euvesicatoria* yuvarlak, sarı tümsek ve çevresinde temiz haleli koloniler oluşturmaktadır. Testlenen tüm re-izolatlar *Xanthomonas* spp. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.29).

CKTM besi yerinde gelişim

CKTM besi yerinde testlenen re-izolatlar dairesel tümsek çevresinde temiz bir hale bulunan sarı koloni gelişimi göstermiş olup, *Xanthomonas* spp. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28).

Oksidaz testi

Oksidaz testinde steril filtre kâğıdına damlatılan eriyik üzerine konulan izolatin 10 saniye içinde koyu mor renk değişimi pozitif, renk değişimi oluşmayan izolatlar ise negatif olarak değerlendirilmiştir. *Xanthomonas* spp.'a tanıya yönelik yapılan bu testlemede renk değişimi gözlemlenmemesi nedeniyle *Xanthomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir(Şekil 4.27).

Katalaz testi

%3'lük hidrojen peroksit solüsyonun damlatıldığı bölgede oluşan kabarcıklar O₂ çıkışına neden olmaktadır (Şekil 4. 16) ve bu değerlendirme pozitif, kabarcık oluşumunun gözlenmemesi negatif olarak kabul edilmiştir. Testlenen izolatlarda kabarcık oluşumu *Xanthomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.26).

Levan Oluşumu

SNA besisi yerine yapılan çizim işlemi sonucunda teste tabi tutulan tüm izolatlar levan oluşumu göstermiştir. *Xanthomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.25).

Pektolitik aktivite

Biber bakteriyel leke hastalığına neden olan etmenlerin arasındaki farklılığı ortaya koyabilen fenolojik gözlemler arasında yer alan testlerden biri pektolitik aktivite testleridir. *Xanthomonas euvesicatoria* ve *Xanthomonas gardneri* zayıf pektolitik aktivite gösterirken *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas vesicatoria* kuvvetli pektolitik aktivite göstermektedir. Teste tabi tutulan tüm izolatlar patates dilimlerinde yumuşama oluşturmadığı için pektolitik aktivite negatif olarak kabul edilmiş olup bu izolatlar *Xanthomonas euvesicatoria* veya *Xanthomonas gardneri* olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.24).

Nişastanın hidrolizasyonu

Biber bakteriyel leke hastalığına neden olan dört tür için ayırt edici olan bir diğer test ise amilolitik aktivitedir. *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas vesicatoria* kuvvetli amilolitik aktivite gösterirken, *Xanthomonas euvesicatoria* ve *Xanthomonas gardneri* zayıf amilolitik aktivite oluşturmaktadır. 54 adet izolat amilolitik aktivite göstermezken, 15 adet izolat zayıf amilolitik aktivite gösterdiği (Çizelge 4.7) için izolatlar *Xanthomonas euvesicatoria* veya *Xanthomonas gardneri* olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4.23).

Xanthomonas euvesicatoria'nın tanılamasına yönelik yapılan YDC besi yerinde sarı renkli mukoidal ve sarı renkli koloni oluşumu, NA besi yerinde açık sarı renkli koloni oluşumu, Tween B besi yerinde yuvarlak tümsek etrafı temiz haleli görünümün belirlenmesi, CTKM besi yerinde dairesel tümsek çevresinde temiz haleli görünüm olması, KOH testi sonucu viskoz yapının oluşması, oksidaz negatif, katalaz pozitif, levan oluşumu pozitif, pektolitik aktivite negatif ve nişasta zayıf veya negatif sonuç oluşturması izolatların *Xanthomonas euvesicatoria* olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7). Elde edilen sonuçlar daha önceden yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Kovacs 1956; McGuire ve Jones, 1986; Lellito ve Stead 1987; Sijam ve ark., 1991; Sijam ve ark., 1992; Schaad ve ark., 2001; Mirik, 2005; Şahin, 2015)

Çizelge 4.7. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının biyokimyasal test sonuçları

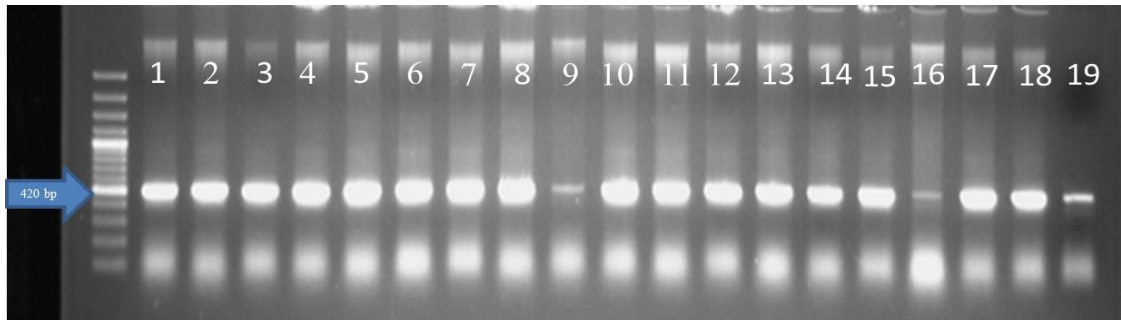
Uygulanan Testler	Biber izolatları (69 izolat)	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	<i>Xanthomonas perforans</i>	<i>Xanthomonas gardneri</i>
Gram testi	-	-	-	-	-
HR testi (tütün)	+	+	+	+	+
Katalaz Testi	+	+	+	+	+
Oksidaz Testi	-	-	-	-	-
Levan Oluşumu	+	+	+	+	+
Nişasta Testi	-/Z*	-	+	+	-
Pektolitik Aktivite Testi	-	-	+	+	-

*Nişasta testinde 54 adet izolat negatif, 15 adet izolat zayıf amilolitik aktivite göstermiştir.

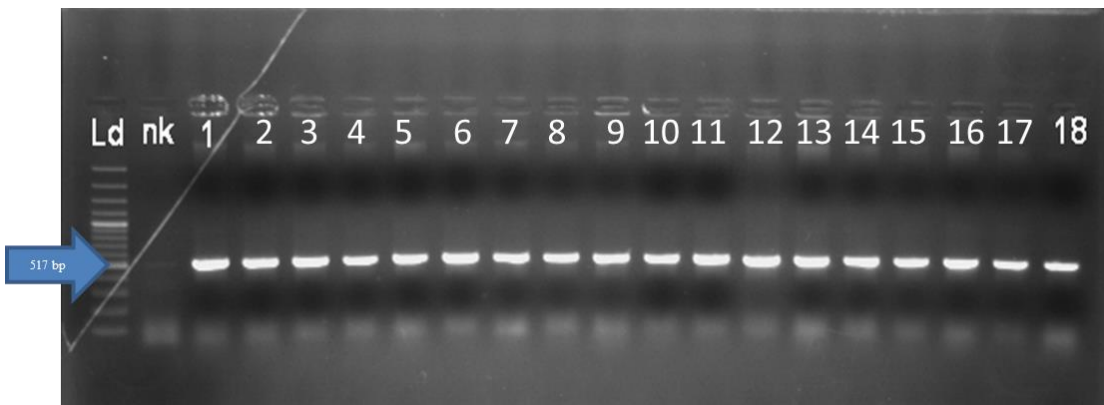
4.7. *Xanthomonas euvesicatoria* İzolatlarının Moleküler Tanı (PCR) Testi

2016 ve 2017 yıllarında elde edilen izolatlardan temsili olarak seçilen 69 re-izolat ile RST65-RST69 (Şekil 4.6), XCVF-XCVR (Şekil 4.7), Bs-XvF-Bs-XvR, Bs-XgF-Bs-XgR, Bs-XpF-Bs-XpR ve Bs-XeF-Bs-XeR primer çiftleri ile PCR testi yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda 69 adet izolatta 173 bp büyüklüğünde bant (Şekil 4.8) gözlemlenerek *X. euvesicatoria* olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.21). *X. vesicatoria* ve *X. perforans* primer çiftleri ile yapılan PCR çalışmasında bant gözlemlenmemiştir. *X. gardneri* primer çifti ile sonuç elde edilememiştir (Şekil 4.9). Nitekim Horuz (2019)' un

yaptığı çalışmada 12 adet izolatın *Xanthomonas euvesicatoria* (Bs-XeF-Bs-XeR), *Xanthomonas vesicatoria* (Bs-XgF-Bs-XgR), *Xanthomonas perforans* (Bs-XpF-Bs-XpR) ve *Xanthomonas gardneri* (Bs-XvF-Bs-XvR) primer çiftleriyle yapılan tanı çalışmasında sadece *Xanthomonas euvesicatoria*’a spesifik primer çifti ile bant oluşumu gözlemlenirken *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas perforans* ve *Xanthomonas gardneri* türlerine ait primer çiftleri ile sonuç alınmadığı ifade edilmiştir.



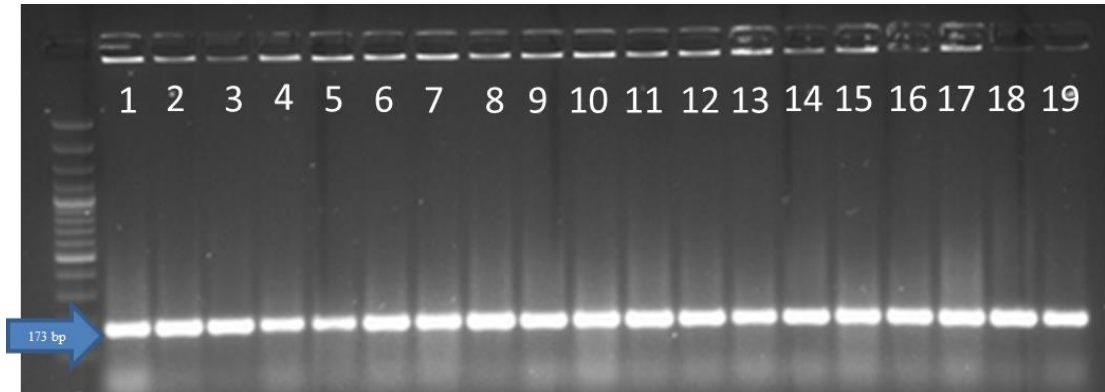
Şekil 4.6 *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının RST65/RST69 primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü (1: z-84/c, 2: 5-24/a, 3: z-96/c, 4: z-57/a, 5: k-18/a, 6: z-67/c, 7: k-20/b, 8: k-14/b, 8: a-13/b, 9: z-55/c, 10: k-4/b, 11: z-66/c, 12: z-65/ b, 13: a-9/c, 14: z-27/c, 15: k-18/a, 16: z-54/c, 17: z-34/a, 18: z-76/b, 19: z-223-b/1)



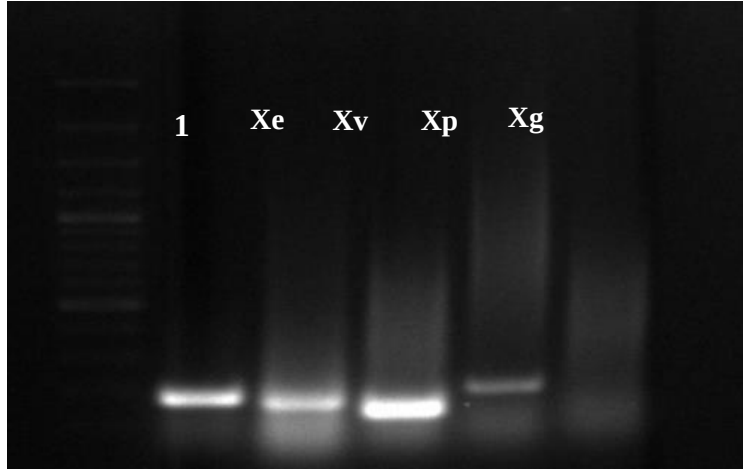
Şekil 4.7. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının XCVF-XCVR primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü (1: Negatif kontrol, 2: z-27/c, 3: z-65/b, 4: z-44/a, 5: k-5/b, 6: z-22/a, 7: z-49/a, 8: k-4/b, 9: z-22/a, 10: z-54/c, 11: z-44/a, 12: z-67/c, 13: k-4/b, 14: k-24/a, 15: k-5/b, 16: z-76/b, 17: z-43/a, 18: k-26/a)

Xanthomonas euvesicatoria’nın tanılmasına yönelik diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Koenraadt ve ark. (2009)

tarafından yapılan çalışmada testlenen 78 izolatın 52 adeti *X. euvesicatoria*, 9 adeti *X. vesicatoria*, 6'sı *X. perforans* ve 3'ü *X. gardneri* olarak belirlenmiştir. Brezilya'da yapılan bir diğer çalışmada ise domates yapraklarında ve meyvelerinde görülen tipik simptomlardan, biber bitkisinden ve domates yapraklarında endofitik veya epifitik olarak elde edilen 209 izolat tanılama testlerine tabi tutulmuştur. Dört primer çifti ile yapılan PCR test sonucunda izolatların 31 tanesi *X. euvesicatoria*, 31 tanesi *X. vesicatoria*, 51 tanesi *X. perforans* ve 51 tanesi *X. gardneri* olarak belirlenmiştir (Araujo ve ark., 2012). Benzer şekilde testlenen 10 adet *Xanthomonas* spp. cinsi içerisinde yer alan izolatların Bs-XeF, Bs-XeR ve Bs-XvF, Bs-XvR primer çiftleri ile yapılan moleküler çalışma sonucunda hiçbir izolat *X. vesicatoria* olarak tanımlanamamış, 8 adet izolat *X. euvesicatoria* olarak tanımlanmış ve 2 izolat ise biyokimyasal testleme sonucu *X. perforans* olarak belirlenmiştir. *X. perforans* ve *X. gardneri* ile moleküler tanılama yapılamamıştır (Eryiğit, 2016). ABD'nin Illinois eyalatinde 2017-2019 yılları arasında yapılan sürveylerde 266 izolat elde edilmiştir. İzolatların tanısı için ilk olarak RST 65-69 primer çiftleri ile tanılama yapılmıştır. 266 adet izolat 420 bp büyüklüğünde bant oluşturarak cins düzeyinde *Xanthomonas* spp. olarak belirlenmiştir. İzolatların filogenetik çalışması yapılarak 133 izolatın *X. perforans*, 133 izolatın ise *X. gardneri* olduğu belirtilmiştir (Khanal ve ark., 2021).



Şekil 4.8. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının Bs-XeF, Bs-XeR primer çiftinin kullanıldığı PCR çalışmalarında elde edilen jel görüntüsü (1: Pozitif kontrol. 2: a-11/d, 3: z-236-a/2, 4: a-25/d, 5: z-22/a; 6: z232-a/1, 7: z-55/c, 8: z-65/b, 9: z-73/b 10: a-3/b, 11: z-232-b/1, 12: z-255-a/2, 13: z-67/c, 14: z-15/a, 15: z255-a/2, 16: k-22/b, 17: z-29/a, 18: z-42/a, 19: z-81/d)



Şekil 4.9. Z-14/a kodlu izolat ve pozitif kontrollerin olduğu jel görüntüsü (1: Z-14/a kodlu izolat Xe: *Xanthomonas euvesicatoria* pozitif kontrol, Xv: *Xanthomonas vesicatoria* pozitif kontrol, Xp: *Xanthomonas perforans* pozitif kontrol, Xg: *Xanthomonas gardneri* pozitif kontrol)

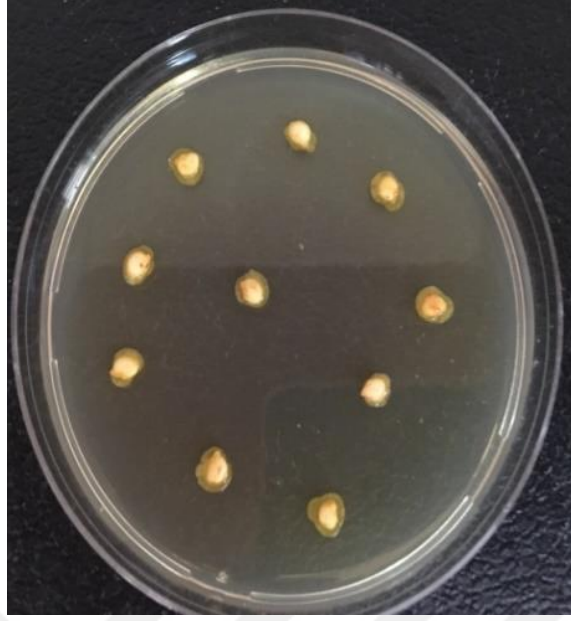
4.8. Bakteri Yoğunluğunun Belirlenmesi

In vitro ve *in vivo* çalışmalarına başlamadan önce belirli absorbans değerine sahip bakteri süspansiyonunun gerçek konsantrasyonunu belirlemek amacıyla King B besi yerinde 48 saat geliştirilmiş referans izolat ile hazırlanan süspansiyondan King B besi yerine yayma ekim yapılmış. 28 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılan petrilere gelişen koloniler sayılmıştır. Yapılan hesaplamada 600 nm’de 0,2 absorbans değerine sahip bakteri süspansiyonunun yoğunluğu 2.3×10^8 hücre/ml olarak belirlenmiştir (Belgüzar, 2014)

4.9. *Xanthomonas euvesicatoria*’nın Yaşam Süresinin Saptanması ve İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi

4.9.1. Patojenin bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi

Xanthomonas euvesicatoria’nın tohumdaki yaşam süresinin belirlenmesi amacıyla tohumlar 100 mg/l rifampicin’e dayanıklı patojen izolatın 5.32×10^8 hücre/ml yoğunluğunda bakteri süspansiyonu ile muamele edilmiştir. Her ay besi yerine ekilen tohumların etrafında görülen sarı renkli koloni (Şekil 4. 10) gelişimine bağlı olarak patojenin tohumda yaşam süresi gözlemlenmiştir (Şekil 4. 11). Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi bulaşık tohumlarda patojenin yaşam süresinin 220. güne kadar devam ettiği belirlenmiştir.



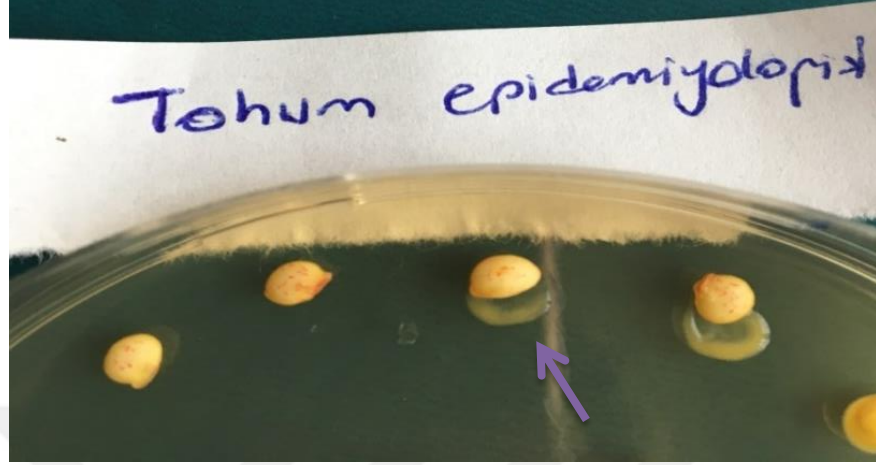
Şekil 4. 10. *Xanthomonas euvesicatoria* ile bulaşık tohumların etrafında gelişen koloniler

Çizelge 4.8. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın bulaşık tohumda yaşam süresinin belirlenmesi

Gün	Bulaşık Tohum Yüzdesi (%)
1. gün	100
33. gün	86
66. gün	78
100. gün	66
129. gün	58
162. gün	40
193. gün	4
220. gün	1
249. gün	0

İki yüz kırk dokuzuncu günden itibaren besi yerine koyulan patojenle bulaşık tohum etrafında bakteriyel gelişim gözlenmemiştir. Böylece *Xanthomonas euvesicatoria*'nın tohumda yaşam süresi 220 gün (7 ay) olarak belirlenmiştir. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın epidemiyolojisine yönelik İsrail'de yapılan çalışmada *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*'nın enfekte olan tohumların patojen miktarının azaldığı, beş aydan sonra sabit seviyeye ulaştığı ve tohum üzerinde virülensliğini devam ettiği belirtilmiştir (Bashan ve ark., 1982). Bizim çalışmamıza benzerlik oluşturan bu

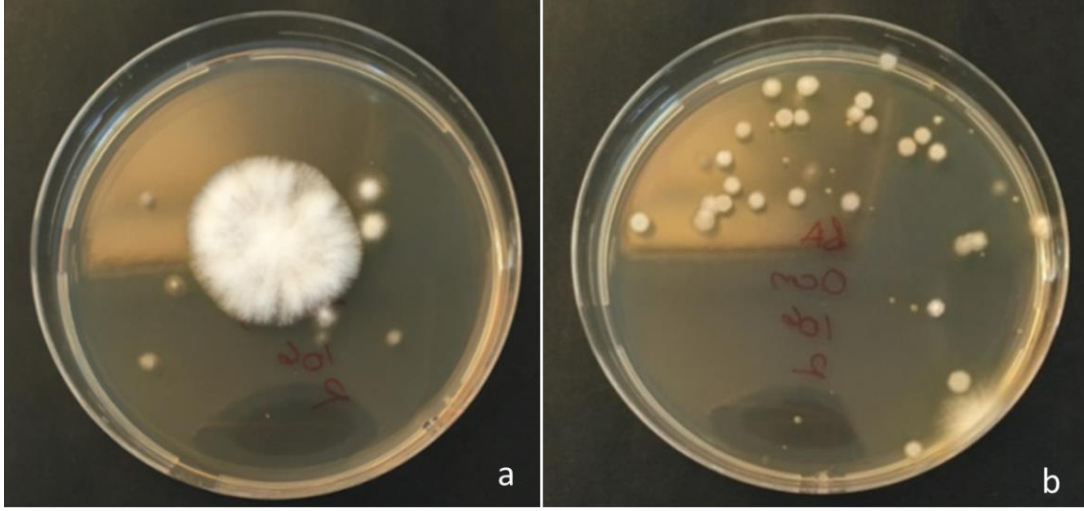
çalışmada ortaya çıkan farklılığın izolatların elde edildiği yer, iklim ve izolatların virülenslik seviyesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4. 11. Tohum etrafında oluşan bakteriyel gelişim olduğu (ok) ve gelişimin olmadığı tohumlar

4.9.2. Topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi

Toprakta bulunan bulaşık bitki artıklarında patojenin yaşam süresini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma, Temmuz 2018’de başlamış olup yaz ve kış dönemi boyunca sürdürülmüştür. Yaz dönemi çalışmaları Temmuz-Eylül aylarını kapsarken kış dönemi çalışmaları Eylül-Temmuz ayları arasındaki zaman diliminde yapılmıştır. Toprağa gömülen bitki artıklarından ilk gün yapılan izolasyonlarda yaz dönemi 6.3×10^{-8} hücre/ml, kış dönemi 5.4×10^{-8} hücre/ml popülasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Toprağın 0 cm ve 20 cm derinliğine gömülen bitki artıklarını içeren tülbentler çıkarılan örneklerden hazırlanan solüsyonlardan yapılan yayma ekimi sonucunda besi yerinde gelişen koloniler sayılmıştır (Şekil 4.12). Bu şekilde hem yaz hem kış dönemine ait yaşam süreleri belirlenmiştir (Çizelge 4.9).



