



**TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN RİZOBAKTERİLERİN
DOMATES BAKTERİYEL KANSER VE SOLGUNLUK
HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

İBRAHİM CİNER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR
Temmuz - 2019
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN RİZOBAKTERİLERİN DOMATES
BAKTERİYEL KANSER VE SOLGUNLUK HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ

İBRAHİM CİNER

TOKAT
Temmuz - 2019

Her hakkı saklıdır

İBRAHİM CİNER tarafından hazırlanan “**Tokat İlinden Elde Edilen Rizobakterilerin Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **12 Temmuz 2019** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / ~~Oy Çokluğu~~ ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sümer HORUZ
Erciyes Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZTÜRK
Yozgat Bozok Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



12/07/2019

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



İBRAHİM CİNER

12 Temmuz 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN RİZOBAKTERİLERİN DOMATES BAKTERİYEL KANSER VE SOLGUNLUK HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

İBRAHİM CİNER

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SABRİYE BELGÜZAR)

Bu çalışma, Tokat ili domates üretim alanlarında domatesin toprak rizosfer bölgesinden elde edilen, fosforu çözme ve azotu indirgeme yetenekleri yüksek olan rizobakterilerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* [(Smith) Davis ve ark.] üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 12 adet rizobakteri izolatu kullanılmıştır. Yapılan *in vitro* çalışmada, rizobakteri izolatları *Cmm* üzerinde %13.16-88.44 arasında değişen oranlarda antagonistik etki göstermiştir. *In vitro* çalışmalar sonucu patojen bakteri üzerinde yüksek etkiye sahip olan rizobakteri izolatlarından seçim yapılmış, rizobakteri izolatları ile saksı çalışması ve tohum uygulamaları yürütülmüştür. Saksı çalışmalarında ilk denemede *Pseudomonas koreensis* (R-8) uygulaması hastalığı %52.78 oranında, ikinci denemede *P. koreensis*+*P. thivervalensis* (R-9+R-8) uygulaması %44.56 oranında engellemiştir. Patojenin uygulanmadığı sadece rizobakteri izolatlarının uygulandığı denemede ise rizobakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. *Cmm* ile bulaşık tohumlarda rizobakteri izolatları ilk denemede hastalık etmenini %60.97-82.92 oranında, ikinci denemede ise %51.51-78.78 oranında baskılamıştır. Patojenin uygulanmadığı sadece rizobakteri izolatlarının uygulandığı tohumlardan gelişen fidelerde de rizobakteri izolatlarının sadece kök uzunluğunda artış sağladıkları görülmüştür. Yapılan bu çalışma sonucu saksı denemeleri ve tohum uygulamalarında *Cmm* üzerinde en yüksek etkiye sahip olan rizobakteri izolatları ile tarla denemelerinin yürütülmesi gerekmektedir.

2019, 83 SAYFA

ANAHTAR KELİMELE: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, rizobakteri, biyolojik mücadele, Tokat

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF THE EFFICACY OF RHIZOBACTERIA OBTAINED FROM TOKAT PROVINCE ON TOMATO BACTERIAL CANCER AND WILT DISEASE

İBRAHİM CİNER

TOKAT GAZİOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. SABRİYE BELGÜZAR)

This study was performed to determine the effects of rhizobacteria with higher phosphorus dissolving and nitrogen reducing abilities, which obtained from soil rhizosphere of tomato plant in tomato production area in Tokat province, on *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* [(Smith) Davis et al.] (*Cmm*) causal agent of tomato bacterial cancer and wilt disease. Twelve rhizobacteria isolates were used in this study. *In vitro* study, antagonistic effects of the rhizobacteria isolates on *Cmm* ranged from 13.16 to 88.44%. Based on the result of *in vitro* studies, rhizobacteria isolates with high effect on *Cmm* were selected and pot trails and seed applications were carried out with rhizobacteria isolates. In the first pot experiment, *Pseudomonas koreensis* (R-8) application resulted in 52.78% disease reduction, and *P. koreensis*+*P. thivervalensis* (R-9+R-8) combinations also caused 44.56% disease reduction. In the rhizobacteria isolates treatment alone without the pathogen, the rhizobacteria isolates did not have a positive effect on plant growth. In seeds contaminated with *Cmm*, rhizobacteria isolates suppressed the disease at the rate of 60.97-82.92% in the first trial and 51.51-78.78% in the second trial. It was observed that the rhizobacteria isolates increased only the root length of the seedlings grown from the rhizobacteria isolates coated seeds without the pathogen. As a result of study, rhizobacteria isolates with the highest effect on *Cmm* in pot experiments and seed applications must carry out on field experiments.