Şekil 4. 12. Bitki artığı solüsyonu yayma ekim sonucu bakteriyel gelişim a) 20 cm derinlikten alınan örnek b) 0 cm derinlikten alınan örnek

Xanthomonas euvesicatoria'nın bitki artıklarında yaz dönemi yaşam süresinin belirlenmesi için yapılan çalışmada bakterinin 0 cm derinliğinde ilk izolasyonlardan itibaren patojenin varlığı giderek azalmış. 60. günde patojen miktarı 1×10^{-6} hücre/g olarak belirlenmiştir. Bundan sonraki periyotlarda yapılan izolasyonlarda patojen elde edilememiştir. 20 cm derinliğinde ise patojen varlığı giderek azalmış ve 30. günde 1×10^6 hücre/g patojen miktarı hesaplanmıştır. Bu tarihten itibaren patojenin izole edilememiştir.

Xanthomonas euvesicatoria'nın bitki artıklarında kış dönemi yaşam süresinin belirlenmesi için yapılan çalışmada ise benzer şekilde bitki artıklarındaki patojen miktarı giderek azalmış ve bakterinin 0 cm derinliğinde 30. güne kadar (Çizelge 4.9), 20 cm derinliğine gömülen bitki artıklarında ise 15. güne kadar yaşadığı belirlenmiş olup daha sonraki günlerde yapılan izolasyonlar sonucu patojen elde edilememiştir. Çalışmamıza benzer şekilde patojenin bitki artıklarında yaşam süresini belirlemek amacı ile yapılan başka bir çalışmada ise dondurularak kurutulması ya da hava ile kuruması sonucunda elde edilen bitki artıklarında bakteri varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Patojenin sıcak hava ile kurutulmuş biber dokularında daha uzun süre hayatta kaldığı, virülensliğini koruduğunu ve dört aydan sonra patojen varlığının sabit seviyelere çekildiği ifade edilmiştir (Bashan ve ark., 1982). Bizim çalışmamızda da dondurularak kurutulan yaprakların kış dönemi, sıcak hava ile kurutulan yaprakların ise yaz dönemi ile paralellik oluşturduğu, yaz dönemi bitki artıklarında patojenin daha uzun

süre yaşadığı görülmektedir. Florida’da yürütülen iki yıllık çalışmada ise *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*’nın bitki artıklarında yaşam süresini ilk yıl 74 gün ikinci yıl 35 gün devam ettirdiği ifade edilmiştir, ayrıca tarlada kalan enfekteli bitki artıklarından dolayı 3 ve 6 ay sonra tekrar hastalık belirtilerinin görüldüğü belirtilmiştir (Jones ve ark., 1986). Ayrıca Jones ve ark. (1998)’nin yaptığı çalışmada domates ırklarında görülen *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* etmeninin toprak yüzeyinde bırakılan bitki artıklarında yaşamını 10 ay sürdürdüğü, toprağa gömülü bitki artıklarda ise 2 ay varlığını devam ettirdiği görülmüştür. Aynı sonuçların bizim çalışmamızda da elde edildiği hem yaz dönemi hem de kış dönemi sonuçları değerlendirildiğinde toprak yüzeyinde patojenin yaşam süresinin daha uzun olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. *Xanthomonas euvesicatoria*’nın topraktaki bitki artıklarında patojenin yaşam süresinin belirlenmesi

Tarih	Yaz dönemi		Kış dönemi	
	0 cm derinlik (hücre/g)	20 cm derinlik (hücre/g)	0 cm derinlik (hücre/g)	20 cm derinlik (hücre/g)
0.gün	6.3×10^{-8}	6.3×10^{-8}	5.4×10^{-8}	5.4×10^{-8}
15.gün	15×10^{-6}	5×10^{-6}	2×10^{-6}	1×10^{-6}
30.gün	10×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	-
45.gün	1×10^{-6}	-	-	-
60.gün	1×10^{-6}	-	-	-
75.gün	-	-	-	-
90.gün	-	-	-	-

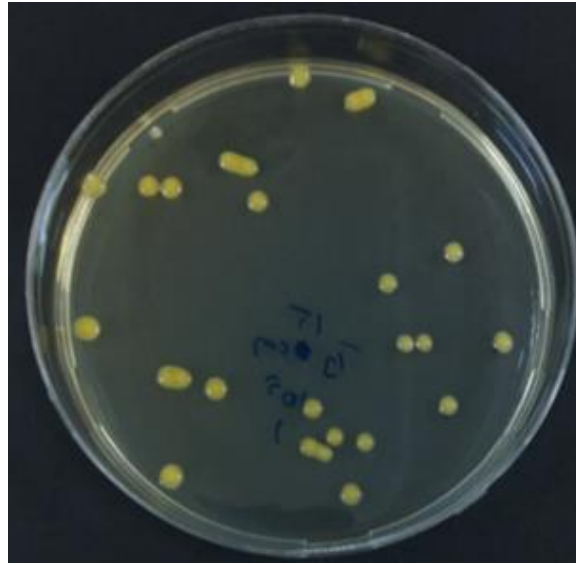
4.9.3. Patojenin bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi

Xanthomonas euvesicatoria’nın topraktaki yaşam süresinin saptanması amacıyla yürütülen çalışmada Temmuz 2018’de başlamış olup yaz ve kış dönemi boyunca sürdürülmüştür. Yaz dönemi çalışmaları Temmuz-Eylül aylarını kapsarken kış dönemi çalışmaları ise Eylül-Temmuz ayları arasındaki zaman diliminde yapılmıştır. Patojenin yaz dönemi topraktan yapılan izolasyonlar sonucunda 105. güne kadar yaşadığı belirlenmiş olup, bu süreyi takip eden haftalarda patojen elde edilememiştir (Çizelge 4.10). *Xanthomonas euvesicatoria*’nın kış dönemi topraktan yapılan izolasyonlar sonucunda 14. güne kadar yaşadığı belirlenmiş olup, patojenin kış dönemi yaşam süresinin daha kısa olduğu görülmüştür (Şekil 4.13). Bashan ve ark. (1982)’de *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*’nın toprakta yaşam süresinin belirlenmesi için

yaptığı çalışmada patojenin toprakta 16 gün yaşadığı ve bundan sonra tespit edilemediği ifade edilmiş olup bizim çalışmamız ile benzer sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın bulaşık toprakta yaşam süresinin belirlenmesi

Gün	Yaz dönemi		Kış dönemi	
	0 cm	15 cm	0 cm	15 cm
0. gün	7.9×10^{-8}	7.9×10^{-8}	8.6×10^{-8}	8.6×10^{-8}
7.gün	2×10^{-4}	2×10^{-4}	4.6×10^{-4}	5.0×10^{-4}
14.gün	2×10^{-4}	2×10^{-4}	0.5×10^{-4}	-
21.gün	-	2×10^{-4}	-	-
28.gün	1.5×10^{-4}	2.5×10^{-4}	-	-
35.gün	1×10^{-4}	2.5×10^{-4}	-	-
42.gün	-	-	-	-
49.gün	2.5×10^{-4}	1×10^{-4}	-	-
56.gün	1.5×10^{-4}	2×10^{-4}	-	-
63.gün	-	1.5×10^{-4}	-	-
70.gün	1×10^{-4}	1.0×10^{-4}	-	-
77.gün	-	-	-	-
84.gün	-	-	-	-
91.gün	-	-	-	-
98.gün	-	-	-	-
105.gün	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	-	-
112.gün	-	-	-	-



Şekil 4. 13. Topraktan yapılan izolasyonlardan elde edilen koloni gelişimi (ilk izolasyon)

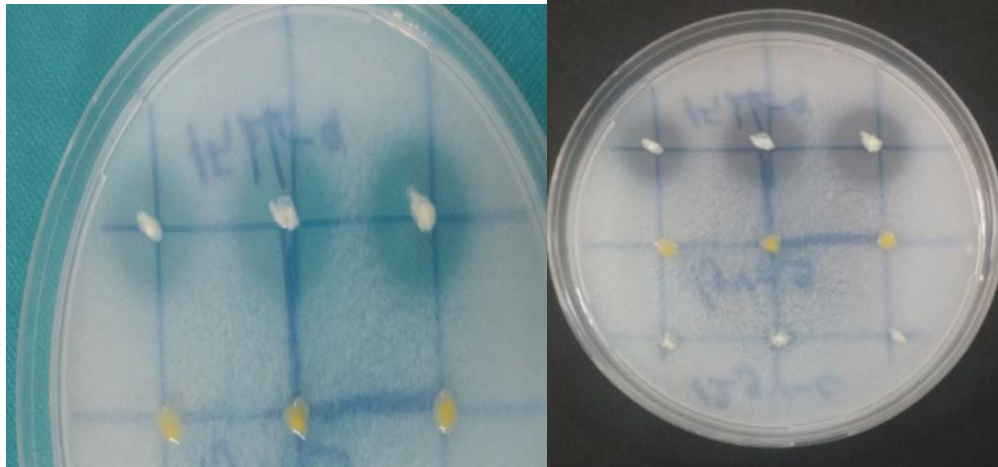
4.10. Biber Bakteriyel Leke Hastalığı'nın Biyolojik Mücadelesi

4.10.1. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin izolasyonu

2017 yılı Eylül ayında Tokat Merkez'e bağlı 7 ve Erbaa ilçesine bağlı 10 olmak üzere 17 tarladan Bitki gelişimini teşvik eden bakterileri elde etmek amacı ile örnekler alınmıştır. Alınan biber bitkisinin kök rizosfer kısmında bulunan toprak ve kılcal köklerden, gövde ve yaprak kısımlarından farklı yöntemler ile izolasyonlar yapılarak 389 adet aday bakteri izolatu elde edilmiştir.

4.10.2. Fosfatı indirgeme özelliğine göre aday bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının seçimi

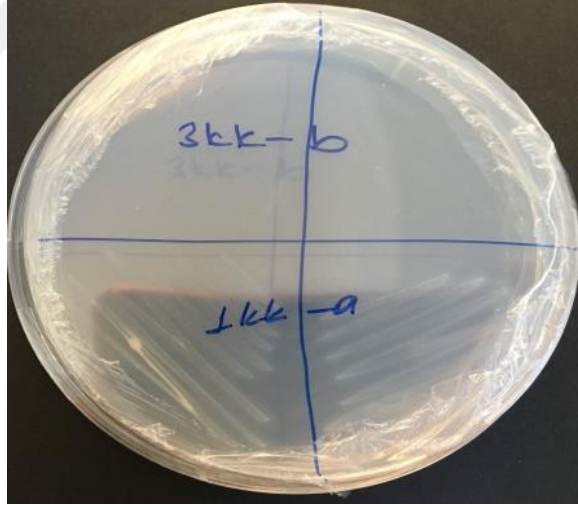
389 adet aday bakteri arasından 94 adet zon oluşturan bakteri izolatu elde edilmiştir (Şekil 4.14). Çalışmamıza benzer şekilde yapılan bir başka çalışmada biber bitkisinin kök ve kök bölgesi toprağından aday PGPR elde etmek amacı ile 189 adet aday izolat elde edilmiştir (Mirik, 2005). Fosfatı indirgeme testi sonucunda aday izolatların arasından 11 izolatın değişen oranlarda etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Absorbans değerlerine bakılarak 3 adet izolat ilerleyen çalışmalarda kullanılmak amacı ile seçilmiştir. Çetinkaya–Yıldız (2007) aday PGPR elde etmek amacı ile yürüttüğü çalışmada toplamda 499 adet aday PGPR izolat elde etmiştir. 34 adet aday PGPR fosfatı indirgeme özelliği göstermiştir.



Şekil 4. 14. Fosfatı indirme testi sonucunda aday izolatların NBRIP besi yerinde fosforu çözmesinden dolayı oluşan zon

4.10.3. Azotu bağlama yeteneğine bakılarak aday bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının seçimi

Fosforu indirgeme özelliğine bakılarak seçilen 94 aday izolat Jensen's besi yerine çizilerek azotu bağlama yeteneklerinin belirlenmiştir (Şekil 4.15). Jensen's besi yerinde 38 adet izolat gelişim göstermiş olup, pozitif olarak kabul edilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Çetinkaya Yıldız (2007)'de domateslerde bakteriyel solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ile kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek mücadele yöntemine dayalı yürüttüğü çalışmada Adana, Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin ve Muğla illerinden temin edilen toprak örneklerinden 499 adet izolattan 21 tanesinin azotu bağlama özelliği gösterdiğini saptamıştır. Bir diğer çalışma da ise PGPR bakterilerin özelliklerini belirlemek ve çeltik fidelerinin gelişimi üzerine yürütülen çalışmada seçilen 30 adet aday PGPR izolatın azotu bağlama özelliğini belirlemek amacı ile yapılan çalışmada 18 adet izolatın azotu bağlama özelliği olduğunu ifade etmişlerdir (Habib ve ark., 2006).



Şekil 4. 15. Jensen's besi yerinde gelişen (1kk-a) veya gelişmeyen bakteriler (3kk-b)

4.10.4. Seçilen aday bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının antagonistik etkilerinin belirlenmesi

Fosforu indirgeme ve azotu bağlama yetenekleri belirleme çalışmaları sonucu elde edilen 38 aday izolatın antagonistik etki belirleme çalışmaları yapılmıştır. Uygulanan yöntemde 23 aday izolat yüksek inhibisyon zonu oluşturmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4. 16. Antagonistik etki çalışması petri görüntüsü

Yapılan antagonistik çalışmanın istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda engelleme zon çapları 1.0- 8.0 mm arasında ölçülmüştür. En büyük engelleme zon çapı bitkinin kök kısmından elde edilen 14k-f-2 kodlu *Bacillus cereus* olduğu belirlenmiştir. Diğer en yüksek engelleme zonu oluşturan izolat ise bitkinin yaprağından elde edilmiştir (Çizelge 4.11). Yine bitkinin kök kısmından elde edilen Kök 12-c kodlu izolat 6.6 mm engelleme çapı oluşturmuş ve *Pseudomonas putida* olduğu, Kök 6-c kodlu izolat ise *Acinetobacter calcoaceticus* olduğu MALTI-TOF MS tekniği ile belirlenmiştir (Çizelge 4.11). En yüksek engelleme zonu oluşturan izolatlar arasından seçilen 1kk-a, Kök 4-a, 14k-f-2, 9g-b, Kök 12-c, Kök 6-c, Kök 2-a, 11k-a-2 kodlu izolatlar ile saksı ve tarla çalışmaları yürütülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Antagonistik etki çalışma sonuçları

Sıra No	İzolat Adı	İzolatın Alındığı Yer	İzolasyon yapılan bitki kısmı	Ortalama engelleme zonu (mm)
1	14k-f-2	Yeşilova	Kök	8.0 ^j
2	Kök 6-c	Çevresu	Kök	4.6 ^{gh}
3	Kök 12-c	Değirmenli	Kök	6.6 ^{ij}
4	9g-b yeni	Tosunlar	Gövde	3.6 ^{cdefg}
5	1kk-a	Değirmenli	Kök	4 ^{defgh}
6	Kök 4-a	Yeşilova	Kök	3.3 ^{bcdefg}
7	1yy-b	Değirmenli	Yaprak	8 ^j
8	5yy-b	Karayatak	Yaprak	1.6 ^{abc}
9	1kk-b	Değirmenli	Kök	2.5 ^{abcdefg}
10	Kök1-a	Değirmenli	Kök	2.1 ^{abcde}
11	4kk-f	Yeşilova	Kök	4.2 ^{efghij}
12	Kök7-b	Çevresu	Kök	5.5 ^{hi}
13	Kök9-c	Tosunlar	Kök	2.5 ^{abcdef}
14	11k-a-2	Tosunlar	Kök	3.2 ^{bcdefg}
15	9kk-b	Tosunlar	Kök	2.5 ^{abcdef}
16	Kök11-d-2	Tosunlar	Kök	5.7 ^{hi}
17	Kök14.10 ⁻¹	Yeşilova	Kök	2.0 ^{abcd}
18	Kök17-e	Değirmenli	Kök	4.5 ^{tgh}
19	Kök8-a	Değirmenli	Kök	3 ^{abcdefg}
20	Kök 14-e	Yeşilova	Kök	1.3 ^{ab}
21	4kk-e	Yeşilova	Kök	1.0 ^a
22	Kök4-a	Yeşilova	Kök	3.3 ^{bcdefg}
23	Kök 2-a	Değirmenli	Kök	3.2 ^{bcdefg}

4.10.5. Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatlarının tütünde aşırı duyarlılık ve patates dilimlerinde yumuşak çürüklük testi

Aday izolatlarının patojen olup olmadıklarını belirlemek için tütün bitkisinde yapılan aşırı duyarlılık (HR) testinde pozitif sonuç vermediği ve patates diliminde yumuşama oluşturmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda izolatların patojen olmadıkları belirlenmiştir.

4.10.6. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerinin MALDI-TOF MS tekniği ile tanınması

Antagonistik etki çalışması sonucunda aday bakteri izolatlarının oluşturmuş olduğu engelleme zonları baz alınarak en fazla zon oluşturan izolatlar MALDI-TOF MS tekniği ile tanınmıştır. Çizelge 4.12’de tanınması yapılan izolatlara ait sonuçlar verilmiştir.

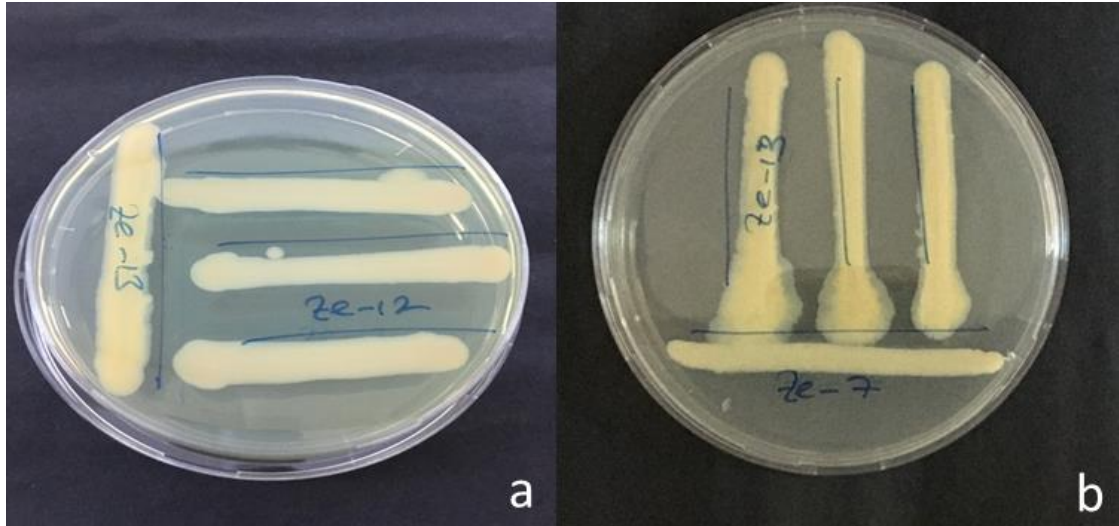
Çizelge 4.12. Aday bakterilerin Maldi-TOF MS tekniği ile tanılama sonuçları

Sıra N.	Stok Kodu	İzolat Kodu	Tanılama Sonucu
1	1kk-a	ZE-2	<i>Enterobacter cloacae</i>
2	Kök4-a	ZE-5	<i>Enterobacter aerogenes</i>
3	14k-f-2	ZE-7	<i>Bacillus cereus</i>
4	9g-b	ZE-8	<i>Microbacterium testaceum</i>
5	Kök 12-c	ZE-12	<i>Pseudomonas putida</i>
6	Kök 6-c	ZE-13	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
7	Kök 2-a	ZE-10	<i>Enterobacter aerogenes</i>
8	11k-a-2	ZE-11	<i>Enterobacter aerogenes</i>

4.11. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı ve Biber Gelişimi Üzerine Olan Etkisi

4.11.1. Saksı ve tarla denemelerinde seçilen aday bakteri izolatlarının birbirleri ile olan antagonistik etki belirleme çalışmaları

Tarla ve saksı çalışmalarında ikili ve üçlü kombinasyonlar şeklinde kullanılacak olan *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putida*, ve *Acinetobacter calcoaceticus* bakterilerinin birbirlerinin gelişimlerini sinerjik veya antagonistik yönde etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda bakterilerin birbirlerinin gelişimlerini engellemediği belirlenmiştir (Şekil 4. 17).



Şekil 4. 17. Aday PGPR, endofit ve epifitik izolatlarının antagonistik etki petri görüntüsü

4.11.2. Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının hastalıklı biber bitkisi üzerine etkisi

Saksı çalışması

Yapılan saksı çalışmasında 21 gün sonra pozitif kontrol bitkilerinde hastalık belirtileri gözlemlenmiştir. Bu aşamada ilk hastalık şiddeti ölçümleri yapılmış ve bunu takip eden 30. günde ikinci sayımlar yapılmıştır.

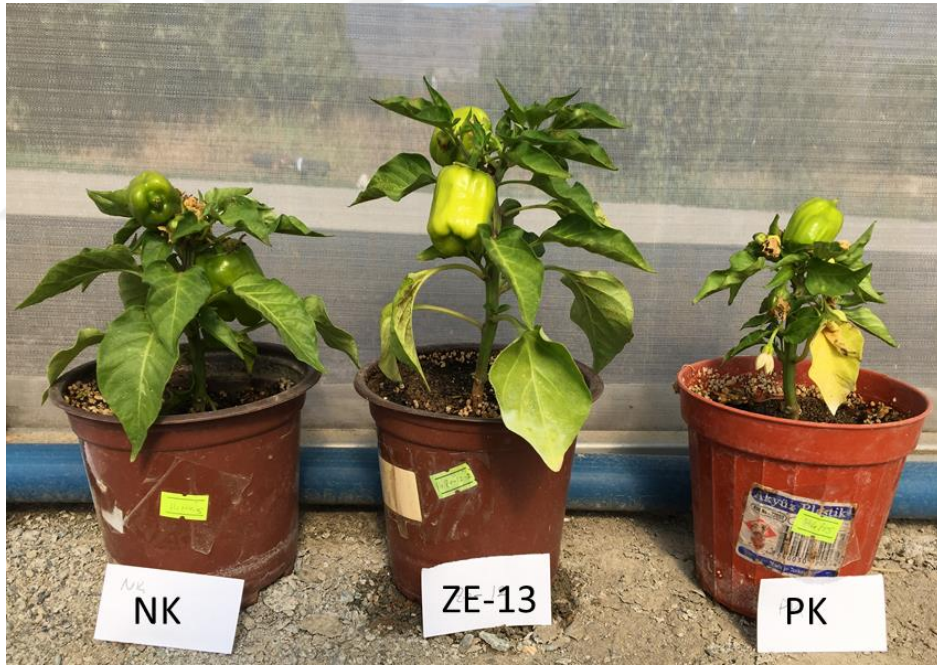
Çizelge 4.13. Saksı çalışmalarında bakteri uygulamalarının hastalık şiddeti ve % engelleme oranları (Birinci ve ikinci sayım sonuçları)

Uygulama	Birinci sayım Hastalık şiddeti	Etki Oranı (%)	İkinci sayım Hastalık şiddeti	Etki Oranı (%)
PK	13.18±1,23b		22.45±0,37b	
ZE-2	8.44±1,22ab	35.9	14.75±1,06a	34.2
ZE-5	7.85±1,52ab	40.4	13.45±1,39a	40
ZE-7	8.55±1,52ab	35.1	10.63±1,07a	52.6
ZE-8	7.23±1,28a	45.1	11.85±0,87a	47.2
ZE-12	6.23±1,42a	52.7	13.88±1,79a	38.1
ZE-13	5.43±0,19a	58.8	14.50±1,38a	35.4
ZE-7+12	5.25±0,49a	60.1	12.18±1,25a	45.7
ZE-7+13	5.55±0,47a	57.8	11.33±1,43a	49.6
ZE-12+13	5.58±0,89a	57.6	13.98±0,84a	37.7
ZE-7+12+13	6.28±0,88a	52.3	12.35±1,16a	44.9

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil ($p>0,05$)

Hastalık şiddeti sonuçları Çizelge 4.13'ta verilmiş olup uygulama yapılmış bitkilerde ortaya çıkan hastalık şiddetinin % engelleme oranları belirlenmiştir. İlk sayım sonuçlarına göre test edilen bakteri izolatlarından ZE-2 %35.9, ZE-5 %40.4, ZE-7 %35.1, ZE-8 %45.1, ZE-12 %52.7, ZE-13 %58.8, ZE-7+12 %60.1, ZE-7+13 %57.8, ZE-12+13 % 57.6 ve ZE-7+12+13 % 52.9 oranında hastalık şiddetini azaltmıştır. Uygulamalar arası yapılan istatistiksel bulgular değerlendirildiğinde ZE-8, ZE-12, ZE-13, ZE-7+12, ZE-7+13, ZE-12+13 ve ZE-7+12+13 uygulamaları pozitif kontrolden farklı, ZE-2, ZE-5 ve ZE-7 bakteri uygulamalarında belirlenen hastalık şiddeti pozitif kontrolle aynı istatistiksel grupta yer almıştır. İkinci sayım sonuçlarına göre ise ZE-2 %34.2, ZE-5 %40, ZE-7 %52.6, ZE-8 %47.2, ZE-12 %38.1, ZE-13 %35.4, ZE-7+12 %45.7, ZE-7+13 %49.6, ZE-12+13 %37.7 ve ZE-7+12+13 uygulamasında ise %44.9 oranlarında hastalığı baskıladığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde uygulamaların hepsinin pozitif kontrolden farklı olduğu ve hastalık şiddeti %34.2 ila

%52.6 arasında değişen oranlarda engelleme olduğu belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Mirik ve ark. (2008) tarafından yürütülen saksı çalışmasında *Bacillus* izolatlarının *Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria* hastalık gelişimini %11-62 oranlarında baskıladığı belirlenmiştir. Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2014) tarafından yapılan çalışmada ise elde edilen sekiz farklı izolat ile yürütülen saksı çalışmasında etkili bulunan Y1.6.7 ve N6.6.21 kodlu PGPR izolatları Domates bakteriyel solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)’na karşı hastalık şiddeti sırasıyla ortalama %38 ve %54 oranında azalttığı ifade edilmiştir. Yapılan başka bir sera çalışmasında ise *Bacillus velezensis* (VMA11p) ve *Pseudomonas soli* (VMA11p) izolatları ile yürütülen sera çalışmasında bakteriyel leke etmeninin (*Xanthomonas vesicatoria*) hastalık şiddetini %53.9 ve %44.2 oranında azalttığı belirtilmiştir (Felipe ve ark., 2021).



şekil 4.18. ZE-13, NK ve PK uygulamalarının yapıldığı bitkilerin genel görüntüsü



Şekil 4. 19. ZE-13, NK ve PK uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök gelişimi

Saksı uygulamasına ait aday bakteri izolatlarının hastalıklı biber bitkisinde bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığına etkileri Ek 2’de yer alan Çizelge 4.23’de verilmiştir. Hastalığın inokule edildiği pozitif kontrolde ortalama bitki boyu 15.7 cm olmuştur. Kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde ZE-7+13 uygulaması farklı bulunmuş olup bitki boyunu %25.6 oranında artırmıştır. Diğer uygulamalar kontrolden istatistiksel olarak farklı grupta yer almamıştır. ZE-2, ZE-5 ve ZE-12 uygulamaları bitki boyunu %3.1, ZE-13 uygulaması %5.4, ZE-7+12 uygulaması %6.2, ZE-12+13 uygulaması %8.6 ve ZE-7+12+13 uygulaması %4.8 oranında artış sağlarken ZE-7 ve ZE-8 uygulamalarında bitki boyunda etki etmediği görülmüştür. Değerlendirme yapılan diğer parametrelerin hepsi istatistiksel olarak kontrole aynı grupta olduğu belirlenmiştir. Kök uzunluğunda en yüksek etki %13.5 ile ZE-5 kodlu *Enterobacter aerogenes* bakteri uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamayı takiben ZE-7+13 kodlu uygulama %13.3, ZE-12 uygulamasında %12.3, ZE-12+13 uygulaması %7.9, ZE-7 uygulaması %4.6, ZE-8 uygulaması % 3.9, ZE-2 uygulaması %3.5 ve ZE-13 uygulaması %3 oranlarında kök uzunluğunun artmasını sağlamıştır (Şekil 4.18; Şekil 4.19). ZE-7+12 uygulaması kök uzunluğunda herhangi bir etki göstermemiştir. Gövde çapları değerlendirildiğinde en yüksek etki %5.7 oranıyla ZE-8 kodlu *Microbacterium testaceum* bakteri uygulamasında belirlenmiştir. Bunu takiben ZE-12+13 uygulamasında

%4.2, ZE-7+13 uygulamasında %4, ZE-7 uygulamasında %3.2, ZE-13 uygulamasında %2.4, ZE-12 uygulamasında %2 ve ZE-5 uygulamasında %0.8 oranında gövde çapını artırmıştır. Ancak ZE-2, ZE-7+12 ve ZE-7+12+13 uygulamalarında gövde çapında herhangi bit etki görülmemiştir. Uygulamaların pazarlanabilir meyve sayısı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı değerlendirildiğinde ise en yüksek etki %15.2 oranında artışı sağlayan ZE-7+12+13 kodlu *Bacillus cereus* +*Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus* üçlü kombinasyon uygulamasında gözlemlenmiştir. Diğer uygulamalardan ZE-12+13, ZE-7, ZE-5, ZE-7+12, ZE-8 ve ZE-2 sırasıyla % 9.6, % 9.1, % 7.3,% 5.5, % 4.9 oranında artış sağlarken ZE-7+13, ZE-13 ve ZE-12 uygulamalarında bitki yaş ağırlığını artırmamıştır. Bitki kuru ağırlığında en yüksek etki ZE-7+13 uygulamasında görülmüştür (%27.9). Bunu takiben ZE-12 uygulamasında %27.4, ZE-7+12+13 uygulamasında %23.4, ZE-8 uygulamasında %22.8, ZE-12+13 uygulamasında %22.5, ZE-7+12 uygulamasında %21.3, ZE-7 uygulamasında %20.8, ZE-5 uygulamasında % 19.3 ve ZE-13 uygulamasında % 14.4 oranında bitki kuru ağırlığında artış görülmüştür. Kök yaş ağırlığında ise en yüksek etki ZE-12+13 kodlu *Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus* uygulaması ile % 21.9 değerinde artış sağlamıştır. ZE-12, ZE-5, ZE-7+12, ZE-2, ZE-7+12+13, ZE-8, ZE-13 ve ZE-7 uygulamaları sırasıyla kök yaş ağırlığını %12.3, % 12.2, % 11.7 , %7.2, %7.1, %8, % 0.8 oranında artırırken ZE-7+13 uygulaması kök yaş ağırlığında etkili olmamıştır. Son olarak kök kuru ağırlığı değerlendirildiğinde ZE-12+13 uygulaması % 29.5 oranında en yüksek etki gösterirken ZE-7 uygulaması %17, ZE-5 uygulaması %12.5, ZE-13 uygulaması %8.8, ZE-7+12 uygulaması %8.4 ve ZE-2 uygulaması da %6.9 oranlarında olumlu yönde bitki kuru ağırlığını artırmıştır. Ancak ZE-7+13 ZE-7 ve ZE-7+12+13 uygulamaları etki göstermemiştir.

Tarla çalışması

Saksı çalışmasının akabinde yürütülen tarla çalışmasına başlamadan önce yaptırılan toprak analiz sonuçları Ek 2’de yer alan Çizelge 4.22’de verilmiştir. Tarla çalışmasında hastalık şiddeti tek sayım yapılarak belirlenmiştir. Tarla şartlarında bitkinin hızlı gelişmesi, iklim şartlarına bağlı olarak nemdeki düşüş ve sıcaklıktaki artış enfeksiyon hızını azaltmıştır (Şekil 4.20). Bu nedenlerden dolayı etkinlik sonuçlarının gerçekliğini azalttığı için ikinci sayım değerlendirmeye alınmamıştır (Çizelge 4.14). Tarla

uygulaması sonucunda ZE-7, ZE-12, ZE-13, ZE-7+12, ZE-7+13, ZE-12+13 ve ZE-7+12+13 uygulamaları biber bakteriyel yaprak lekesi hastalığını sırasıyla %76.6, %77.9, %82.7, %72.2, %71.5, %76.7 ve %75.2 oranlarında azaltmıştır. Tarla çalışmasında en yüksek etki ZE-13 kodlu *Acinetobacter calcoaceticus* olarak tanımlanan izolatta görülmüştür.

Çizelge 4.14. Tarla çalışmalarında bakteri uygulamalarının hastalık şiddeti ve % engelleme oranları (sayım sonuçları)

Uygulama	Sayım sonuçları	% Etki
PK	24.39±1,81b	
ZE-7	5.70±1,46a	76.6
ZE-12	4.95±0,69a	77.9
ZE-13	4.20±0,35a	82.7
ZE-7+12	6.78±1,18a	72.2
ZE-7+13	6.93±1,58a	71.5
ZE-12+13	5.68±0,26a	76.7
ZE-7+12+13	6.03±0,60a	75.2

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil ($p>0,05$)



Şekil 4.20. Tarla çalışmasında gözlemlenen hastalık belirtileri a) Yaprak b) Meyve



Şekil 4.21. Tarla çalışmasında değerlendirme yapılan bitki örnekleri

Çalışmamıza benzer şekilde, Mirik ve ark. (2008) tarafından yürütülen tarla çalışmalarında kullanılan PGPR izolatlarının yapılan yağ asit profillerine göre M1-3 %36, M3-1 %71 ve H8-8 %46 benzerlik oranlarında *Bacillus megaterium* olarak tanımlanan PGPR izolatlarının hastalık şiddetini ilk yıl tarla denemesinde %38-67, ikinci yıl tarla denemesinde ise %57-63 oranında azalttığı ifade edilmiştir. Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2014) tarafından yapılan çalışmada ise *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Domates bakteriyel solgunluk hastalığı)'ın hastalık şiddeti Y1.6.7.+N6.6.21 kodlu PGPR uygulamasının tarla koşullarında %43 oranında engellediği ifade edilmiştir.

Tarla uygulamasına ait aday bakteri izolatlarının hastalıklı biber bitkisinde bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığına etkileri Çizelge 4.24' te verilmiştir. Tarla uygulamasında değerlendirme yapılan parametrelerin hepsi istatistiksel olarak kontrol ile aynı grupta bulunmuştur. Hastalıklı bitkilerdeki bitki boyu değerlendirildiğinde yüksek etki ZE-12+13 kodlu *Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus* uygulamasında belirlenmiştir (%3.8). Diğer uygulamalardan ZE-7 %2.6, ZE-12 %4.7, ZE-7+12 %3.7 ve ZE-7+13 uygulaması %3.1 oranlarında artış sağlamıştır. Ancak ZE-13 ve ZE-7+12+13 uygulamaları bitki boyunda azalmaya neden olmuştur. Genel olarak

uygulamalar bitkide kök uzunluğunu artırmıştır. En yüksek etki %13.8 oranıyla ZE-7+12 (*Bacillus cereus* + *Pseudomonas putida*) uygulamasında elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda ise ZE-7+12+13 % 12.4, ZE-7 %11.8, ZE-12 %11.1, ZE-13 %1.95, ZE-7/13 %7.8, ZE-12+13 %6.2 oranlarında artırmıştır. Gövde çapı değerlendirildiğinde ise en yüksek değer %35.8 ile ZE-7+13 uygulamasında elde edilmiştir. ZE-7 uygulaması %10.8, ZE-12 uygulaması %10, ZE-13 uygulaması %13.5, ZE-7+12 uygulaması %10.4, ZE-12+13 uygulaması %11.2 ve ZE-7+12+13 uygulaması %1.4 oranlarında gövde çapını artırmıştır. Saksı çalışmasının aksine bakteri uygulamaları meyve sayısı üzerinde olumlu etki göstermiştir. En yüksek etki ile ZE-7+12 uygulaması meyve sayısında %28.2 oranında artış sağlamıştır. Diğer uygulamalar ZE-7 %26, ZE-12 %17.5, ZE-7+13 %16.9, ZE-12+13 %10.4 ve ZE-7+12+13 %15.6 oranlarında meyve sayısını artırmıştır. Bitki yaş ağırlığını üzerinde ZE-7 uygulaması %26.5, ZE-7+12 uygulaması %26.6, ZE-12 uygulaması %22.9, ZE-7+13 uygulaması %12.9, ZE-12+13 uygulaması %16.2 ve ZE-7+12+13 uygulaması %1.1 oranlarında bitki yaş ağırlığını artırırken ZE-13 uygulaması etkili olmamıştır. Bütün uygulamaların bitki kuru ağırlığında artış sağlamıştır. En yüksek etki ZE-12 kodlu *Pseudomonas putida* (%21.7), ZE-7 kodlu *Bacillus cereus* (%21) uygulamalarında ve bunların ikili kombinasyonlarında (%20.6) görülmüştür. Buna ilaveten ZE-13 uygulaması %8.3, ZE-7+13 uygulaması %10.9, ZE-12+13 uygulaması %13.6 ve ZE-7+12+13 uygulaması %5.6 oranlarında bitki kuru ağırlığını artırmıştır. Kök yaş ağırlığı değerlendirildiğinde en yüksek etki %29 ile ZE-12+13 (*Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus*) uygulamasında belirlenmiştir. Diğer uygulamalardan ZE-7 uygulaması %25.8, ZE-12 uygulaması %28.5, ZE-13 uygulaması %9.5, ZE-7+12 uygulaması %25.5, ZE-7+13 uygulaması %13.4 ve ZE-7/12/13 uygulaması %18 oranında artış sağlamıştır. Son olarak kök kuru ağırlığı üzerinde en yüksek etki ZE-7 uygulamasında görülmüştür (%29). Takiben ZE-12 uygulaması %28.2, ZE-7+12 uygulaması %20.8, ZE-7+13 uygulaması %21.2, ZE-12+13 uygulaması %22.7 ve son olarak ZE-7+12+13 uygulamaları %14.9 oranlarında kök kuru ağırlığını artırmıştır.