2019, 83 PAGES

KEYWORDS: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, rhizobacteria, biological control, Tokat

ÖNSÖZ

Domates yetiştiriciliği ülkemizin her bölgesinde olduğu gibi, Tokat ilinde de üreticilerimizin en önemli gelir kaynaklarından birisidir. Domates üretiminde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Hastalık ile mücadelede kültürel önlemlerin yetersiz kalması ve etkili bir kimyasal maddenin olmamasından dolayı alternatif mücadele yöntemleri önem kazanmaktadır. Günümüzde özellikle toprak kökenli hastalıklara karşı rizobakterilerin kullanımı araştırma konularından birisidir.

Yürütülen yüksek lisans çalışmasında, Tokat ili domates üretim alanlarından elde edilen rizobakterilerin *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan rizobakteri izolatları hastalık etmeni üzerinde farklı oranlarda etki göstermiştir. Yapılan saksı denemeleri sonucunda etkili olan rizobakteri izolatlarının tarla denemelerinin yapılması planlanmaktadır.

Tüm bu çalışma boyunca her zaman yanımda olan, bana bilgileri ile yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen, danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR'a sonsuz teşekkürler.

Yüksek Lisans Tezi jüri üyelerinden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümer HORUZ ve Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZTÜRK hocalarıma bilgi ve deneyimlerini paylaştıkları için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma esnasında verdiği tavsiyeler ve yardımlardan dolayı Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Yusuf YANAR ve diğer Bitki Koruma Bölümü hocalarıma minnettarım.

Çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan Ziraat Mühendisi Yusuf YIKILMAZ, Merve ÇETİN, Mehmet BAYRAM, Aslı YAVUZ, Arş. Gör. Bahadır ŞİN ve Arş. Gör. Zeliha EROĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi; yüksek lisans çalışmam esnasında da maddi, manevi desteklerini ve sevgisini hiç esirgemeyen, sevgili annem ve babam iyi ki varsınız. Sevgisiyle daima yanımda olan her ihtiyacım olduğunda elinden geleni yapan canım kardeşlerim Taner ve Berkay'a teşekkürler.

İbrahim CİNER

12 Temmuz 2019



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığı Hakkında Genel Bilgiler	6
2.2. Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığının Mücadelesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Çalışmada kullanılan rizobakteri izolatları.....	18
3.1.2. Çalışmada kullanılan patojen bakteri	18
3.1.3. Çalışmada kullanılan besi yeri.....	18
3.1.4. Çalışmada kullanılan biyopreparat	19
3.1.5. Çalışmada kullanılan domates tohumu ve fidesi	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. <i>In vitro</i> çalışmalar	19
3.2.2. <i>In vivo</i> çalışmalar.....	21
3.3. İstatistiksel Analizler	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1. <i>In vitro</i> Çalışmalar	31
4.2. <i>In vivo</i> Çalışmalar	35
4.2.1. Saksı çalışmaları	35
4.2.2. Tohum uygulamaları	67
5. SONUÇ	75
6. KAYNAKLAR	77
7. ÖZGEÇMİŞ	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
µl	Mikrolitre
°C	Santigrat derece
G	Gram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
rpm	Dakikadaki devir sayısı
v	Hacim
nm	Nanometre
-	Eksi
+	Artı
p	Olası hata miktarı

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
<i>Cmm</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
ELISA	Enzyme Linked Immunosorbent Assay Systems
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
HCl	Hidroklorik Asit
NaCl	Sodyum Klorür
NK	Negatif kontrol
PCR	Polimeraz Chain Reaction
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria
PK	Pozitif kontrol
spp.	Alt türler
subsp.	Subspecies (alt tür)
var.	Varyete

pv.