4.11.3. Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkilerin büyümesi üzerine etkisi

Saksı Çalışması

Aday bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkisinin gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülen saksı uygulamasına ait parametreler olan bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığına etkileri belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Değerlendirmeye alınan parametrelerde uygulamaların hepsi bitkinin gelişimini belirli oranlarda artırmıştır fakat bu artış kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Sağlıklı bitkilerde bitki boyu değerlendirdiğinde en yüksek etki ZE-7+12 (*Bacillus cereus*+*Pseudomonas putida*) uygulamasında %15.2 oranında artırdığı belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ZE-7+13 uygulaması %10.8, ZE-12+13 uygulaması %7.03, ZE-12 uygulaması %3.9 ve ZE-5 uygulaması %2.5 oranında bitki boyunu artırmıştır fakat ZE-8, ZE-7, ZE-2, ZE- 7+12+13 ve ZE-13 uygulamaları bitki boyunda azalmasına neden olmuştur. Kök uzunluğu açısından yapılan değerlendirmede ZE-7+12 uygulaması %7.2, ZE-7+13 uygulaması %4.6 ve ZE-12+13 uygulaması %1.1 oranında kök uzunluğunu artırırken, ZE-12, ZE-8, ZE-2, ZE-5 ve ZE-7 ve ZE-7+12+13 uygulamaları kök uzunluğuna etki etmemiştir. Gövde çapı değerlendirilirken en yüksek etki %10.2 oranı ile ZE-12+13 (*Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus*) kombinasyonunda elde edilmiştir. Diğer uygulamada sırasıyla ZE-2 uygulaması %5.4, ZE-5 uygulaması %1.5, ZE- 7 uygulaması %3.6, ZE-8 uygulaması %5.4, ZE-12 uygulaması %1.2, ZE-13 uygulaması %6.4, ZE- 7+12 uygulaması %4, ZE-7+13 uygulaması %7.7 ve ZE-7+12+13 uygulaması %7.7 oranlarında gövde çapını artırmıştır. Uygulamalar meyve sayısı bakımından incelendiğinde en yüksek etkinin %13.9'luk oranla ZE-12+13 kombinasyonunda olduğu değerlendirilmiştir. Diğer uygulamalar sırasıyla ZE-2 uygulaması ve ZE-12 uygulaması %5.5, ZE-5 uygulaması ve ZE-12 uygulaması %4.2, ZE-7+12 uygulaması %10.5, ZE-7+12+13 uygulaması %6.8 oranında meyve sayısını artırmıştır. ZE-7 uygulaması ve ZE-8 uygulaması meyve sayısına etki etmemiştir. Bitki yaş ağırlığını değerlendirildiğinde ise ZE-2 uygulaması %8.8 ve ZE-7+13 uygulaması %1.9 oranında artırırken diğer uygulamalar bitki yaş ağırlığını artırmamıştır. Bitki kuru ağırlığı değerlendirildiğinde en yüksek etki ZE-7+12 uygulamasında %16.3 oranında artırırken diğer uygulamalar ZE-7+13 uygulaması %11.7, ZE-12+13 uygulaması %10.8,

ZE-7+12+13 %7.2 ve ZE-5 uygulaması %1.2 oranlarında bitki kuru ağırlığını artırmıştır. Sağlıklı biber bitkilerinin kök yaş ağırlığını en fazla oranda artıran uygulama ZE-13 uygulaması (*Acinetobacter calcoaceticus*)’ında %9.3 olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalar değerlendirildiğinde ise ZE-7+12 uygulaması %4.02 ve ZE-12+13 uygulaması %2.4 oranlarında kök yaş ağırlığını artırırken ZE-2, ZE-5, ZE-7, ZE-8, ZE-7+13 ve ZE-7+12+13 uygulamaları etki etmemiştir. Kök kuru ağırlığı değerlendirildiğinde ise ZE-13 ve ZE-12+13 uygulamaları %15.9, ZE-7+12 uygulaması %15.4, ZE-7+12+13 uygulaması %9.5, ZE-7+13 uygulaması %8.1, ZE-2 uygulaması %6.9 ve ZE-5 uygulaması %4.7 oranında kök kuru ağırlığını artırmıştır. Ancak ZE-7, ZE-8 ve ZE-12 uygulamaları kök kuru ağırlığına etki etmemiştir.

Tarla Çalışması

Aday bakteri izolatlarının sağlıklı biber bitkisinin gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülen tarla uygulamasına ait parametreler olan bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığına etkileri belirlenmiştir (Çizelge 4.26). Sadece kök kuru ağırlığı istatistiksel olarak önemli düzeyde kontrolden farklı bulunmuştur. Değerlendirmeye alınan diğer parametreler belirli oranlarda bitkinin gelişiminde artış sağlamıştır. Fakat bu artış kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bitki boyu değerlendirildiğinde en yüksek artış %12.3 değeriyle ZE-12 uygulamasında elde edilmiştir. ZE-7 uygulaması %11.5, ZE-12 uygulaması %12.3, ZE-13 uygulaması %6.9, ZE-7+12 uygulaması %11.1, ZE-7+13 uygulaması %10.7, ZE-12+13 uygulaması %5.1 ve ZE-7+12+13 uygulaması %5.8 oranlarında bitki boyunu artırmıştır. Kök uzunluğu değerlendirildiğinde en yüksek etki ZE-7+12 (*Bacillus cereus* + *Pseudomonas putida*) kombinasyonunda belirlenirken (%11.8), ZE-7 uygulaması %8.1, ZE-12 uygulaması %5.9, ZE-13 uygulaması %1.9, ZE-7+13 uygulaması %4.95, ZE-12+13 uygulaması %5.9 ve ZE-7+12+13 uygulaması %8.3 oranlarında bitki kök uzunluğunu artırmıştır. Gövde çapları değerlendirildiğinde en yüksek etki ZE-13 uygulamasında %16.7 olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise ZE-7 %14.6, ZE-12 %16.3, ZE-7+12 %14.9, ZE-7+13 %14.1, ZE-12+13 %8 ve ZE-7+12+13 %9.5 oranlarında gövde çapını artırmıştır. Meyve sayısı bakımından değerlendirildiğinde en yüksek etkinin %40.5 oranıyla ZE-12+13 (*Pseudomonas putida*+*Acinetobacter calcoaceticus*) kombinasyonunda belirlenmiştir. Diğer uygulamaların ise ZE-7 uygulaması %3.4, ZE-

12 uygulaması %34, ZE-13 uygulaması %31.2, ZE-7+12 %17.3, ZE-7+13 %32.6, ZE-7+12+13 %38.6 oranlarında meyve sayısını artırmıştır. Bitki yaş ağırlığı değerlendirildiğinde en yüksek etki ZE-12 uygulamasında %37.2 oranında belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise ZE-7 uygulaması %33.5, ZE-13 uygulaması %32.9, ZE-7+12 uygulaması %30.4, ZE-7+13 uygulaması %32.5, ZE-12+13 uygulaması %24.4 ve ZE-7+12+13 uygulaması %24.1 oranlarında bitki yaş ağırlığında artırmıştır. Bitki kuru ağırlığı değerlendirildiğinde en yüksek etki %30.8 değeriyle ZE-12 uygulamasında elde edilmiştir. Diğer uygulamalar ZE-7 uygulaması %28.5, ZE-13 uygulaması %27.8, ZE-7+12 uygulaması %24.1, ZE-7+13 uygulaması %27.3, ZE-12+13 %15.4 ve ZE-7+12+13 uygulaması %26.5 oranında bitki kuru ağırlığını artırmıştır. Kök yaş ağırlığı değerlendirildiğinde ise en yüksek etki ZE-12 uygulamasında %29.2 oranında belirlenirken ZE-7 uygulaması %24.8, ZE-13 uygulaması %27.4, ZE-7+12 uygulaması %28.6, ZE-7+13 %18.8, ZE-12+13 uygulaması %3.2 ve ZE-7+12+13 uygulamasında %22.9 oranlarında kök yaş ağırlıklarını artırmıştır. Son olarak Kök kuru ağırlığı değerlendirildiğinde ise ZE-7+12 uygulaması (*Bacillus cereus* + *Pseudomonas putida*) kombinasyonunda %32.4 oranında bitki kök ağırlığında artış sağlamış ve kontrole kıyasla istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalar ise sırasıyla ZE-7 uygulaması %27.5, ZE-13 uygulaması %29.5, ZE-13 uygulaması %25.7, ZE-7+13 uygulaması %18.9, ZE-12+13 uygulaması %5.0 ve ZE-7+12+13 uygulaması %22.1 oranlarında bitki kuru ağırlığını artırmıştır.

Bitki gelişimini teşvik eden aday bakteri izolatları ile yürütülen saksı ve tarla uygulamaları sonucunda hastalık şiddetinin hem saksı hem de tarla denemelerinde azaldığı yapılan istatistiksel hesaplamalar ile ortaya konmuştur. Saksı denemesinde %34.2 ile %49.6 oranında, tarla denemesinde ise %71.5 ile %82.7 arasında değişen oranlarda hastalık şiddetinin azaldığı görülmüştür. Uygulamada kullanılan bakterilerin sağlıklı biber bitkisinin gelişimi üzerine etkisi yönünden incelendiğinde değerlendirme yapılan bitki boyu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gibi parametreler değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin tek tek değerlendirilmesi sonucunda uygulamaların istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı bulunmadığı belirlenmiştir. Sadece tarla demesinde kök kuru ağırlığı kontrolden farklı olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Çalışmamıza benzer şekilde Shrestha ve ark. (2014) tarafından yürütülen çalışmada kullanılan laktik asit bakterilerin hem serada hem de tarla çalışmalarında hastalığı önemli derecede azalttığı, bazı izolatların negatif kontrole kıyasla büyümeyi teşvik ettiği, bazı izolatların ise bitki büyümesini teşvik edici etkisinin değişkenlik gösterdiği, bunun yanında kullanılan bazı izolatların ise sera ve tarla deneylerinde önemli bir etki göstermediği ifade edilmiştir. Ayrıca saksı çalışmamız kapsamında bazı uygulamaların olumsuz yönde etkileri de söz konusu iken tarla çalışmasında aday izolatların uygulamalarının olumsuz yönde etki oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise bitkilerin gelişimini sağladığı toprak özellikleri, toprağın besin element yapısı, kök kolonizasyonu, çevresel parametreler, rekabet ve antagonistik metabolitlerin üretimi ve iklim şartlarında görülen değişikliklerin (sıcaklık ve nem) neden olabileceği düşünülmektedir. Akköprü ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada *Xanthomonas euvesicatoria*’ya karşı biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılan dört adet endofit bakterinin *in-vitro*’da patojene karşı etkinlik göstermediğini izolatlardan birinin domates bitkisinde hastalık şiddetini %37 oranında engellediği, fakat biberde bu etkinin gözlemlenmediği belirtilmiştir. Endofit bakterilerin biyolojik mücadelede kullanımlarının etkinliği endofit bakteri, patojen ve konukçu bitki arasındaki kombinasyona göre değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda *in vitro*’da etkili bulunan izolatlar *in vivo* denemelerinde başarılı olmayabilir, her iki deneme sonuçları birbiri ile paralel olmayabilir (Belgüzar ve ark., 2021). Çalışmamızda hastalıklı ve sağlıklı biber bitkilerinde uygulama yapılan bitki gelişimini teşvik eden bakteriler istatistiksel olarak kontrol grubu ile aynı değerlendirilse de kıyaslama yapılan parametreler içerisinde yer alan bitki boyu, gövde çapı, meyve sayısı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı belirli oranlarda özellikle tarla çalışmasında artmıştır. Daha önceki çalışmalarda kullanılan ve bizim çalışmamızda da yer alan *Pseudomonas putida* (ZE-7)’nin özellikle siderofor üretimini artırdığı, *Bacillus cereus* (ZE-12) izolatının özellikle fosfatı indirgediği ve *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13)’un indol asetik asit üretimi, fosfatı indirgeme ve azot fiksasyonu özelliklerine sahip olduğu yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir. Bunun yanı sıra *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerinin oksin sentezini sağladığı, *Pseudomonas*’ların hızlı çoğalabildiği ve antibiyotik ürettiği, *Bacillus*’ların ise bakteriyotoksin ürettiği, sistemik dayanıklılığı aktive ettiği ve ikincil metabolit üretimini sağladığı belirtilmiştir. Biber bitkilerinde

meydana gelen olumlu yönde artışların bu bakterilerin yukarıda bahsedilen özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmekte olup, yürüttüğümüz çalışma diğer çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir (Santoyo ve ark., 2012; Kang ve ark., 2012; Felipe ve ark., 2021).



5. SONUÇ

Ülkemizde biber üretiminde onikinci sırada yer alan Tokat ilinde bakteriyel leke hastalığının bölge ve tarlada bulunma oranlarının belirlenmesi, hastalık etmeninin tanılanması, bölge koşullarında epidemiyolojisi ve biyolojik mücadele olanaklarının incelenmesi hedeflenen doktora çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Tokat ili Merkez, Pazar, Turhal ve Erbaa ilçelerinde biber üretim alanlarında Bakteriyel Leke Hastalığının tarlada bulunma ve bölgede yaygınlık oranlarının belirlenmesi amacıyla 2016 ve 2017 yıllarında Haziran-Ağustos aylarında sürvey çalışmaları yapılmıştır. 2016 yılında 32 adet biber tarlası, 2017 yılında 41 biber tarlası olmak üzere toplamda 73 köy arazisinde sürvey yapılmıştır. 2016 yılında 351'da lık alanda hastalığın bölgede yaygınlık oranı %53.6, hastalığın tarlada bulunma oranı %35.8 olarak belirlenmiştir. 2017 yılında ise toplamda 454 da'lık alanda hastalığın bölgede yaygınlık oranı %9.9 ve hastalığın tarlada bulunma oranı %42.9 olarak belirlenmiştir. 2016 yılı ilçe sürveyleri değerlendirildiğinde Merkez'de hastalığın tarlada bulunma oranı 107 da'lık alanda %30.5, Pazar ilçesinde 6 da'lık alanda %33.0, Turhal'da 60 da'lık alanda %40.0 ve Erbaa'da 178 da'lık alanda %39.2 olarak belirlenmiştir. Hastalığın bölgede yaygınlık oranları değerlendirildiğinde ise en fazla biber üretiminin yapıldığı Erbaa ilçesinde %77.8, Merkez'de %63.6, Pazar'da %33 ve Turhal'da yaygınlık oranları değerlendirildiğinde 2016 yılı ile paralel olarak en fazla biber üretiminin yapıldığı Erbaa ilçesinde %27.3, Merkez'de %8.2, Pazar'da %3.2 ve Turhal'da %1.0 olarak bulunmuştur. Hastalığın tarlada bulunma oranı ise Tokat ili Merkez'de 29 da'lık alanda %16.7, Pazar ilçesinde 42 da'lık alanda %40.0, Turhal'da 33 da'lık alanda %50.0 ve Erbaa'da 300 da'lık alanda %65.0 düzeyinde olmuştur.

2. Sürveyler sonucunda laboratuvara getirilen hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda 2016 yılında 346 adet izolat ve 2017 yılında 225 adet olmak üzere 571 adet izolat elde edilmiştir. Elde edilen izolatlardan temsili olarak seçilen 69 adet re-izolat ile morfolojik, biyokimyasal, patojenite testleri ve tanıyı destekleyici PCR analizleri sonucunda *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanmıştır. Tanılama işlemi ülkemizde bu etmenin sınıflandırmasına yönelik yapılan ilk çalışmalar arasında yer almaktadır.

3. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın tohum, toprak ve bitki artıklarında yaşam süresini belirlemek amacı ile yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda *Xanthomonas euvesicatoria*'nın tohum kökenli bulaşmaların inokulum kaynağı olduğu belirlenmiştir. Yapılan yöntemle göre etmenin tohum üzerinde 220. gün (7 ay) boyunca yaşamını devam ettirdiği belirlenmiştir. Ayrıca toprakta yaşam süresinin yaz döneminde 105. gün, kış döneminde ise 14. gün canlı kalabildiği belirlenmiştir. Bitki artıklarında ise yaz dönemi 60. gün, kış dönemi 30. güne kadar yaşamını devam ettirdiği görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda etmenin bitki artıkları ve topraktan bir sonraki yıla taşınmasının mümkün olmadığı fakat tohumun ise en önemli inokulum kaynağı olabileceği belirlenmiştir.

4. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın bitki gelişimini teşvik eden bakteriler ile biyolojik mücadelesine yönelik yürütülen çalışma da ise, 2017 yılı Eylül ayında Tokat Merkez'e bağlı 7 ve Erbaa ilçesine bağlı 10 tarla olmak üzere 17 tarladan bitki gelişimini teşvik eden bakterileri elde etmek amacı ile sörveyler yapılmıştır. Sörvey yapılan biber üretim alanlarından alınan bitkilerin kök rizosfer kısmında bulunan toprak ve kılcal kökler, gövde ve yaprak kısımlarından farklı yöntemler ile izolasyonlar yapılarak 389 adet aday bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatı elde edilmiştir. Potansiyel biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılacak izolatları belirlemek amacıyla fosforu indirgeme, azotu bağlama ve antagonistik etki çalışmaları yürütülmüştür. Antagonistik etki sonucunda altı adet izolat seçilerek Malti-TOF MS tekniği ile tanılama işlemi yapılmıştır. Tanılama işleminden sonra seçilen izolatların biber bakteriyel leke hastalığına etkisine yönelik saksı ve tarla denemeleri yürütülmüştür. Ayrıca elde edilen aday izolatlarının sağlıklı biber bitkisinde gelişime olan etkisine de değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan izolatların biber bitkisinin gelişimine önemli düzeyde katkı sağlamadığı belirlenmiştir. Fakat izolatların hastalık şiddetini saksı denemelerinde %34.2 ile %49.6 arasında değişen oranlarda, tarla denemelerinde ise %71.5 ile %82.7 arasında değişen oranlarda hastalığı baskıladığı belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abbasi PA, Weselowski B. 2015. Efficacy of *Bacillus subtilis* QST 713 formulations, copper hydroxide, and their tank mixes on bacterial spot of tomato. *Crop Prot* 74:70–76
- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267
- Abdurrahman FF, Ahamed KM, Amein TAM. 2020. Comparison among various control methods of tomato bacterial spot disease (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*). *Rafid J Sci* 29:20–28. <https://doi.org/10.33899/rjs.2020.164471>
- Ahmad, F., Ahmad, I., ved Khan, M. S., 2005. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of azotobacter and fluorescent pseudomonas in the presence and absence of tryptophan. *Turk J. Biology*, 29:29-34
- Akköprü A., Çakar K. ve Hussein A., 2018, Effects of Endophytic Bacteria on Disease and Growth in Plants under Biotic Stress, *YYÜ TAR BİL DERG.* (YYU J AGR SCI), 2018, 28(2): 200-208, Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)
- Aktaş S., 2015, Domates Öz Nekrozuna Neden Olan Etmenlere Karşı Pggpr Ve Biyoajanbakterileri Kullanılarak Kontrollü Koşullarda Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji Bilim Dalı Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Altundag S, Aslim B. 2011. Effect of some endemic plants essential oils on bacterial spot of tomato. *J Plant Pathol* 93:37–41.
- Anonim 2008, Karahan A., Ülke G. Ve Üstün N., 2008, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı araştırmaları Daire Başkanlığı, Ziraat Mücadlee Teknik Talimatları, Editör: Mete Aydemir, Cilt No: 3, syf: 96-98
- Anonim 2019, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiSağlığı/Hizmetleri/hastalık_zararlıları_ile_mücadele_dokumanları/biber.pdf
- Anonim, 2020, https://tr.wikipedia.org/wiki/Tokat%27%C4%B1n_il%C3%A7eleri, Erişim Tarihi: 19.11.2020 Tokat İlçe resmi
- Araujo E.R., Costa J.R., Ferreira M.A.S.V and. Quezado-Duval A.M., 2012, Simultaneous detection and identification of the *Xanthomonas* species complex associated with tomato bacterial spot using species-specific primers and multiplex PCR, *Journal of Applied Microbiology*, ISSN 1364-5072, Original article
- Areas Maysa S., Goncalves Ricardo M, Soman Jose M., Sakate Renate K., Gioria R., Junior Tadeu A. F da Silva. and Antonio C. Maringoni, 2015, Prevalence of *Xanthomonas euvesicatoria* on Pepper in Brazil, *J Phytopathol*, doi: 10.1111/jph.12349, Short Communication,
- Aysan, Y., and F. Sahin, 2003. Occurrence of bacterial spot disease, caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, on pepper in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Plant Pathology*, 52:781.
- Aysan, Y., F. Sahin, R. Cetinkaya-Yildiz, M. Mirik and Y. Yucel. 2005. Occurrence and primer inoculum sources of bacterial stem rot caused by *Erwinia* species on tomato in the eastern Mediterranean region of Turkey. *J. Plant Diseases and Protection*. 112(1): 42-51.
- Bagy, H.M.K., Abo-Elyousr, K.A., 2019. Antibacterial activity of some essential oils on bacterial spot disease of tomato plant caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*. *Int. J. Phytopathol.* 8, 53–61.
- Bashan Y., Diab S. and Okon Y., 1982. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper seeds and roots in symptomless and dry leaves in non-host plants and in the soil, Division of Plant Pathology, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet, 68, 161-170 (1982). 0032-079X/82/0642-0161\$01.50 Ms. 4983