Pathovar

MALDI-TOF MS

Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time Of Flight



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1.	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 'in dağılımı EPPO.....	7
Şekil 2.2.	Tokat ili domates üretim alanında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının görüldüğü bir arazi.....	8
Şekil 2.3.	Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının tipik belirtisi-tek taraflı solgunluk.....	9
Şekil 2.4.	Domates bitkisinin iletim demetlerinde belirlenen kahverengileşme ve koflaşma.....	10
Şekil 2.5.	Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeninin domates meyvesinde oluşturduğu tipik belirti-kuş gözü simptomu.....	10
Şekil 3.1.	Rizobakteri izolatlarının steril kürdan ile alınması.....	20
Şekil 3.2.	Üç nokta halinde rizobakteri izolatlarının besi yerine ekimi....	20
Şekil 3.3.	Patojen bakteri <i>Cmm</i> 'nin besi yerine püskürtülmesi.....	21
Şekil 3.4.	Uygulama yapılan rizobakteri izolat süspansiyonları.....	22
Şekil 3.5.	Rizobakteri izolatlarından hazırlanan süspansiyonlara daldırılan fideler.....	23
Şekil 3.6.	Daldırma işleminden sonra saksılara şaşırtılan fideler.....	23
Şekil 3.7.	Patojen bakteri <i>Cmm</i> 'nin bitkilere uygulanması.....	24
Şekil 3.8.	Patojen bakteri <i>Cmm</i> 'nin vakum yöntemi ile tohumlara inokulasyonu.....	26
Şekil 3.9.	Patojen bakteri <i>Cmm</i> 'nin vakum yöntemi ile tohumlara inokulasyonunun yakından görünümü.....	26
Şekil 3.10.	Patojen bakteri <i>Cmm</i> inokule edilen tohumların steril kabinde kurumaya bırakılması.....	27
Şekil 3.11.	<i>Cmm</i> ile inokule edilmiş tohumların rizobakteri izolatları ile bulaştırılması.....	28
Şekil 3.12.	Rizobakteri izolatlarına daldırılan tohumların çalkalanması	29
Şekil 3.13.	Uygulama yapılan tohumların besi yerine ekimi.....	29
Şekil 4.1.	<i>Pseudomonas chlororapsis</i> (R-7) izolatının <i>Cmm</i> üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı.....	32
Şekil 4.2.	<i>P. koreensis</i> (R-6) izolatının <i>Cmm</i> üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı.....	32
Şekil 4.3.	<i>P. koreensis</i> izolatının <i>Cmm</i> üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı.....	33
Şekil 4.4.	<i>P. thivervalensis</i> izolatı ile <i>Cmm</i> arasındaki etkileşim.....	33
Şekil 4.5.	Rizobakteri izolatı ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti (1;PK, 2;NK, 3; R-9, 4; R-6, 5; R-8, 6; R-9+R-8, 7; R-7+R-4+R-9, 8;Probio) (1. saksı çalışması).....	38
Şekil 4.6.	Rizobakteri izolatı ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde lezyon boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-9, 4; R-6, 5; R-8, 6; R-9+R-8, 7; R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması).....	39

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.7. NK, PK ve R-9+R-8 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti.....	39
Şekil 4.8. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde bitki boyu (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması).....	41
Şekil 4.9. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerin yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması).....	42
Şekil 4.10. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerin kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması).....	42
Şekil 4.11. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)....	43
Şekil 4.12. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)....	43
Şekil 4.13. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması).....	45
Şekil 4.14. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde lezyon boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması).....	45
Şekil 4.15. NK, PK ve R-8 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti.....	46
Şekil 4.16. NK, PK ve R-6 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti.....	46
Şekil 4.17. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde bitki boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması).....	49
Şekil 4.18. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerin yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması)	50
Şekil 4.19. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerin kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışma.....	50
Şekil 4.20. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök yaş ağırlığı(1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışması).....	51
Şekil 4.21. Rizobakteri izolatu ve <i>Cmm</i> uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök kuru ağırlığı(1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışması).....	51
Şekil 4.22. Deneme sonrası bitkilerin değerlendirilme aşaması.....	53

Şekil 4.23.	Deneme sonunda bitki boyu ölçümü.....	53
Şekil 4.24.	Deneme sonunda bitki yaş ağırlıklarının terazide tartılması.....	54
Şekil 4.25.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	55
Şekil 4.26.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde gövde çapına olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	56
Şekil 4.27.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	56
Şekil 4.28.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde meyve sayısına olan etkisi(1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	57
Şekil 4.29.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde yaş ağırlığa olan etkisi(1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	58
Şekil 4.30.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	59
Şekil 4.31.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	59
Şekil 4.32.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması).....	60
Şekil 4.33.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması).....	62
Şekil 4.34.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde gövde çapına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması).....	62
Şekil 4.35.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması).....	63
Şekil 4.36.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde meyve sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması).....	63
Şekil 4.37.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2.saksı çalışması).....	65
Şekil 4.38.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2.saksı çalışması).....	66

Şekil 4.39.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması).....	66
Şekil 4.40.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. Saksı çalışması).....	67
Şekil 4.41.	Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8).....	70
Şekil 4.42.	Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının kök uzunluğuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8).....	70
Şekil 4.43.	Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki yaş ağırlığına olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8).....	71
Şekil 4.44.	Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki kuru ağırlığına olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8).....	71

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Çalışmada kullanılan rizobakteri izolatları.....	18
Çizelge 3.2.	Saksı çalışmalarında yapılan uygulamalar.....	21
Çizelge 3.3.	Tohuma yapılan uygulamalarda kullanılan rizobakteri izolatları.....	27
Çizelge 4.1.	Rizobakteri izolatlarının <i>Cmm</i> üzerindeki etki oranı (%)....	31
Çizelge 4.2.	Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi (1. saksı çalışması).....	36
Çizelge 4.3.	Rizobakteri izolatlarının, <i>Cmm</i> ile inokuleli bitkilerde bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi (1. saksı çalışması).....	40
Çizelge 4.4.	Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi (2. saksı çalışması).....	44
Çizelge 4.5.	Rizobakteri izolatlarının, <i>Cmm</i> ile inokuleli bitkilerde bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi (2. saksı çalışması).....	48
Çizelge 4.6.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyu, dal ve meyve sayısı üzerine olan etkisi (1. saksı çalışması).....	54
Çizelge 4.7.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık üzerine olan etkisi (1. saksı çalışması).....	57
Çizelge 4.8.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, dal ve meyve sayısı üzerine olan etkisi (2. saksı çalışması).....	61
Çizelge 4.9.	Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine olan etkisi (2. saksı çalışması).....	64
Çizelge 4.10.	Tohum uygulamasında tohumlardaki patojen ile bulaşıklık oranı (%).....	68
Çizelge 4.11.	Rizobakteri izolatlarının fide gelişimine etkisi.....	69

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), üretimi yapılan bölgelerde üreticilerin önemli gelir kaynaklarından birisidir. Ülkemizde taze olarak ve işleme yapılarak aynı zamanda ham madde olarak da kullanılmaktadır. Üretim miktarı açısından domates üretiminde; Türkiye (12 600 000 ton), Çin (57 582 954 ton), Hindistan (18 732 000 ton) ve Amerika Birleşik Devletleri (12 936 420 ton)'nden sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2016). Türkiye, iklim olarak farklı özelliklere sahip olduğundan sofralık ve sanayi domates üretimi hem açık alanda hem de örtü altında yapılabilmektedir. Türkiye'de 2017 yılında toplam domates üretimi 12 750 000 tondur (Anonim, 2018). Bölgesel dağılımda domates üretiminde ilk sırayı toplam üretimde %31'lik bir pay ile Akdeniz Bölgesi almaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde sofralık domates çeşitlerinin örtü altı üretimi yaygındır. İkinci sırada %25'lik bir pay ile Ege Bölgesi ve ardından %22'lik bir pay ile Marmara Bölgesi yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesi'ni takiben Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de domates üretimi artmış ve ülke üretiminin %9'unu oluşturur hâle gelmiştir. Diğer bölgelerimizin hepsi ise üretime %13'lük üretim payı ile katkı sağlamaktadır (Abak, 2017).

Ülke ekonomisinde bu kadar öneme sahip domates bitkisi, üretimin her aşamasında bazı hastalıklar ile karşı karşıya gelmekte ve bu hastalıklar üründe önemli kayıplara neden olmaktadır. Açık alanda ve örtü altında domates üretimini engelleyen önemli hastalıklardan birisi *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis ve ark.'in neden olduğu domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığıdır. Sistemik ve lokal enfeksiyonu ile domates üretiminde önemli verim kayıplarına sebep olmaktadır. Özellikle tohum ile gelen bir enfeksiyonda tek taraflı solgunluk ile başlayan belirtiler iletim demetleri boyunca ilerlemekte ve bitkide aşama aşama ölüm gerçekleşmektedir. Fide dönemi hastalığın en hassas dönemlerindedir. Genç fidelerde hızlı bir ölüm gerçekleşir. Meyvelerde oluşan kuş gözü olarak ifade edilen küçük, beyaz bir hale ile çevrili kahverengimsi lekelerde hastalığın tipik belirtilerindedir (Çetinkaya Yıldız ve ark., 2019).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı dünyada domates üretimi yapılan tüm bölgelerde kaydedilmiştir (Anonim, 2019). Hastalık etmeninin bazı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde %80'nin üzerinde epidemi yaptığı bildirilmiştir (Forster ve