- Basım E., Basım H., Dickstein ER., Jones JB. 2004. Bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on greenhouse tomato in the Western Mediterranean Region of Turkey. *Plant Disease*, 88:1048
- Basım E., Basım H., Özkan G. ve Sağdıç O., 2012, Antibacterial activity of the methanol extracts of two endemic *Sideritis* species of Turkey against plant pathogenic bacteria, *Scientific Research and Essays* Vol. 7(48), pp. 4146 -4150, 10 December, Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>, DOI: 10.5897/SRE12.673, ISSN 1992-2248 ©2012 Academic Journals
- Belgüzar S., 2014, Tokat Yöresinde Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığı Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'nin Tanımlanması ve Epidemiyolojisi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı
- Belgüzar S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2016, Tokat İlinde Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı ve Etmenin (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Tanımlanması, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, <http://ziraatdergi.gop.edu.tr/>, Araştırma Makalesi/Research Article, JAFAG ISSN: 1300-2910 E-ISSN: 2147-8848 (2016) 33 (2), 34-40 doi:10.13002/jafag973
- Belgüzar S., Yanar Y. Ve Aysan Y., 2018, Tokat İlinde Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığı'nın (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Epidemiyolojisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2018: 15 (03)
- Belgüzar, S., Ciner, I., Eroglu, Z., & Yanar, Y., 2021. Effects Of Rhizobacteria On Tomato Bacterial Cancer And Wilt Disease. *Feb Fresenius Environmental Bulletin*, 1075.
- Beran P. Mraz I., Kokoskova B., Bohata A., 2015, Monitoring the occurrence of bacterial spot of tomato and pepper in the Czech Republic and development of new PCR primers for detection of *Xanthomonas vesicatoria*, *Eur J Plant Pathol* (2015) 141:617–621, DOI 10.1007/s10658-014-0554-y
- Beran P. ve Mraz I., 2012, Species-specific PCR primers for detection of *Xanthomonas vesicatoria*, *Crop Protection* 43 (2013) 213e215, Short communication
- Beran P. ve Mraz I., 2013, Species-specific PCR primers for detection of *Xanthomonas vesicatoria*, *Crop Protection* 43 (2013) 213e215
- Bergey, D. H. 1930, *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 3rd Edition. Williams and Wilkins Co., Baltimore, USA.
- Bernal R.F., Berger R.D., 1996, The Spread of Epiphytic Populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on Pepper in the Field, *J. Phytopathology* 144, 479-84 (1996), ISSN 0931-1785, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
- Bora, T., ve Karaca, I. 1970., Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Bornova, Ege Üniversitesi Matbaası. P:39.
- Bora, T., ve Özaktan, H. 1998. Bitki hastalıkları ile biyolojik savaş. Prizma Matbaası, İzmir. P:205.
- Bouzar, H., Jones, J. B., Minsavage, G. V., Stall, R. E. & Scott, J. W. (1994c). Proteins unique to phenotypically distinct groups of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* revealed by silver staining. *Phytopathology* 84, 39±44.
- Bouzar, H., Jones, J. B., Somodi, G. C., Stall, R. E., Daouzli, N., Lambe, R. C., Felix-Gastelum, R. & Trinidad-Correa, R. 1996. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* race variation in tomato and pepper Fields of Mexico. *Can J Plant Pathol* 18, 75±77.
- Bouzar, H., Jones, J. B., Stall, R. E., Hodge, N. C., Minsavage, G. V., Benedict, A. A. & Alvarez, A. M. (1994a). Physiological, chemical, serological, and pathogenic analyses of a worldwide collection of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* strains. *Phytopathology* 84, 663±671.
- Bouzar, H., Jones, J. B., Stall, R. E., Somodi, G. C., Kelly, R. O. & Daouzli, N. (1994b). Phenotypic characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* strains from, the Caribbean and Central America. *Phytopathology* 84, 1069

- Byrnea J.M., Dianese A.C., Jia P., Campbell H.L., Cuppels D.A. and Louwsc F.J., 2005, Biological control of bacterial spot of tomato under Weld conditions at several locations in North America, *Biological Control* 32 408–418
- Chandrasekara M., Chul Chun S. 2016. Induction of defence-related enzymes in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants treated with *Bacillus subtilis* CBR05 against *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Biocontrol Science and Technology*, ISSN: 0958-3157 (Print) 1360-0478.
- Chaube, H. S. and Singh, U. S. 1991. *Plant Disease Management: Principles and Practices*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Chien, Y.-C.; Huang, C.-H. Biocontrol of Bacterial Spot on Tomato by Foliar Spray and Growth Medium Application of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma asperellum*. *Eur. J. Plant Pathol.* 2020, 156, 995-1003.
- Coqueiro, D. S. O.; Souza, D.; Maraschin, M.; Di Piero, R. M. 2011, Chitosan reduces bacterial spot severity and acts in phenylpropanoid metabolism in tomato plants. *J. Phytopathol.*, 159, 488–494
- Çetinkaya-Yıldız R. 2007. Domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al.]’nin tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, (Doktora Tezi), Adana.
- Çetinkaya-Yıldız, R., ve Aysan, Y., 2014. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Bitki Büyüme Düzenleyici Kök Bakterileri ile Biyolojik Mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5 (1): 9-22s
- Dadasoglu F., Kotan R., Cakir A., Karagöz K., Dikbaş N., Ozer H., Kordali Ş. ve Çakmakçı R. 2016. Use of Essential Oils And Extracts From *Satureja* And *Origanum* Species As Seed Disinfectants Against *Xanthomonas Axonopodis* Pv. *Vesicatoria* (Doidge) Dye, *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 25 – No. 12a/2016, pages 5989-5998
- De Ley, J., 1978 Modern molecular methods in bacterial taxonomy: evaluation, application, prospects. In *Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*, Angers, pp. 347±357.
- Diab S., Bashan Y., Okan Yand Henis Y., 1982, Effect of Relative Humidity on Bacteria Scab Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper, *Ecology and Epidemiology*, 72:1257-1260
- Doidge, E.M., 1920. A tomato cancer. *J. Dep. Agric. Union S. Afr.* 1, 718e721.
- Dowson, W. J., 1939. On the systemic position and generic names of the gram negative bacterial pathogens. *Zentrabl. Bakteriöl. Parasitenk, Infectionskr. Hyg. Abs. II* 100:177-193.
- Dutta, B., Gitaitis, R., Sanders, H., Booth, C., Smith, S., and Langston, D. B., Jr. 2014. Role of blossom colonization in pepper seed infestation by *Xanthomonas euvesicatoria*. *Phytopathology* 104:232-239.
- Dye, D. W., 1966. Cultural and biochemical reaction of additional *Xanthomonas* species. *N.Z. J. Sci.* 9:913-919
- Dye, D. W., 1978. Genus IX. *Xanthomonas*. Dowson (1939). In a proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria. Edit: J. M. Young, D. W. Dye, J. F. Bradbury, C. G. Panagopoulos, and C. F. Robbs N Z J Agric Res 21, 153-177.
- EL-Fiki, I. and M. H. El-Habbak. 2016. Effect of Some Commercial Bacteriotoxicants on Development of Bacterial Spot Disease in Tomato Caused by *Xanthomonas vesicatoria*. *Middle East J*, 5: 841-55.
- El-Hendawy Hoda H., Osman Mohamed E. and Sorour Noha M, 2005. Biological control of bacterial spot of tomato caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by *Rahnella aquatilis*, *Microbiological Research* 160 (2005) 343—352
- Erkan S, Saygılı H. 1987. The preliminary studies on the isolation of the bacteriophages of some phytopathogenic bacteria. *J Turki Phytopathol* 16: 71–76

- Eryiğit G., 2016. Domates Ve Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Neden Olan *Xanthomonas* Türlerinin Klasik Ve Moleküler Yöntemlerle Tanısı, Ege Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- FAO. 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>, Erişim tarihi:06.01.22
- Felipe V., Bianco .MI., Terrestre M., Mielnichuk N., Romero A.M., Yaryura P.M., 2021. Biocontrol of tomato bacterial spot by novel *Bacillus* and *Pseudomonas* strains, , Eur J Plant Pathol 160:935–948, <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02297-6>, Accepted: 17May 2021
- Fira D., Dimkić I., Berić T., Lozo J.and Stanković S., 2018. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species, Journal of Biotechnology 285 (2018) 44–55
- Ganeva D., Aleksandrova K. and Bogatzevska N., 2014. Sources of Resistance to Races of *Xanthomonas vesicatoria* Causal Agent of Bacterial Spot of Tomatoes, Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 1, 2014
- Gardner, M. W. and Kendrick, J. B. 1921. Bacterial spot of tomato. J. Agric. Res. 21:123-156.
- Gardner, M. W., Ve Kendrick, J., 1923. Bacterial spot of tomato and pepper. Phytopathology, 13:307-315.
- Giovanardi D, Biondi E, Perez S et al., 2015. Seed transmission of *Xanthomonas vesicatoria* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato and *Xanthomonas euvesicatoria* in pepper and implementation of seed disinfection methods. In: Macic D, Glavendekc M, Nicot P, eds. Proceedings of the VII Congress on Plant Protection. Belgrade, Serbia: Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS, IOBC-WPRS, 53–8
- Habib SH, Kausar H, Saud HM, Ismail MR, Othman R 2016. Molecular characterization of stress tolerant plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for growth enhancement of rice. Int J Agric Biol 18:184–191
- Hahm M-S Sumayo M Hwang Y-J Jeon S-A Park S-J Lee JY Ahn J-H Kim B-S Ryu C-M Ghim S-Y . 2012. Biological control and plant growth promoting capacity of rhizobacteria on pepper under greenhouse and field conditions. The Journal of Microbiology 50, 380–385.
- Hankin, L. ve Sands, D.C., 1977. Microwave treatment of tobacco seed to eliminate
- Hardoim, P. R., van Overbeek, L. S.ve Elsas, J. D. 2008 Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. Trends Microbiol. 16, 463–471
- Hassan Eman O., Zyton Marwa A., 2017. Management of Bacterial Spot of Pepper Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, American Journal of Bioscience and Bioengineering 2017; 5(1): 41-49, doi: 10.11648/j.bio.20170501.17, ISSN: 2328-5885 (Print); ISSN: 2328-5893 (Online), <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/bio>
- Horuz S., Aysan Y. 2018. Biological control of watermelon seedling blight caused by *Acidovorax citrulli* using antagonistic bacteria from the genera *Curtobacterium*, *Microbacterium* and *Pseudomonas*. Plant Protect. Sci., 54: 138–146.
- Horuz S. 2019. Identification of *Xanthomonas* spp. Disease Agent/s and The Effect Of Chemical Seed Treatments to Control Bacterial Spot of Pepper , Fresenius Environmental Bulletin, volume 28-No. 9/2019, pages 6786-6792
- Johri, J. K., Surange, S., Narula, C. S., 1999. Occurrence of salt, pH, and temperature-tolerant, phosphate-solubilizing bacteria in alkaline soils. Current Microbiology, 39:89-93.
- Jones, J. B., Bouzar, H., Somodi, G. C., Stall, R. E., Pernezny, K., El-Morsy, G., and Scott, J. W. 1998. Evidence for the preemptive nature of tomato race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida. Phytopathology 88:33-38.
- Jones, J. B., Lacy, G. H., Bouzar, H., Stall, R. E., and Schaad, N. W., 2004. Reclassification of the *Xanthomonads* associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. System. Appl. Microbiol. 27:755-762.

- Jones, J. B., Pohronezny, K. L., Stall, R. E., and Jones, J.P. 1986. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop, residue, weeds, seeds, and volunteer tomato plants. *Phytopathology* 76:430-434.
- Jones, J. B., Stall, R. E., Somodi, G. C., Bouzar, H. & Hodge, N. C. 1995. A third tomato race of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Plant Dis* 79, 395±398.
- Jones, J., Lacy, G., Bouzar, H., Stall, R., Schaad, N., 2006. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. *Syst. Appl. Microbiol.* [Erratum: *Syst. Appl. Microbiol.* (2006) 29, 85e86.].
- Kang, S. H., Soo Choh., Cheong H., Minryu C., Kim J. F. ve Park Seung-Hwan, 2007, Two Bacterial Entophytes Eliciting Both Plant Growth Promotion and Plant Defense on Pepper (*Capsicum annuum* L.), *J. Microbiol. Biotechnol.*, 17(1), 96–103
- Kang, S.M., A.L. Khan, M. Humayun, Z. K. Shinwari, Y.H. Kim, G.J. Joo and I.J. Lee. 2012. *Acinetobacter calcoaceticus* ameliorated plant growth and influenced gibberellins and functional biochemicals. *Pak. J. Bot.*, 44(1): 365-372
- Karaca, İ., ve Saygılı, H., 1982. Batı Anadolu'nun bazı illerinde domates ve biberlerde görülen bakteriyel hastalıkların oranı, etmenleri, belirtileri ve konukçu çeşitlerinin duyarlılığı üzerine araştırmalar. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildiri Özetleri, 12-15 Ekim, Adana, 182-192.
- Kavitha R, Umesha S. 2007. Prevalence of bacterial spot of tomato fields of Karnataka and effect of biological seed treatment on disease incidence. *Crop Prot* 26:991–997
- Khanal, S., Hind, S. R., Babadoost, M., 2021. Occurrence of bacterial spot in Illinois tomato felds and characteristics of the causal agents. *HortScience*, 56, 8–12.
- Kılıç R. 2010. Sera Koşullarında Potasyum Uygulamalarında Farklı Biber Genotiplerinin Gelişimi Üzerine Etkisi Ve Biberlerde Potasyum Etkinliğinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi Toprak Bölümü Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.
- Kizheva Y, Vancheva T, Hristova P., Stoyanova M., Stojanovska M., Moncheva P., and Bogatzevska N, 2013. Identification Of *Xanthomonas* Strains From Tomato And Pepper And Their Sensitivity To Antibiotics And Copper, *Bulgarian Journal of Agricultural Science, Agricultural Academy*, 19 (2) 2013, 80–82
- Kim Ji-Hoon, Kang Wee-Soo and Yun Sung-Chul, 2014. Development of a Model to Predict the Primary Infection Date of Bacterial Spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) on Hot Pepper, *Plant Pathol.*, The Plant Pathology Journal, The Korean Society of Plant Pathology J. 30(2) : 125-135, <http://dx.doi.org/10.5423/PPJ.OA.09.2013.0090>, pISSN 1598-2254 eISSN 2093-9280
- King, E.O., M.K. Ward ve D.E. Raney 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and flouresin. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 44: 301-307
- Klement, Z., and Goodman, R. N., 1967. The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 5:17-44.
- Klement, Z., Mavridis, A., Rudolph, Kand Vıdaver, A., 1990. Inoculation of plant tissue. In: *Methods in Phytobacteriology* (Edts: Klement, Z., Rudolph, K., and Sands, D. C.), 99.
- Kloepper, J. W., R. M. Zablotowicz, E. M. Tipping, and R. Lifshitz. 1991. Plant Growth Promoting Mediated by Bacterial Rhizosphere Colonizers. *The Rhizosphere and Plant Growth*, D. L. Keister and P. B. Cregan eds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 315-326
- Koenraad, H., B. van Betteray, R. Germain, G. Hiddink, J. B. Jones and J. Oosterhof, 2009. Development of Specific Primers for the Molecular Detection of Bacterial Spot of Pepper and Tomato. *Acta Hort. (ISHS)*, 808: 99–102.
- Kotan, R., 2017. Sözlü görüşme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Öğretim üyesi, Erzurum, (15.09.2017).
- Kovacs, N., 1956. Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction. *Nature (London)*, 178:703.

- Krishnamurthy, K., ve Gnanamanickam, S. S., 1998. Biological control of rice blast by *Pseudomonas fluorescens* strain Pf-14: Evaluation of a marker gene and formulations. *Biological Control*. 13:158-165.
- Küsek, M., Çınar, Ö., 2007. Asmada (*Vitis vinifera* L.) *Agrobacterium vitis*'e karşı PGPR'lerin biyolojik mücadele kullanım olanakları. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi. 27-29 2007, Isparta. s188
- Kyeon Min-Seong, Son Soo-Hyeong., Noh Young-Hee., Kim Yong-Eon., Lee Hyok-In. And Cha Jae-Soon., 2016. *Xanthomonas euvesicatoria* Causes Bacterial Spot Disease on Pepper Plant in, *Plant Pathol. J.* 32(5) : 431-440 (2016), <http://dx.doi.org/10.5423/PPJ.OA.01.2016.0016>, pISSN 1598-2254 eISSN 2093-9280
- Lamini, S., Cornelius E. W., Nutsugah S. K., Aseidu- Coffie S., Miller S., Gilbertson R., 2015, Molecular Identification of Bacteria Spot of Tomato Incited by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, from Fields in the Ashanti, Brong Ahafo and the Upper East Regions of Ghana, *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, Volume 2, Issue 2, ISSN (Online): 2348 – 3997)
- Lelliot, R.A., and Stead, D.E., 1987. Diagnostic procedures for bacterial plant diseases. In *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants* 58-59. Blackwell Scientific Publications, 216p.
- Lue Y. S., Deng W. L., Wu Y. F., Cheng A. S., Hsu S. T., and Tzeng K. C. 2010, Characterization of *Xanthomonas* Associated with Bacterial Spot of Tomato and Pepper in Taiwan, *Plant Pathology Bulletin* 19: 181-190, 2010
- Mariano, RLR ; McCarter, SM. 1992. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *P. syringae* pv. *syringae* and *P. viridiflava*: survival on seeds and epiphytic growth on tomato seedlings originated from contaminated seeds., *Summa Phytopathologica* Vol.18 No.3-4 pp.247-254 ref.35, ISSN 0100-5405
- Mbega E.R., Mabagala R.B., Mortensen C.N., Wulff E.G. 2012. Evaluation of essential oils as Seed Treatment for the control of *Xanthomonas* spp. associated with the bacterial leaf spot of tomato in Tanzania, *J. Plant Pathol.*, 10.4454/JPP.FA.2012.024
- Mcguire R. G., ve Jones, J. B., 1984. Detection *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in tomato. In: *Detection of bacterial in seed and other planting material*. (Edts: A. W. Saettler, N. W. Schaad and D. A. Roth. APS Press The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota). P:58-62.
- Mitrev S., Karov I. And Spasov D., 2001. Races Of *Xanthomonas Vesicatoria* Isolated From Pepper In Macedonia, UDC 632.35:635.649 (497.7), Original Research Paper, Opatija, Croatia, 37th Croatian Symposium on Agriculture. Summary
- Mirik M. ve Aysan Y., 2005. Effect of Some Plant Extracts as Seed Treatments on Bacterial Spot Disease of Tomato and Pepper, *J. Turk. Phytopath.*, Vol. 34 No. 1-3, 9-16, 2005 ISSN 0378 - 8024
- Mirik M. ve Aysan Y., 2009. Detection of *Xanthomonas Axonopodis* pv. *vesicatoria* In Naturally Infected pepper Seeds In Turkey, *Journal of Plant Pathology*, Vol. 91, No. 2 (July 2009), pp. 433-436, Published by: Società Italiana di Patologia Vegetale, Accessed: 04-01-2019 13:11 UTC
- Mirik M., 2005. Biberde Bakteriyel Leke Etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın Tanınması Ve Bitki Büyüme Düzenleyici Rizobakteriler İle Biyolojik Mücadele Olanakları, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Mirik M, Aysan Y. ve Cinar O. 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with *Bacillus* strains. *Turk J Agri For* 32:381–390
- Mitrev, S. ve Pejcinovski, F. 1998. *Xanthomonas vesicatoria* causal agent of bacterial spot of pepper, cv. kurtovska kapija. Yearbook for Plant Protection, Vol. X, Skopje.
- Mitrev S. Pejcinovski F., 1999. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* causal agent of bacterial spot of pepper cv. Kurtovska kapija yearbook for plant protection, X: 151-163
- Moss W.P., Byrne J.M., Campbell H.L., Ji P., Bonas U., Jones J.B. and Wilson M., 2007. Biological control of bacterial spot of tomato using hrp mutants of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Biological Control* 41 (2007) 199–206

- Nautiyal, C. S., 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. FEMS Microbiology Letters, 170:265- 270.
- Obradovic A., Mavridis A., Rudolph K., Janse Jaap D., Arsenijevic M., Jones J.B., Minsavage G. V. And Wang Jaw-F., 2004. Characterization and PCR-based typing of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from peppers and tomatoes in Serbia, European Journal of Plant Pathology 110: 285–292, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands
- 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.
- Park D.S., Shima J. K., Kim J. S., Limb C. K., Shrestha R., Hahna J. H., Kim H. G., 2009. Sensitive and specific detection of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by PCR using pathovar-specific primers., based on rhs family gene sequences, Microbiological Research 164 (2009) 36-42
- Pecenka, J., Kocanova M., Baranek M., Gazdik F., Ragasova L., Penazova E., Cechova J., Beran P., Eichmeier A., 2020. Species-specific PCR primers for the detection of poorly distinguishable *Xanthomonas euvesicatoria*, Crop Protection 127 104978
- Potnis N., Imilsin S., Strayer A., Shantharaj D., Barak J.D., Paret M. L., Vallad G. E. And Jones J., 2015. Bacterial spot of tomato and pepper: diverse *Xanthomonas* species with a wide variety of virulence factors posing a worldwide challenge, Molecular Plant Pathology (2015) 16(9), 907–920 DOI: 10.1111/mpp.12244
- Rashid T. S. 2021. Bioactive metabolites from tomato endophytic fungi with antibacterial activity against tomato bacterial spot disease Rhizosphere, 17 (2021), p. 100292, 10.1016/j.rhisph.2020.100292
- Ritchie, D.F., 2000. Bacterial Spot of Pepper and Tomato. The Plant Health Instructor. Retrieved from American Phytopathology Society. Updated 2007. Retrieved January 1, 2018 from. <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/prokaryotes/Pages/Bacterialspt.aspx>.
- Roach R., Mann R., Gambley C.G., Shivas R.G., Chapman T. and Rodoni B., 2020, Pathogenicity and copper tolerance in Australian *Xanthomonas* species associated with bacterial leaf spot, Crop Protection 127 (2020) 104923, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104923>
- Saygılı H., Aysan Y., Şahin F., Soylu S., ve Mirik M., 2019, Bitki Bakteri Hastalıkları , Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Yayın no: 2.08-025-0028/B-1.syf no ; 249-255.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., and Chun, W., 2001, Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria, Third Edition, APS PRESS, St. Paul, Minnesota, 373p.
- Santoyo, G., Orozco-Mosqueda, M. D., and Govindappa, M. 2012. Mechanisms of biocontrol and plant growth-promoting activity in soil bacterial species of *Bacillus* and *Pseudomonas*: a review. *Biocontrol Sci. Technol.* 22, 855–872. doi: 10.1016/j.micres.2008.08.007
- Sevic M., Gasic K., Ignjatov M., Mijatovic M., Prokic A. And Obradovic A., 2019. Integration of biological and conventional treatments in control of pepper bacterial spot, Crop Protection 119 (2019) 46–51, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.006>
- Shrestha A, Kim BS, Parka DH (2014) Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid bacteria on pepper. *Biocontrol Sci Tech* 24(7):763–779. doi:10.1080/09583157.2014.894495
- Shukla A., Gupta S.k., 2005. Role of epidemiological factors on the development of bacterial spot (*Xanthomonas vesicatoria*) of tomato, Indian Phytopath. 58 (3) : 319-322
- Siddiqui ZA. 2005. PGPR: Bitki Patojenlerinin Prospektif Biyokontrol Ajanları. In: Siddiqui ZA (eds) PGPR: Biyokontrol ve Biyofertilizasyon, Springer, Dordrecht DOI:https://doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_4
- Sijam, K., Chang, C.J. and Gitaitis, R.D. 1991. An agar medium for the isolation and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from seed. *Phytopathology*, 81, 831– 834.
- Sijam, K., Chang, C.J. and Gitaitis, R.D. 1992. A medium for differentiating tomato and pepper strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Can. J. Plant Pathol.* 14, 182– 184

- Simonton, T.E., Robinson, D., Gillard, C., Jordan, K. & Trueman, C.L. 2021. Transmission of *Xanthomonas gardneri* to tomato seedlings during transportation and transplanting. *Crop Protection*, 141, 105472
- Stall RE, Jones JB, Minsavage GV. 2009. Durability of resistance in tomato and pepper to *Xanthomonas* causing bacterial spot. *Annu Rev Phytopathol* 47:265–284.
- Stall, R. E., 1993. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*: cause of bacterial spot of tomato and pepper. In : *Xanthomonas* (Edts; J.G. Swing and E.L. Civerolo. Great Britain by St.
- Stefanova, M., Rizo, S.G., Romeu, C., Coronado, M.F., Larrinaga, M.L., 2005. *In vitro* bactericidal activity of essential oils from *Hyptis suaveolens* (L.) Poit and *Coleus amboinicus* (Lour), *Biocontrol of Bacterial Plant Diseases*, 1st Symposium, pages: 69-71
- Stevens, F. L., 1925. *Plant Disease Fungi*. MacMillan Co., New York, USA.
- Stoyanova, M., Vancheva, T., Moncheva, P. and Bogatzevska, N. 2014. Differentiation of *Xanthomonas* spp. causing bacterial spot in Bulgaria based on biolog system. *Int. J. Microbiol.* 2014:495476.
- Sun X., Nielsen M.C., and Miller W., 2002. Bacterial Spot of Tomato and Pepper, *Plant Pathology Circular No. 129 (Revised)* Fl. Dept. Agriculture & Cons. Svcs, April/May 2002 Division of Plant Industry
- Sutic, D., 1957. Bakterioze crvenog patlidzana (Tomato bacteriosis). In : *Posebna Izd Inst Zasht Bilja Beograd*, vol 6, pp 1-65 (Special edition). Beograd: Institute of Plant Protein. (English summary: *Rev Appl Mycol* 36, 734-735).
- Sülü, S. M., Bozkurt, I. A., and Soylu, S. 2016. Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21, 103–111. Available online at: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/226513>
- Şahin, F., 1997. Detection, identification and characterization of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by traditional and molecular methods, and resistance in *Capsicum* species to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. PhD Thesis. The Ohio State University. p:181.
- Şahin, F., 2001. Pepper races 7,8 and 10 of *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* isolated From Diseased Pepper Plants in Turkey. *Plant Pathology*, 50:809
- Şahin A. ve Küsek M., 2015. Kahramanmaraş İlinde Yetiştirilen Biberlerde Biber Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeninin Belirlenmesi, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 18(2), 2015, *KSU J. Nat. Sci.*, 18(2), Araştırma Makalesi
- TUIK, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>, Erişim tarihi: 08.10.2020
- Vancheva T., Stoyanova M., Tasheva-Terzieva E., Bogatzevska N., Moncheva P., 2018. Molecular methods for diversity assessment among *Xanthomonas* of Bulgarian and Macedonian pepper *Brazil Journal of microbiology*, 49S (2018) 246–259, <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.08.011>
- Zitter Thomas A 2004. *Pepper Disease Control It Starts with the Seed* Professor, Department of Plant Pathology Cornell University, Ithaca, NY 14853

7. EKLER

Ek-1: Besi yerleri ve Hazırlanışı

Nutrient Agar (NA) Besi Yeri (Lelliot ve Stead, 1987)

Nutrient Agar 13 g
Distile Su 1000 ml
121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir.

Nutrient Broth (NB) Sıvı Besi Yeri (Lelliot ve Stead 1987)

Nutrient Broth 8 g
Distile Su 1000 ml
121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir.

Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat (YDC) Agar (Lelliott ve Stead, 1987)

Yeast Extract 10.0g
Dextrose 20.0g
Calcium Carbonate 20.0g
Agar 15.0g
Distile Su 1000ml
121°C'de 15 dakika otoklav edilmiştir.

Tween B Besi Yerinde (McGuire ve Jones, 1986)

Peptone 10.0g.
KBr 10.0g
CaCL₂ 0.25g
Borik Asit 0.30g
Agar 15.0g
Distile Su 100ml

121°C'de 15 dakika otoklav edilmiştir. Ortam 50°C'ye kadar soğutularak içerisine aşağıdaki kimyasallar ilave edilmiştir.

Tween 80 10.0ml
Cycloheximide 50.0mg
Cephalexin 65.0mg
5-flouracil 12.0mg
Tobramycin 0.4mg

CKTM Besi Yeri (Sijam ve ark, 1992)

Distile Su 900ml
Soy Peptone 2.0g
Bacto Tryptone 2.0g
Dekstroz 1.0g
L-glutamine 6.0g
L-histidine 1.0g
(NH₄)₂ HPO₄ 0.8g
KH₂PO₄ 1.0g
MgSO₄ 7H₂O 0.4g
CaCl₂ 0.25g
Borik asit 0.30g

Agar 15.0g
121°C’de 15 dakika otoklav edilmiştir. Ortam 50C’ye kadar soğutularak içerisinde
Tween 80 10.0ml
Cycloheximide 50.0mg
Bacitracin 100.0mg
Neomycin sulphate 10.0mg
100ml distile su içerisinde eritilen;
Cephalexin 65.0mg
5-flouracil 12.0mg
Tobramycin 0.4mg ilave edilmiştir.

SNA Besi Yeri (Lelliot ve Stead, 1987)

Nutrient Agar 13.0g
Sukroz 50.0g
Distile Su 1000ml
121°C’de 15 dakika otoklav edilmiştir.

King B Besi Yeri (King ve ark 1954)

Proteose Peptone 20.0g
Gliserin 10.0ml
K₂HPO₄ 1.5g
MgSO₄·7H₂O 1.5g
Agar 15.0g
Distile Su 1000ml
121°C’de 15 dakika otoklav edilmiştir.

NBRIP (National Botanical Research Institute’ phosphate growth medium) Besi Yeri (Nautiyal, 1999)

Glukoz 20.0g
Ca₃(PO₄)₂ 10.0g
(NH₄)SO₄ 0.1g
MgSO₄·7H₂O 0.25g
KCl 0.2g
MgCl₂·6H₂O 5.0g
Bromphenoleblue (BPB) 0.025g
Saf su 1000ml

%1’lik Agarose Jel

Agarose 1 g
dH₂O 100 ml
Ethidium bromide 5 ml

Ethidium bromide dışındaki tüm malzemeler karıştırılır, mikrodalgada eritilir, en son ethidium bromide eklenerek tarakları ayarlanmış jel tepsisine dökülür.

Ek-2: Çizelgeler Listesi

Çizelge 4.15. Tokat İli Merkez İlçesinin 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri

Aylar	2016			2017			2018			2019		
	Sıcaklık (C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	1.6	84.5	74.8	1.1	35.0	69.1	5.1	30.7	66.8	2.2	71.5	76.5
Şubat	7.3	42.6	64.6	3.4	3.4	58.6	8.3	15.2	62.0	5.9	14.7	67.0
Mart	9.4	46.0	55.0	9.5	26.7	53.5	11.9	82.0	58.4	7.2	36.7	61.8
Nisan	15.0	22.2	47.8	12.2	48.2	52.2	14.8	4.5	46.4	11.5	60.9	65.2
Mayıs	16.2	90.0	62.4	15.8	80.0	63.4	18.5	58.7	60.9	19.1	46.5	59.7
Haziran	21.1	32.9	59.6	20.4	78.5	64.3	22.0	43.1	54.9	23.1	26.6	63.4
Temmuz	22.6	13.7	55.4	23.7	0.0	49.7	24.2	7.2	52.7	21.9	16.9	59.6
Ağustos	24.9	0.1	54.2	25.1	0.0	51.5	23.7	3.8	55.8	22.4	24.1	63.0
Eylül	18.5	8.5	56.2	22.3	33.8	43.7	20.4	10.9	60.1	19.0	2.6	61.7
Ekim	14.1	1.3	58.6	13.2	31.9	57.2	15.7	39.5	69.3	17.4	3.7	60.9
Kasım	7.3	4.5	52.2	7.7	43.1	68.0	9.2	7.8	73.8	8.9	25.0	65.1
Aralık	1.2	28.7	70.1	5.5	48.9	72.8	5.1	49.8	80.4	5.8	37.0	76.0

Çizelge 4.16. Tokat İli Turhal İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri

Aylar	2016			2017			2018			2019		
	Sıcaklık (C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	0.8	6.4	79.3	0.5	56.2	72.8	4.6	58.0	69.0	1.6	71.4	80.8
Şubat	6.7	28.8	73.7	2.9	2.8	62.8	7.5	17.0	65.2	5.5	16.6	71.4
Mart	9.1	78.2	60.6	9.4	30.2	57.3	11.4	66.8	69.4	7.2	28.4	62.0
Nisan	14.9	19.0	52.9	12.3	33.4	51.1	14.6	6.2	54.6	11.6	49.4	65.2
Mayıs	16.5	116.0	63.8	16.2	82.6	59.9	18.8	42.8	67.6	18.8	24.6	61.8
Haziran	21.5	47.6	58.3	20.9	36.8	59.8	22.1	42.4	62.2	22.8	39.2	66.9
Temmuz	23.1	3.0	52.8	24.3	0.4	47.1	24.4	18.8	58.9	21.9	23.0	60.2
Ağustos	25.0	0.2	53.1	25.3	0.4	51.6	23.9	4.2	53.8	22.4	22.0	63.3
Eylül	18.6	5.8	55.0	22.2	2.2	43.3	20.2	15.6	60.4	19.1	1.8	60.6
Ekim	14.0	1.8	57.4	12.6	40.8	61.3	15.4	31.8	69.5	16.8	10.0	63.5
Kasım	6.3	17.0	58.9	6.7	57.2	75.4	8.6	18.0	76.5	7.5	23.2	74.9
Aralık	0.7	39.0	74.7	4.3	64.2	81.5	4.2	80.0	85.8	5.3	38.6	80.3

Çizelge 4.17. Tokat İli Pazar İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri

Aylar	2016			2017			2018			2019		
	Sıcaklık (C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	0.9	87.3	82.5	0.5	59.4	74.5	4.7	40.6	82.2	1.6	93.5	83.4
Şubat	7.2	46.6	70.4	3.3	4.9	63.4	8.0	16.6	74.6	5.9	20.3	72.1
Mart	9.4	59.5	73.0	9.5	31.8	58.2	11.6	68.0	68.4	7.2	36.0	63.8
Nisan	15.2	13.8	50.1	12.2	30.0	55.2	14.7	3.4	51.7	11.4	55.0	69.2
Mayıs	15.7	106.9	69.9	15.8	97.8	65.4	18.0	70.0	74.0	18.8	27.3	63.0
Haziran	20.6	23.2	66.6	21.0	50.2	65.2	22.1	36.8	63.8	23.2	24.0	68.7
Temmuz	22.3	6.8	60.4	25.8	0.4	48.4	23.7	24.7	62.3	21.4	16.0	65.7
Ağustos	24.3	13.7	61.1	26.6	0.5	53.2	23.2	9.8	58.0	21.9	12.2	69.3
Eylül	18.0	6.5	60.2	24.4	2.2	42.2	19.9	29.3	62.9	18.8	3.5	65.5
Ekim	13.8	3.6	61.5	14.6	3.3	55.9	16.1	23.2	69.0	16.9	7.1	66.5
Kasım	7.6	6.4	55.4	9.0	25.9	72.4	10.6	2.4	72.5	9.1	24.4	69.5
Aralık	0.6	36.9	77.2	6.0	67.3	85.6	4.6	78.2	88.2	5.9	64.1	87.0

Çizelge 4.18. Tokat İli Erbaa İlçesi 2016 – 2019 yıllarına ait ortalama iklim verileri

Aylar	2016			2017			2018			2019		
	Sıcaklık (C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	4.3	78.8	75.0	2.7	54.3	81.8	6.8	35.2	80.6	5.3	76.2	79.1
Şubat	9.0	17.9	71.0	5.1	5.0	70.6	9.2	13.0	78.5	7.1	16.5	81.0
Mart	10.6	60.6	69.3	10.5	36.6	70.0	12.1	51.5	79.2	8.1	35.5	74.0
Nisan	15.5	10.5	65.9	12.4	45.6	65.2	14.8	8.9	65.8	12.9	42.3	74.5
Mayıs	17.4	73.4	74.2	17.0	50.3	71.6	19.7	41.2	76.8	19.7	40.5	73.8
Haziran	22.4	34.7	72.4	21.4	86.6	73.6	22.9	80.5	72.6	24.2	35.2	75.5
Temmuz	23.7	7.8	68.3	24.6	1.2	62.7	25.3	9.2	70.0	22.8	25.8	75.0
Ağustos	26.0	2.2	66.1	25.9	1.0	65.9	24.8	9.5	65.0	23.4	34.1	78.5
Eylül	19.4	14.5	68.9	22.2	3.1	61.7	21.1	23.7	72.6	19.9	8.1	77.9
Ekim	15.0	1.4	71.9	13.9	26.5	77.0	16.7	31.6	80.4	17.5	10.4	83.8
Kasım	7.9	13.1	69.9	8.6	32.4	84.1	10.1	13.0	87.2	8.6	18.2	83.4
Aralık	2.1	32.8	83.6	7.1	65.8	84.0	6.2	79.4	93.4	7.3	37.0	80.4

Çizelge 4.19. 2016 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer
1	z-1/a	Tosunlar	58	z-37/b	Değirmenli
2	z-1/d	Tosunlar	59	z-37/d	Değirmenli
3	z-1/b	Tosunlar	60	z-38/a	Yolkonak
4	z-2/a	Tosunlar	61	z-38/b	Yolkonak
5	z-2/b	Tosunlar	62	z-38/c	Yolkonak
6	z-2/c	Tosunlar	63	z-38/d	Yolkonak
7	z-2/d	Tosunlar	64	z-39/a	Yolkonak
8	z-4/a	Tosunlar	65	z-39/b	Yolkonak
9	z-4/b	Tosunlar	66	z-39/c	Yolkonak
10	z-4/c	Tosunlar	67	z-39/d	Yolkonak
11	z-4/d	Tosunlar	68	z-39/e	Yolkonak
12	z-10/b	Aşağıçandır	69	z-40/a	Yolkonak
13	z-10/c	Aşağıçandır	70	z-40/b	Yolkonak
14	z-10/d	Aşağıçandır	71	z-40/c	Yolkonak
15	z-11/d	Aşağıçandır	72	z-40/d	Yolkonak
16	z-12/a	Aşağıçandır	73	z-41/a	Değirmenli
17	z-12/b	Aşağıçandır	74	z-41/b	Değirmenli
18	z-12/c	Aşağıçandır	75	z-41/c	Değirmenli
19	z-12/d	Aşağıçandır	76	z-41/d	Değirmenli
20	z-13/a	Aşağıçandır	77	z-42/a	Değirmenli
21	z-13/b	Aşağıçandır	78	z-42/b	Değirmenli
22	z-13/c	Aşağıçandır	79	z-42/c	Değirmenli
23	z-13/d	Aşağıçandır	80	z-42/d	Değirmenli
24	z-15/c	Aşağıçandır	81	z-43/a	Değirmenli
25	z-15/a	Aşağıçandır	82	z-43/b	Değirmenli
26	z-15/b	Aşağıçandır	83	z-43/c	Değirmenli
27	z-15/d	Aşağıçandır	84	z-43/d	Değirmenli
28	z-22/a	Aşağıçandır	85	z-44/a	Değirmenli
29	z-22/b	Aşağıçandır	86	z-44/b	Değirmenli
30	Z-22/d	Aşağıçandır	87	z-44/c	Değirmenli
31	Z-22/e	Aşağıçandır	88	z-44/d	Değirmenli
32	Z-27/a	Aşağıçandır	89	z-47/a	Değirmenli
33	Z-27/b	Aşağıçandır	90	z-47/b	Değirmenli
34	z-27/c	Aşağıçandır	91	z-47/c	Değirmenli
35	z-27/d	Aşağıçandır	92	z-47/d	Değirmenli
36	z-28/b	Yolkonak	93	z-48/a	Yolkonak
37	z-29/a	Yolkonak	94	z-48/b	Yolkonak
38	z-29/b	Yolkonak	95	z-48/c	Yolkonak
39	z-29/c	Yolkonak	96	z-48/d	Yolkonak
40	z-29/d	Yolkonak	97	z-49/a	Aşağıçandır
41	z-30/a	Yolkonak	98	z-49/b	Aşağıçandır
42	z-30/b	Yolkonak	99	z-50/a	Aşağıçandır
43	z-31/a	Yolkonak	100	z-50/b	Aşağıçandır
44	z-31/c	Yolkonak	101	z-50/c	Aşağıçandır
45	z-31/d	Değirmenli	102	z-51/a	Aşağıçandır
46	z-32/a	Değirmenli	103	z-51/b	Aşağıçandır
47	z-32/b	Değirmenli	104	z-51/c	Aşağıçandır
48	z-32/c	Değirmenli	105	z-51/d	Aşağıçandır
49	z-34/a	Değirmenli	106	z-52/a	Aşağıçandır
50	z-34/b	Değirmenli	107	z-52/b	Aşağıçandır
51	z-34/c	Değirmenli	108	z-52/d	Aşağıçandır
52	z-34/d	Değirmenli	109	z-53/a	Aşağıçandır
53	z-36/a	Değirmenli	110	z-53/b	Aşağıçandır
54	z-36/b	Değirmenli	111	z-53/c	Aşağıçandır
55	z-36/c	Değirmenli	112	z-53/d	Aşağıçandır
56	z-36/d	Değirmenli	113	z-54/a	Aşağıçandır
57	z-37/a	Değirmenli	114	z-54/b	Aşağıçandır

Çizelge 4.19. (Devam) 2016 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolot Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolot Adı	İzole edildiği yer
115	z-54/c	Aşağıçandır	164	z-74/b	Kalaycık
116	z-55/a	Aşağıçandır	165	z-74/c	Kalaycık
117	z-55/b	Aşağıçandır	167	z-76/a	Pazar
118	z-55/c	Aşağıçandır	168	z-76/b	Pazar
119	z-55/d	Aşağıçandır	169	z-76/d	Pazar
120	z-56/b	Aşağıçandır	170	z-77/a	Pazar
121	z-56/c	Aşağıçandır	171	z-77/b	Pazar
122	z-56/d	Aşağıçandır	172	z-77/c	Pazar
123	z-57/a	Aşağıçandır	173	z-80/a	Pazar
124	z-57/b	Aşağıçandır	174	z-80/b	Pazar
125	z-57/c	Aşağıçandır	175	z-80/c	Pazar
126	z-57/d	Aşağıçandır	176	z-80/d	Pazar
127	z-58/b	Aşağıçandır	177	z-81/a	Kalaycık
128	z-58/c	Aşağıçandır	178	z-81/b	Kalaycık
129	z-58/d	Aşağıçandır	179	z-81/c	Kalaycık
130	z-60/a	Aşağıçandır	180	z-82/a	Ulaş
131	z-60/b	Aşağıçandır	181	z-82/b	Ulaş
132	z-60/c	Aşağıçandır	182	z-83/a	Ulaş
133	z-60/d	Aşağıçandır	183	z-84/a	Ulaş
134	z-61/a	Aşağıçandır	184	z-84/b	Ulaş
135	z-61/b	Aşağıçandır	185	z-84/c	Ulaş
139	z-61/c	Aşağıçandır	186	z-84/d	Ulaş
137	z-61/d	Aşağıçandır	187	z-85/a	Ulaş
138	z-62/a	Aşağıçandır	188	z-85/b	Ulaş
139	z-62/b	Aşağıçandır	189	z-85/c	Ulaş
140	z-63/a	Aşağıçandır	190	z-86/b	Ulaş
141	z-63/b	Aşağıçandır	191	z-86/c	Ulaş
142	z-63/c	Aşağıçandır	192	z-87/a	Ulaş
143	z-63/d	Aşağıçandır	193	z-87/b	Ulaş
144	z-64/a	Aşağıçandır	194	z-88/b	Ulaş
145	z-64/b	Aşağıçandır	195	z-89/a	Ulaş
146	z-64/c	Aşağıçandır	196	z-89/b	Ulaş
147	z-64/d	Aşağıçandır	197	z-89/c	Ulaş
148	z-67/a	Aşağıçandır	198	z-89/d	Ulaş
149	z-67/b	Pazar	199	z-90/a	Ulaş
150	z-67/c	Pazar	200	z-91/b	Ulaş
151	z-68/a	Pazar	201	z-91/d	Ulaş
152	z-68/b	Pazar	202	z-94/a	Ulaş
153	z-68/d	Pazar	203	z-94/b	Ulaş
154	z-69/d	Kalaycık	204	z-95/a	Ulaş
155	z-69/a	Kalaycık	205	z-95/b	Ulaş
156	z-69/b	Kalaycık	206	z-95/c	Ulaş
157	z-70/b	Kalaycık	207	z-95/d	Ulaş
158	z-71/a	Kalaycık	208	z-96/a	Ulaş
159	z-71/b	Kalaycık	209	z-96/b	Ulaş
160	z-73/a	Kalaycık	210	z-97/a	Güryıldız
161	z-73/b	Kalaycık	211	z-97/b	Güryıldız
162	z-73/c	Kalaycık	212	z-98/b	Güryıldız
163	z-73/d	Kalaycık	213	z-98/d	Kat