Echandi, 1973; Gleason ve ark., 1993). Tüm Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda hastalık etmenine rastlanılmıştır. Ülkemizde İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Marmara, Ege, Doğu Akdeniz, Batı Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde domates üretim alanlarında değişik oranlarda hastalık oluşturmuştur (Tokgönül, 1998; Çınar, 1980; Basım ve ark., 2004; Şahin ve ark., 2002). Tokat ilinde ise 2011 ve 2012 yıllarında domates üretiminin yoğun olarak yapıldığı Merkez, Pazar, Turhal, Niksar ve Erbaa ilçelerinde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının bulunma oranları tespit edilmiştir. Belirtilen yıllarda yapılan arazi sürveylerinde 2011 yılında hastalığın tarlada bulunma oranı ortalama %9.64, 2012 yılında ise ortalama %4.98 olarak rapor edilmiştir (Belgüzar ve ark., 2016a).

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* sistemik yayılan bir hastalık etmenidir ve özellikle enfekteli tohumlar ile taşınır. Hastalık etmeninin ilk inokulum kaynağı tohumdur ve hastalığı başlatacak yeteneğe sahiptir. Hastalık etmeninin epidemiyolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda düşük bir tohum bulaşma oranının (1-5 tohum/1000 fide) bile üretim alanlarında önemli bir epidemiyi başlattığı belirlenmiştir (Chang ve ark., 1991). Tokat ilinde hastalık etmeninin tohum, bitki artığı ve bulaşık topraktaki yaşam süresini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada da, etmenin bulaşık tohumlarda 370 güne kadar canlı kalabildiği belirlenmiştir (Belgüzar ve ark., 2018). Hastalık etmeninin üretim alanlarına taşınma yollarından birisi de bulaşık fidelerdir. Enfekteli fidelerin dikimi ile ürün miktarında %63-93 oranında bir azalmanın görüldüğü tespit edilmiştir (Ricker ve Riedel, 1993). Belgüzar ve ark. (2019), 2013-2018 yıllarında Tokat iline gelen domates fidelerinde hastalık etmeninin epifitik popülasyonunu belirlemişlerdir. 2013 yılında toplanan domates fidelerinde hastalık etmeni ile bulaşıklık oranı %18.62, 2015 yılında %8.53, 2016 yılında %4.25 olarak belirlenmiştir. 2017 ve 2018 yıllarında ise bölgeye giriş yapan fidelerde bulaşıklık oranı (%) önemli düzeyde azalmıştır. Hastalığın üretim alanlarına taşınmasında ve yayılmasında bulaşık bitki artıkları, yabancı otlar, bulaşık toprak, kullanılan budama makasları, diğer alet-ekipmanların da rolü büyüktür (Çetinkaya Yıldız ve ark., 2019).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı ile mücadelede etkili bir kimyasal uygulama yoktur. İlk olarak temiz tohum ve fide kullanımı önemlidir. Özellikle başlangıç inokulum kaynaklarını azaltmak etkin yöntemlerdendir. En önemli kültürel