Çizelge 4.19. (Devam) 2016 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer
214	z-99/c	Kat	268	z-145/b	Kızılçubuk
215	z-99/d	Kat	269	z-146/a	Kızılçubuk
216	z-100/c	Kat	270	z-147/b	Kızılçubuk
217	z-100/d	Kat	271	z-147/a	Kızılçubuk
218	z-101/a	Güryıldız	272	z-148/a	Kızılçubuk
219	z-101/b	Güryıldız	273	z-148/b	Kızılçubuk
220	z-101/c	Güryıldız	274	z-149/a	Kızılçubuk
221	z-103/a	Güryıldız	275	z-149/b	Kızılçubuk
222	z-103/c	Güryıldız	276	z-150/a	Aşağıçandır
223	z-104/b	Güryıldız	277	z-150/b	Aşağıçandır
224	z-104/a	Güryıldız	278	z-150/c	Aşağıçandır
225	z-105/a	Güryıldız	279	z-150/d	Aşağıçandır
226	z-105/b	Güryıldız	280	z-151/a	Aşağıçandır
227	z-107/b	Kat	281	z-151/b	Aşağıçandır
228	z-108/b	Kat	282	z-151/d	Aşağıçandır
229	z-108/d	Kat	283	z-152/a	Kızılçubuk
230	z-111/c	Kalaycık	284	z-152/b	Kızılçubuk
231	z-112/c	Kalaycık	285	z-152/c	Kızılçubuk
232	z-112/d	Kalaycık	286	z-152/d	Kızılçubuk
233	z-113/a	Kalaycık	287	z-153/b	Kızılçubuk
234	z-114/b	Kalaycık	288	z-153/a	Kızılçubuk
235	z-116/c	Yeşilyurt	289	z-153/d	Kızılçubuk
236	z-117/a	Emirseyit	290	z-154/b	Kızılçubuk
237	z-117/b	Emirseyit	291	z-154/c	Kızılçubuk
238	z-118/b	Emirseyit	292	z-154/b	Kızılçubuk
239	z-118/c	Emirseyit	293	z-155/a	Kızılçubuk
240	z-121/b	Kat	294	z-155/b	Kızılçubuk
241	z-121/d	Kat	295	z-155/c	Kızılçubuk
242	z-122/b	Kat	296	z-156/a	Kızılçubuk
243	z-127/a	Güryıldız	297	z-156/b	Kızılçubuk
244	z-127/b	Güryıldız	298	z-156/c	Kızılçubuk
245	z-127/c	Güryıldız	299	z-157/a	Kızılçubuk
246	z-128/d	Güryıldız	300	z-157/b	Kızılçubuk
247	z-129/a	Merkez	301	z-157/d	Kızılçubuk
248	z-130/d	Merkez	302	z-158/a	Kızılçubuk
249	z-131/b	Kızılçubuk	303	z-158/b	Kızılçubuk
250	z-132/a	Kızılçubuk	304	z-158/c	Kızılçubuk
251	z-133/b	Kızılçubuk	305	z-158/d	Kızılçubuk
252	z-132/b	Kızılçubuk	306	z-159/a	Kızılçubuk
253	z-134/a	Kızılçubuk	307	z-159/b	Kızılçubuk
254	z-134/b	Kızılçubuk	308	z-159/c	Kızılçubuk
255	z-136/b	Kızılçubuk	309	z-159/d	Kızılçubuk
256	z-136/c	Kızılçubuk	310	z-160/b	Kızılçubuk
257	z-137/a	Kızılçubuk	311	z-160/c	Kızılçubuk
258	z-137/b	Kızılçubuk	312	z-160/d	Kızılçubuk
259	z-139/a	Kızılçubuk	313	z-161/a	Aşağıçandır
260	z-139/b	Kızılçubuk	314	z-161/b	Aşağıçandır
261	z-140/a	Kızılçubuk	315	z-161/c	Aşağıçandır
262	z-141/b	Kızılçubuk	316	z-161/d	Aşağıçandır
263	z-142/a	Kızılçubuk	317	z-162/a	Kızılçubuk
264	z-142/b	Kızılçubuk	318	z-162/b	Kızılçubuk
265	z-143/b	Kızılçubuk	319	z-163/a	Kızılçubuk
266	z-144/b	Kızılçubuk	320	z-163/b	Kızılçubuk
267	z-144/a	Kızılçubuk	321	z-163/c	Kızılçubuk

Çizelge 4.19. (Devam) 2016 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolât Adı	İzole edildiği yer
322	z-163/d	Kızılçubuk	335	z-168/a	Kızılçubuk
323	z-164/a	Kızılçubuk	336	z-168/b	Kızılçubuk
324	z-164/d	Kızılçubuk	337	z-168/c	Kızılçubuk
325	z-165/a	Kızılçubuk	338	z-168/d	Kızılçubuk
326	z-165/b	Kızılçubuk	339	z-169/a	Kızılçubuk
327	z-165/c	Değirmenli	340	z-169/b	Kızılçubuk
328	z-165/d	Değirmenli	341	z-169/c	Kızılçubuk
329	z-166/a	Değirmenli	342	z-169/d	Kızılçubuk
330	z-166/d	Değirmenli	343	z-170/c	Kızılçubuk
331	z-167/a	Kızılçubuk	344	z-170/d	Kızılçubuk
332	z-167/b	Kızılçubuk	345	z-170/a	Kızılçubuk
333	z-167/c	Kızılçubuk	346	z-170/b	Kızılçubuk
334	z-167/d	Kızılçubuk			

Çizelge 4. 20. 2017 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer
1	z-201-a/1	Tosunlar	56	z-216-b/2	Yukarıçandır
2	z-201-a/2	Tosunlar	57	z-216-a/1	Yukarıçandır
3	z-201-b/1	Tosunlar	58	z-216-a/2	Yukarıçandır
4	z-201-b/2	Tosunlar	59	z-216-b/1	Yukarıçandır
5	z-203-a/1	Tosunlar	60	z-216-b/2	Yukarıçandır
6	z-203-a/2	Tosunlar	61	z-217-a/1	Yukarıçandır
7	z-203-a/3	Tosunlar	62	z-217-a/2	Yukarıçandır
8	z-203-b/1	Tosunlar	63	z-217-b/1	Yukarıçandır
9	z-203-b/2	Tosunlar	64	z-217-b/2	Yukarıçandır
10	z-203-b/3	Tosunlar	65	z-218-a/1	Yukarıçandır
11	z-204-a/1	Tosunlar	66	z-218-a/2	Yukarıçandır
12	z-204-a/2	Tosunlar	67	z-218-b/1	Yukarıçandır
13	z-204-b/2	Tosunlar	68	z-218-b/2	Yukarıçandır
14	z-205-a/1	Tosunlar	69	z-219-a/1	Çevresu
15	z-205-b/2	Tosunlar	70	z-219-a/2	Çevresu
16	z-205-b/1	Tosunlar	71	z-219-b/1	Çevresu
17	z-206-a/1	Yukarıçandır	72	z-219-b/2	Çevresu
18	z-206-a/2	Yukarıçandır	73	z-220-a/1	Çevresu
19	z-206-b/1	Yukarıçandır	74	z-220-a/2	Çevresu
20	z-206-b/2	Yukarıçandır	75	z-228-a/1	Aşağıçandır
21	z-206-b/3	Yukarıçandır	76	z-220-b/1	Çevresu
22	z-207-a/1	Yukarıçandır	77	z-220-b/2	Çevresu
23	z-207-a/2	Yukarıçandır	78	z-221-a/2	Çevresu
24	z-208-a/2	Yukarıçandır	79	z-221-b/1	Çevresu
25	z-208-a/3	Yukarıçandır	80	z-221-b/2	Çevresu
26	z-208-b/1	Yukarıçandır	81	z-221-b/3	Çevresu
27	z-208-b/2	Yukarıçandır	82	z-222-a/1	Çevresu
28	z-208-b/3	Yukarıçandır	83	z-222-a/2	Çevresu
29	z-209-a/1	Yukarıçandır	84	z-222-a/3	Çevresu
30	z-209-a/2	Yukarıçandır	85	z-223-a/1	Çevresu
31	z-209-b/1	Yukarıçandır	86	z-223-a/2	Çevresu
32	z-210-a/1	Yukarıçandır	87	z-223-b/1	Çevresu
33	z-210-a/2	Yukarıçandır	88	z-223-b/2	Çevresu
34	z-210-a/3	Yukarıçandır	89	z-224-a/1	Çevresu
35	z-210-b/1	Yukarıçandır	90	z-224-a/2	Çevresu
36	z-210-b/2	Yukarıçandır	91	z-224-b/1	Çevresu
37	z-211-a/1	Yukarıçandır	92	z-225-a/1	Çevresu
38	z-211-a/2	Yukarıçandır	93	z-225-a/2	Çevresu
39	z-211-b/1	Yukarıçandır	94	z-225-b/1	Çevresu
40	z-211-b/2	Yukarıçandır	95	z-225-b/2	Çevresu
41	z-212-a/2	Yukarıçandır	96	z-226-a/1	Çevresu
42	z-212-b/1	Yukarıçandır	97	z-226-a/2	Çevresu
43	z-212-b/2	Yukarıçandır	98	z-226-b/1	Çevresu
44	z-212-a/1	Yukarıçandır	99	z-226-b/2	Çevresu
45	z-213-a/1	Yukarıçandır	100	z-227-a/1	Aşağıçandır
46	z-213-b/1	Yukarıçandır	101	z-227-a/2	Aşağıçandır
47	z-214-a/1	Yukarıçandır	102	z-227-b/1	Aşağıçandır
48	z-214-a/2	Yukarıçandır	103	z-227-b/2	Aşağıçandır
49	z-214-b/1	Yukarıçandır	104	z-228-a/2	Aşağıçandır
50	z-214-b/2	Yukarıçandır	105	z-228-b/1	Aşağıçandır
51	z-215-a/1	Yukarıçandır	106	z-229-a/1	Aşağıçandır
52	z-215-a/2	Yukarıçandır	107	z-229-a/2	Aşağıçandır
53	z-215-b/1	Yukarıçandır	108	z-229-b/1	Aşağıçandır
54	z-215-b/2	Yukarıçandır	109	z-229-b/2	Aşağıçandır
55	z-216-a/1	Yukarıçandır	110	z-230-a/1	Aşağıçandır

Çizelge 4.20. (Devam) 2017 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer
111	z-230-a/2	Aşağıdır	161	z-244-b/2	Merkez
112	z-230-b/1	Aşağıdır	162	z-245-a/1	Merkez
113	z-231-b/1	Çevresu	163	z-245-a/2	Merkez
114	z-231-b/2	Çevresu	164	z-245-b/1	Merkez
115	z-232-a/1	Çevresu	165	z-245-b/2	Merkez
116	z-232-a/2	Çevresu	166	z-246-a/1	Merkez
117	z-232-b/1	Çevresu	167	z-246-a/2	Merkez
118	z-232-b/2	Çevresu	168	z-246-b/2	Merkez
119	z-233-a/1	Aşağıdır	169	z-247-a/1	Tosunlar
120	z-233-a/2	Aşağıdır	170	z-247-a/2	Tosunlar
121	z-233-b/1	Aşağıdır	171	z-247-a/3	Tosunlar
122	z-233-b/2	Aşağıdır	172	z-247-b/1	Tosunlar
123	z-234-a/1	Aşağıdır	173	z-247-b/2	Tosunlar
124	z-234-a/2	Aşağıdır	174	z-248-a/1	Tosunlar
125	z-234-b/2	Aşağıdır	175	z-248-a/2	Tosunlar
126	z-235-a/1	Aşağıdır	176	z-248-b/1	Tosunlar
127	z-235-a/2	Aşağıdır	177	z-248-b/2	Tosunlar
128	z-235-b/1	Aşağıdır	178	z-249-a/1	Necip köyü
129	z-235-b/2	Aşağıdır	179	z-249-a/2	Necip köyü
130	z-236-a/1	Aşağıdır	180	z-249-a/3	Necip köyü
131	z-236-a/2	Aşağıdır	181	z-249-b/1	Necip köyü
132	z-236-b/1	Aşağıdır	182	z-249-b/2	Necip köyü
133	z-236-b/3	Aşağıdır	183	z-250-a/2	Necip köyü
134	z-237-a/1	Aşağıdır	184	z-250-b/1	Necip köyü
135	z-237-b/1	Merkez	185	z-250-b/2	Necip köyü
139	z-237-b/2	Merkez	186	z-251-a/1	Dökmetepe
137	z-238-a/1	Merkez	187	z-251-a/2	Dökmetepe
138	z-238-a/2	Merkez	188	z-251-b/1	Dökmetepe
139	z-238-b/1	Merkez	189	z-251-b/2	Dökmetepe
140	z-238-b/2	Merkez	190	z-252-a/1	Dökmetepe
141	z-239-a/1	Aşağıdır	191	z-252-a/2	Dökmetepe
142	z-239-b/1	Aşağıdır	192	z-252-a/3	Dökmetepe
143	z-239-b/2	Aşağıdır	193	z-252-b/1	Dökmetepe
144	z-240-a/1	Aşağıdır	194	z-252-b/2	Dökmetepe
145	z-240-b/1	Aşağıdır	195	z-255-a/1	Büyükbağlar
145	z-240-b/2	Aşağıdır	196	z-255-a/2	Büyükbağlar
147	z-241-a/1	Merkez	197	z-255-b/1	Büyükbağlar
148	z-241-a/2	Merkez	198	z-255-b/2	Büyükbağlar
149	z-241-b/1	Merkez	199	z-256-a/1	Büyükbağlar
150	z-241-b/2	Merkez	200	z-256-a/2	Büyükbağlar
151	z-242-a/1	Merkez	201	z-256-b/1	Büyükbağlar
152	z-242-a/2	Merkez	202	z-256-b/2	Büyükbağlar
153	z-242-b/1	Merkez	203	z-262-a/1	Büyükbağlar
154	z-242-b/2	Merkez	204	z-262-a/2	Kazova
155	z-243-a/1	Merkez	205	z-262-a/3	Kazova
156	z-243-b/1	Merkez	206	z-262-a/4	Kazova
157	z-243-b/2	Merkez	207	z-262-a/5	Kazova
158	z-244-a/1	Merkez	208	z-262-b/1	Kazova
159	z-244-a/2	Merkez	209	z-262-b/2	Kazova
160	z-244-b/1	Merkez	210	z-263-a/1	Kazova

Çizelge 4.20. (Devam) 2017 yılı izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar ve alındıkları yerler

Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer	Sıra No	İzolat Adı	İzole edildiği yer
211	z-263-a/2	Kazova	219	z-265-a/2	Ovayurt
212	z-263-b/1	Kazova	220	z-265-a/3	Ovayurt
213	z-263-b/2	Kazova	221	z-265-b/1	Ovayurt
214	z-264-a/1	Ovayurt	222	z-265-b/2	Ovayurt
215	z-264-a/2	Ovayurt	223	z-266-b/2	Kalaycık
216	z-264-b/1	Ovayurt	224	z-267-a/3	Kalaycık
217	z-264-b/2	Ovayurt	225	z-273-a/1	Kalaycık
218	z-265-a/1	Ovayurt			

Çizelge 4.21. Re-izolatların PCR Tekniği İle Tanılaması

Sıra no	İzolat Adı	RST65-RST69	XCVF-XCVR	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>	<i>X. vesicatoria</i>	<i>X. perforans</i>
1	z-14/a	+	+	+	-	-
2	z-135/b	+	+	+	-	-
3	z-43/a	+	+	+	-	-
4	z-27/c	+	+	+	-	-
5	z-155/c	+	+	+	-	-
6	z-145/b	+	+	+	-	-
7	z-39/b	+	+	+	-	-
8	z-97/b	+	+	+	-	-
9	z-154/b	+	+	+	-	-
10	z-165/c	+	+	+	-	-
11	z-66/c	+	+	+	-	-
12	z-70/b	+	+	+	-	-
13	z-55/c	+	+	+	-	-
14	z-136/b	+	+	+	-	-
15	z-156/b	+	+	+	-	-
16	z-67/c	+	+	+	-	-
17	z-99/c	+	+	+	-	-
18	z-84/c	+	+	+	-	-
19	z-29/a	+	+	+	-	-
20	z-15/a	+	+	+	-	-
21	z-10/d	+	+	+	-	-
22	z-74/b	+	+	+	-	-
23	z-42/a	+	+	+	-	-
24	z-151/b	+	+	+	-	-
25	z-12/c	+	+	+	-	-
26	z-248-a/2	+	+	+	-	-
27	z-249-b/2	+	+	+	-	-
28	z-243-b/1	+	+	+	-	-
29	z-219-a/1	+	+	+	-	-
30	z-239-b/1	+	+	+	-	-
31	z-204-a/2	+	+	+	-	-
32	z-211-a/2	+	+	+	-	-
33	z-218-a/1	+	+	+	-	-
34	z-256-b/2	+	+	+	-	-
35	z-201-a/1	+	+	+	-	-
36	z-236-a/2	+	+	+	-	-
37	z-209-b/1	+	+	+	-	-
38	z-252-b/1	+	+	+	-	-
39	z-232-a/1	+	+	+	-	-
40	z-241-a/2	+	+	+	-	-
41	z-206-b/1	+	+	+	-	-
42	z-228-a/1	+	+	+	-	-
43	z-221-b/1	+	+	+	-	-

Çizelge 4.21. (Devam) Re-izolatların PCR Tekniği İle Tanılaması

Sıra no	İzolat Adı	RST65-RST69	XCVF-XCVR	X. euvesicatoria	X. vesicatoria	X. perforans
44	z-226-b/1	+	+	+	-	-
45	z-234-a/2	+	+	+	-	-
46	z-217-a/2	+	+	+	-	-
47	z-215-b/2	+	+	+	-	-
48	z-212-a/1	+	+	+	-	-
49	z-264-a/1	+	+	+	-	-
50	z-225-a/2	+	+	+	-	-
51	z-223-b/1	+	+	+	-	-
52	z-245-b/2	+	+	+	-	-
53	z-266-b/2	+	+	+	-	-
54	z-247-a/2	+	+	+	-	-
55	z-253-a/3	+	+	+	-	-
56	z-81/d	+	+	+	-	-
57	z-105/b	+	+	+	-	-
58	z-47/a	+	+	+	-	-
59	z-96/c	+	+	+	-	-
60	z-76/b	+	+	+	-	-
61	z-149/a	+	+	+	-	-
62	z-37/a	+	+	+	-	-
63	z-11/a	+	+	+	-	-
64	z-65/b	+	+	+	-	-
65	z-22/a	+	+	+	-	-
66	z-66/c	+	+	+	-	-
67	z-161-a	+	+	+	-	-
68	z-80/a	+	+	+	-	-
69	z-165/a	+	+	+	-	-

Çizelge 4.22. Deneme Arazisi Toprak Örneğinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (0-25 cm)

Toprak Özellikleri	Sonuçlar	Toprak Özellikleri	Sonuçlar
pH (1:2.5)	7.75	Toplam N (%)	0.057
Kireç (%)	8.9	Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg/da)	6.45
Organik madde (%)	1.20	Yarayışlı K ₂ O (kg/da)	13.26
EC mmhos/cm	0.70	Demir (ppm)	2.12
KDK me/100g	7.95	Bakır (ppm)	1.15
Kil %	33.00	Mangan (ppm)	2.1
Silt %	33.00	Çinko (ppm)	1.25
Kum %	36.00		
Tekstür sınıfı	Killi-Tın		

Çizelge 4.23. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı Üzerine Olan Etkisi (Saksı Çalışması)

Uygulamalar	Bitki Boyu		Kök Uzunluğu		Gövde Çapı		Meyve Sayısı		Bitki Yaş Ağırlığı		Bitki Kuru Ağırlığı		Kök Yaş Ağırlığı		Kök Kuru Ağırlığı	
	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (adet)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki
PK	15.7 ^a	0	16.5 ^a	0	2.45 ^a	0	4.8 ^a	0	21.9 ^a	0	1.9 ^a	0	21.9 ^a	0	2.3 ^a	0
ZE-2	16.2 ^a	3,08	17.1 ^a	3.5	2.4 ^a	-2	3.3 ^a	-31,5	22.9 ^a	4.2	2.3 ^a	15.5	23.6 ^a	7.2	2.5 ^a	6.9
ZE-5	16.2 ^a	3,14	19.0 ^a	13.5	2.47 ^a	0.8	3.9 ^a	-23	23.7 ^a	7.3	2.4 ^a	19.3	24.9 ^a	12.2	2.6 ^a	12.5
ZE-7	14.6 ^a	-9,5	17.3 ^a	4.6	2.53 ^a	3.2	3.4 ^a	-42.8	24.1 ^a	9.1	2.4 ^a	20.8	22.1 ^a	0.8	2.1 ^a	-8.01
ZE-8	15.6 ^a	-0,6	17.2 ^a	3.9	2.59 ^a	5.7	4.1 ^a	-14.5	23.1 ^a	4.9	2.5 ^a	22.8	23.4 ^a	6.6	2.6 ^a	10.5
ZE-12	16.2 ^a	3,08	18.8 ^a	12.3	2.50 ^a	2	3.8 ^a	-27.6	21.7 ^a	-1.2	2.7 ^a	27.4	24.9 ^a	12.3	2.8 ^a	17
ZE-13	16.6 ^a	5,4	17.0 ^a	3	2.51 ^a	2.4	3.6 ^a	-33.3	20.9 ^a	-4.4	2.3 ^a	14.4	23.4 ^a	6.6	2.5 ^a	8.8
ZE-7+12	16.0 ^a	6,2	16.5 ^a	0	2.37 ^a	-3,3	3.3 ^a	-47.2	23.3 ^a	5.5	2.5 ^a	21.3	24.8 ^a	11.7	2.5 ^a	8.4
ZE-7+13	21.1 ^a	25,6	19.0 ^a	13.3	2.55 ^a	4	4.1 ^a	-17	20.1 ^a	-9.3	2.7 ^a	27.9	21.1 ^a	-3.6	2.1 ^a	-9.04
ZE-12+13	17.2 ^a	8,6	17.9 ^a	7.9	2.56 ^a	4.2	3.8 ^a	-27.6	24.3 ^a	9.6	2.5 ^a	22.5	28.0 ^a	21.9	3.3 ^a	29.5
ZE-7+12+13	16.5 ^a	4,8	18.3 ^a	10.2	2.38 ^a	-2.9	3.3 ^a	-45.4	25.9 ^a	15.2	2.6 ^a	23.4	23.5 ^a	7.05	2.3 ^a	-0.4

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil (p>0,05)

(ZE-2: *Enterobacter cloacae*, ZE-5: *Enterobacter aerogenes*, ZE-7: *Bacillus cereus*, ZE-8: *Microbacterium testaceum*, ZE-12: *Pseudomonas putida*, ZE-13: *Acinetobacter calcoaceticus*)

Çizelge 4.24. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri İzolatlarının Biber Bakteriyel Leke Hastalığı Üzerine Olan Etkisi (Tarla Çalışması)

Uygulamalar	Bitki Boyu		Kök Uzunluğu		Gövde Çapı		Meyve Sayısı		Bitki Yaş Ağırlığı		Bitki Kuru Ağırlığı		Kök Yaş Ağırlığı		Kök Kuru Ağırlığı	
	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (adet)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki
PK	68.2 ^a	0	20.1 ^a	0	4.9 ^a	0	28.5 ^a	0	354.4 ^a	0	74.3 ^a	0	29.0 ^a	0	7.5 ^a	0
ZE-7	70.0 ^a	2.6	22.7 ^a	11.8	5.5 ^a	10.8	38.6 ^a	26	482.5 ^a	26.5	94.0 ^a	21	39.2 ^a	25.8	10.6 ^a	29
ZE-12	71.6 ^a	4.7	23.1 ^a	11.1	5.5 ^a	10	34.5 ^a	17.5	459.9 ^a	22.9	94.8 ^a	21.7	40.7 ^a	28.5	10.5 ^a	28.2
ZE-13	63.5 ^a	-7.3	20.5 ^a	1.95	5.7 ^a	13.5	23.7 ^a	-20.2	339.1 ^a	-4.5	81.1 ^a	8.3	32.2 ^a	9.5	7.5 ^a	-0.1
ZE-7+12	70.8 ^a	3.7	23.1 ^a	13.1	5.5 ^a	10.4	39.7 ^a	28.2	483.1 ^a	26.6	93.5 ^a	20.6	39.0 ^a	25.5	9.5 ^a	20.8
ZE-7+13	70.4 ^a	3.1	21.8 ^a	7.8	7.7 ^a	35.8	34.2 ^a	16.9	407.3 ^a	12.9	83.5 ^a	10.9	33.5 ^a	13.4	9.59 ^a	21.2
ZE-12+13	70.8 ^a	3.8	21.4 ^a	6.2	5.6 ^a	11.2	31.8 ^a	10.4	422.8 ^a	16.2	85.9 ^a	13.6	40.9 ^a	29	9.73 ^a	22.7
ZE-7+12+13	66.4 ^a	-2.7	22.9 ^a	12.4	5.0 ^a	1.4	33.7 ^a	15.6	358.5 ^a	1.1	78.7 ^a	5.6	35.4 ^a	18	8.84 ^a	14.9

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil (p>0,05)

(ZE-2: *Enterobacter cloacae*, ZE-5: *Enterobacter aerogenes*, ZE-7: *Bacillus cereus*, ZE-8: *Microbacterium testaceum*, ZE-12: *Pseudomonas putida*, ZE-13: *Acinetobacter calcoaceticus*)

Çizelge 4.25. Bakteri İzolatlarının Sağlıklı Biber Bitkilerinde Bitki Büyümesine Etkisi (Saksı Çalışması)

Uygulamalar	Bitki Boyu		Kök Uzunluğu		Gövde Çapı		Meyve Sayısı		Bitki Yaş Ağırlığı		Bitki Kuru Ağırlığı		Kök Yaş Ağırlığı		Kök Kuru Ağırlığı	
	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (adet)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki
NK	17.2 ^a	0	22.3 ^a	0	2.6 ^a	0	3.4 ^a	0	21.0 ^a	0	2.6 ^a	0	30.9 ^a	0	2.9 ^a	
ZE-2	17.1 ^a	-0.6	22.1 ^a	-1.1	2.8 ^a	5.4	3.6 ^a	5.5	23.1 ^a	8.8	2.5 ^a	-3.6	30.0 ^a	-2.6	3.1 ^a	6.9
ZE-5	17.6 ^a	2.5	22.2 ^a	-0.3	2.7 ^a	1.5	3.6 ^a	4.2	18.3 ^a	-14.9	2.6 ^a	1.2	30.0 ^a	-3.2	2.9 ^a	4.7
ZE-7	16.5 ^a	-4.4	20.2 ^a	-0.3	2.7 ^a	3.6	2.9 ^a	-17.2	20.2 ^a	-3.9	2.2 ^a	-15.8	25.6 ^a	-21.2	2.7 ^a	-4.4
ZE-8	15.3 ^a	-12.6	21.4 ^a	-4.05	2.8 ^a	5.4	3.4 ^a	-1.5	16.0 ^a	-31.2	2.1 ^a	-23.6	24.8 ^a	-25	2.3 ^a	-21.7
ZE-12	17.8 ^a	3.9	20.8 ^a	-7.05	2.7 ^a	2.2	3.6 ^a	5.5	16.1 ^a	-30.7	2.2 ^a	-15.3	30.4 ^a	-1.8	2.8 ^a	-2.1
ZE-13	17.1 ^a	-0.2	22.5 ^a	0.8	2.8 ^a	6.4	3.6 ^a	4.2	16.4 ^a	-28.7	2.5 ^a	-2.8	34.2 ^a	9.3	3.4 ^a	15.9
ZE-7+12	20.3 ^a	15.2	24.0 ^a	7.2	2.7 ^a	4	3.8 ^a	10.5	20.4 ^a	-3.1	3.1 ^a	16.3	32.3 ^a	4.02	3.4 ^a	15.4
ZE-7+13	19.3 ^a	10.8	23.4 ^a	4.6	2.8 ^a	7.7	3.9 ^a	12.8	21.5 ^a	1.9	2.9 ^a	11.7	30.2 ^a	-2.61	3.1 ^a	8.1
ZE-12+13	18.5 ^a	7.03	22.6 ^a	1.1	2.9 ^a	10.2	3.9 ^a	13.9	19.2 ^a	-9.5	2.9 ^a	10.8	31.8 ^a	2.4	3.4 ^a	15.9
ZE-7+12+13	17.1 ^a	-0.3	21.3 ^a	0	2.8 ^a	7.7	3.7 ^a	6.8	16.9 ^a	-24.3	2.7 ^a	7.2	28.1 ^a	-10.2	3.2 ^a	9.5

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil (p>0,05)

(ZE-2: *Enterobacter cloacae*, ZE-5: *Enterobacter aerogenes*, ZE-7: *Bacillus cereus*, ZE-8: *Microbacterium testaceum*, ZE-12: *Pseudomonas putida*, ZE-13: *Acinetobacter calcoaceticus*)

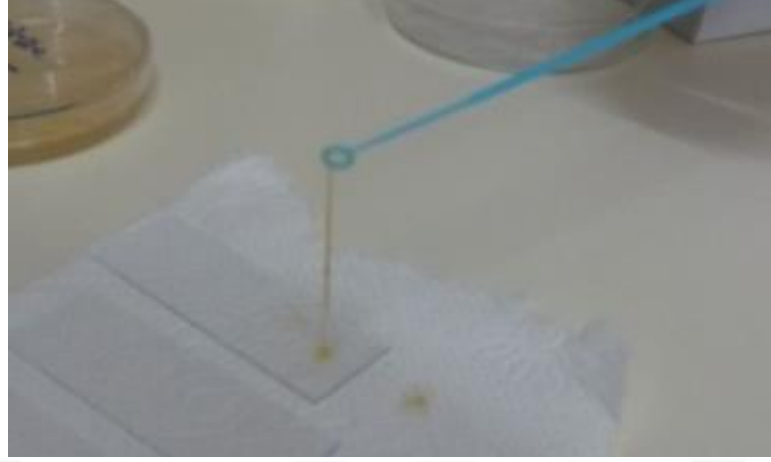
Çizelge 4.26. Bakteri İzolatlarının Sağlıklı Biber Bitkilerinde Bitki Büyümesine Etkisi (Tarla Çalışması)

Uygulamalar	Bitki Boyu		Kök Uzunluğu		Gövde Çapı		Meyve Sayısı		Bitki Yaş Ağırlığı		Bitki Kuru Ağırlığı		Kök Yaş Ağırlığı		Kök Kuru Ağırlığı	
	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (cm)	% Etki	Ort. (adet)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki	Ort. (g)	% Etki
NK	61.2 ^a	0	21.1 ^a	0	4.9 ^a	0	11.5 ^a	0	283.6 ^a	0	64.3 ^a	0	32.3 ^a	0	8.1 ^a	0
ZE-7	69.2 ^a	11.5	22.9 ^a	8.1	5.8 ^a	14.6	11.9 ^a	3.4	426.2 ^a	33.5	89.9 ^a	28.5	42.9 ^a	24.8	11.2 ^{ab}	27.5
ZE-12	69.8 ^a	12.3	22.5 ^a	5.9	5.9 ^a	16.3	17.4 ^a	34	451.8 ^a	37.2	92.9 ^a	30.8	45.6 ^a	29.2	11.6 ^{ab}	29.5
ZE-13	65.7 ^a	6.9	21.5 ^a	1.9	5.9 ^a	16.7	16.7 ^a	31.2	422.8 ^a	32.9	89.0 ^a	27.8	44.5 ^a	27.4	10.9 ^{ab}	25.7
ZE-7+12	68.8 ^a	11.1	23.9 ^a	11.8	5.8 ^a	14.9	13.9 ^a	17.3	407.5 ^a	30.4	84.7 ^a	24.1	45.2 ^a	28.6	12.0 ^b	32.4
ZE-7+13	68.5 ^a	10.7	22.2 ^a	4.95	5.7 ^a	14.1	17.0 ^a	32.6	419.9 ^a	32.5	88.4 ^a	27.3	39.8 ^a	18.8	10.0 ^{ab}	18.9
ZE-12+13	64.5 ^a	5.1	22.5 ^a	5.9	5.4 ^a	8.0	19.3 ^a	40.5	375.2 ^a	24.4	76.0 ^a	15.4	33.4 ^a	3.23	8.6 ^{ab}	5.02
ZE-7+12+13	64.9 ^a	5.8	23.0 ^a	8.3	5.5 ^a	9.5	18.7 ^a	38.6	373.4 ^a	24.1	87.5 ^a	26.5	41.9 ^a	22.9	10.4 ^{ab}	22.1

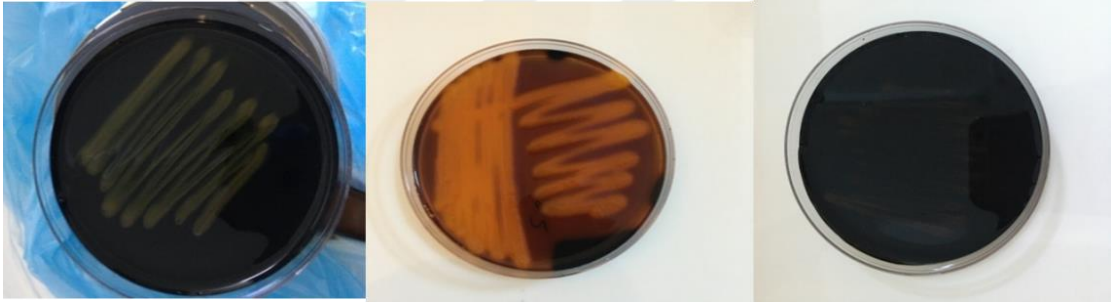
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil ($p>0,05$)

(ZE-2: *Enterobacter cloacae*, ZE-5: *Enterobacter aerogenes*, ZE-7: *Bacillus cereus*, ZE-8: *Microbacterium testaceum*, ZE-12: *Pseudomonas putida*, ZE-13: *Acinetobacter calcoaceticus*)

Ek 3: Şekiller Listesi



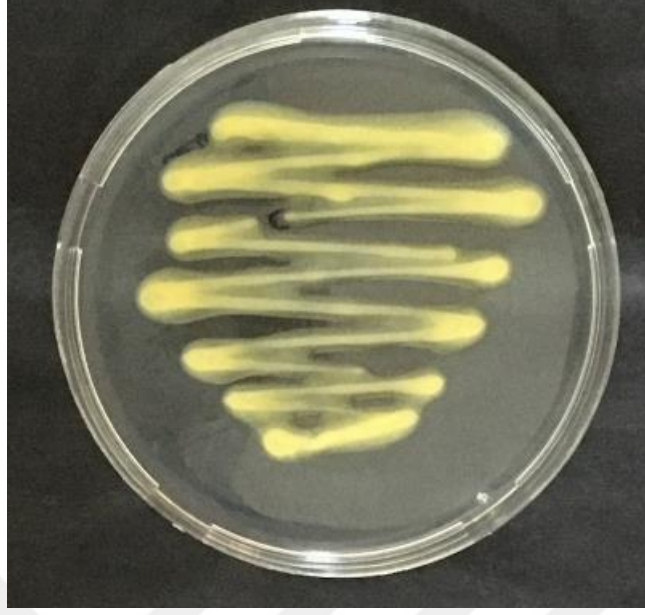
Şekil 4. 22. Gram negatif bakterilerde oluşan vizkoz yapı



Şekil 4.23. Nişasta hidrolizi sonucu oluşan petri görüntüleri



Şekil 4.24. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının pektolitik aktivite test görüntüsü



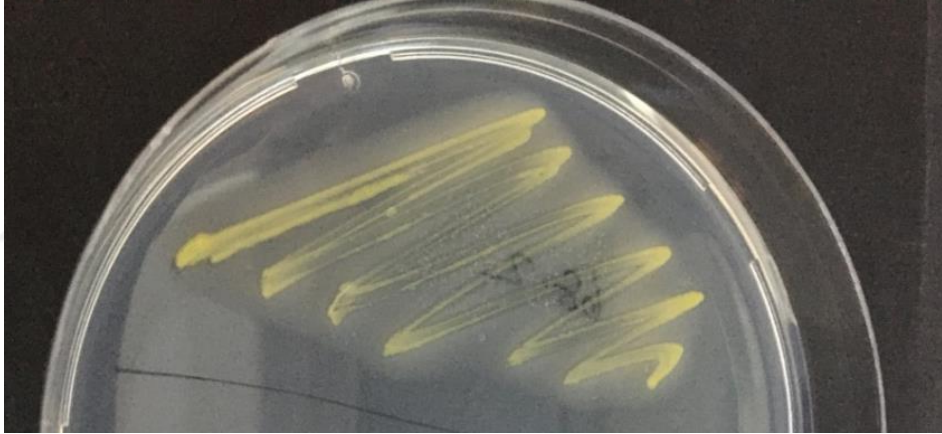
Şekil 4.25. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının SNA besi yerinde levan oluşumu



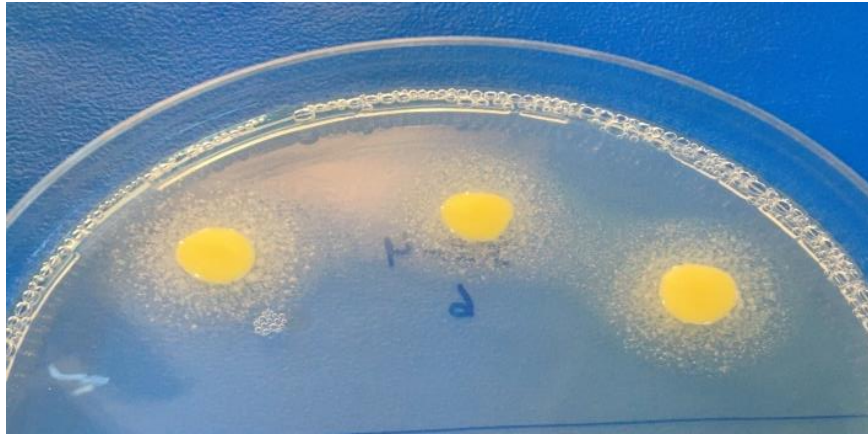
Şekil 4. 26. Katalaz testi sonucunda oluşan hava kabarcıkları



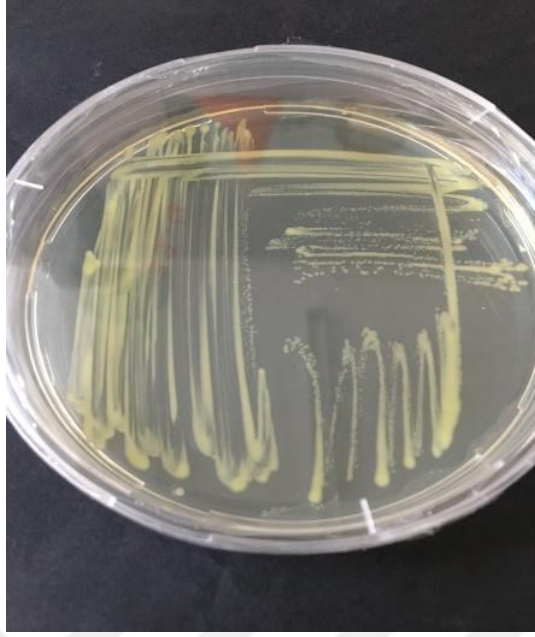
Şekil 4. 27.Oksidaz testinde gözlemlenen renk değişimi



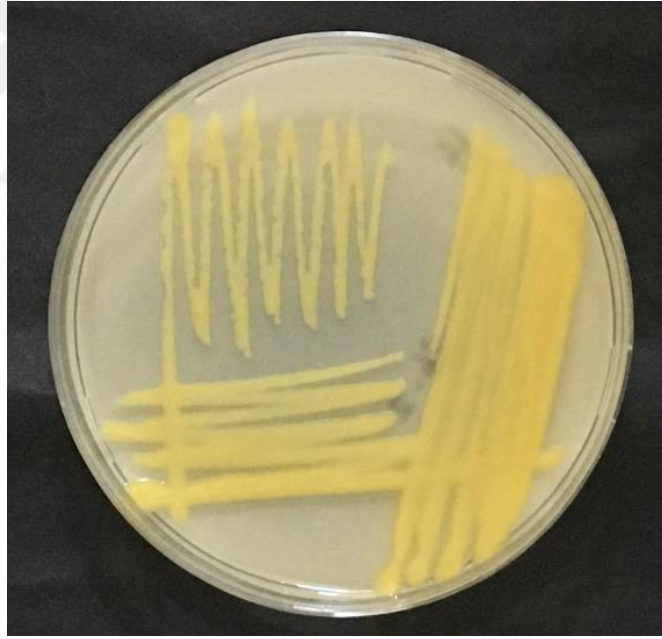
Şekil 4.28. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın CKTM besi yerindeki 14 gün sonraki gelişimi



Şekil 4.29. *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Tween B besi yerindeki 14 gün sonraki gelişimi



Şekil 4.30. *Xanthomonas euvesicatoria* 'nın Nutrient Agar besi yerindeki gelişimi



Şekil. 4.31. *Xanthomonas euvesicatoria* 'nın YDC agar besi yerindeki gelişimi