önlemlerden birisi de arazi içerisinde diğer bitkilere bulaşmaları önlemek için budama makaslarının dezenfeksiyonudur. Kullanılan budama makaslarının veya diğer aletlerin %1'lik NaCl ile dezenfeksiyonu yapılmalıdır. Örtü altı üretimde ve fideliklerde havalandırma iyi bir şekilde yapılmalıdır. Buna ilaveten budama koltuk alma gibi tarımsal işlemler sonrası bakır uygulaması hastalığın önlenmesi açısından önemlidir. Tohumların hidroklorik asit, bakır asetat ile muamelesi hastalık etmenini yok etmek için kullanılabilir (Fatmi ve ark., 1991; Özaktan, 1991). Polen-propolis ekstraktları, çeşitli bitki türlerinden elde edilen ekstrakt ve uçucu yağlar, bitki aktivatörleri ve organik/inorganik gübreler, çeşitli kimyasal bileşenler hastalığı önlemek için kullanılabilir (Daferera ve ark., 2003; Baysal ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2009; Basım ve ark., 2005; Milijasevic ve ark., 2009; Belgüzar ve ark., 2016b; Yanar ve ark., 2016).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı ile mücadelede kültürel önlemler yeterli gelmemektedir, aynı zamanda kimyasal mücadelede hastalığa karşı etkili bir maddede bulunmamaktadır. Bundan dolayı hastalık ile mücadeleye alternatif olarak farklı yöntemler araştırılmaktadır. Hastalığa karşı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin kullanılması da bu yöntemler içerisinde yer almaktadır. Bitki büyüme düzenleyici veya bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) bitki köklerinin bulunduğu toprak rizosferinde yoğun olarak bulunan ve toprakta fizyokimyasal aktiviteleri gerçekleştiren mikroorganizmalardır. PGPR'lar bitki kökleri ile yakın ilişki içerisinde ve bitkinin gelişimini olumlu yönde etkilerler. PGPR'ların bitkiler üzerinde direkt ve indirekt etkileri vardır. Azot bağlaması, fosforu çözmesi, fitohormon üretmesi, enzim üretmesi PGPR'ların direkt mekanizmalarındandır. Üretmiş oldukları sekonder metabolitler ve antibiyotiklerle özellikle toprak kökenli patojenleri baskılaması, biyo-kontrol ajanı olma özellikleri indirekt mekanizmalarındandır. PGPR'lar farklı bakteri cinsleri içerisinde yer alabilir. Özellikle *Pseudomonas* cinsi en etkili rizobakterilerdir. *Pseudomonas* cinsi bakterileri toprak rizosferinde hızlı bir şekilde çoğalırlar ve köke yayılırlar. Buna ilaveten bitkiyi strese koruyarak, bitki kök ve boy gelişimini teşvik eder, verimi artırır ve hastalık etmenlerine karşı da bitkileri korur (İmriz ve ark., 2014).

Çeşitli bakteriyel, viral ve fungal bitki hastalıklarının biyolojik mücadelesinde PGPR'ların kullanımı ile ilgili *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında yürütülen birçok

çalışma bulunmaktadır (Park ve Kloepper, 2000; Nejad ve Johnson, 2000; Silva ve ark.,2003; Anith ve ark., 2004; Guo ve ark., 2004; Mirik, 2005; Küsek, 2007; Liu ve ark., 2011; Yıldız ve ark., 2012). Aynı şekilde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına sebep olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile PGPR'ların etkileşimi üzerine yapılan bazı laboratuvar, sera ve tarla denemeleri de bulunmaktadır (Tokgönül ve Çınar, 1999; Boudyach ve ark.,2001; Utkhede ve Koch, 2004; Girish ve Umsha, 2005; Çetinkaya-Yıldız, 2007; Yuan ve ark., 2009; Amkraz ve ark., 2010; Kasselaki ve ark., 2011). Bu çalışmalardan, Boudyach ve ark. (2001), Souss- Massa/Fas domates üretim alanlarından 178 adet antagonist bakteri izolatu toplamışlardır. Çeşitli testlerle tanılamaları yapılan bakteri izolatlarının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile olan etkileşimi sera denemesi ve tohum uygulamaları yapılarak denenmiştir. Tohumlara izolatların uygulanması ve tekrar köklere bakterilerin verilmesi ile hastalık şiddetinde azalma sağlanmıştır.

Çetinkaya-Yıldız (2007), Adana, Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin ve Muğla illeri domates üretim alanlarından topladığı toprak örneklerinden 499 adet PGPR elde etmiştir. Yapılan saksı denemelerinde 8 bakteri izolatının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığını baskıladığını belirlemiştir. Etkili olan bakteri izolatları ile yürütülen tarla denemelerinde 3 bakteri izolatının ve kombinasyonlarının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in hastalık şiddetini %43 oranında azalttığı ve PGPR uygulanan bitkilerde gelişiminde arttığını belirlemiştir.

Akat ve Özaktan (2011) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da, Ege Bölgesi'nden toplanan 49 adet epifitik ve endofitik bakteri izolatının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkilerine bakılmıştır. *In vitro* testlerde antagonistlerin %40'ının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde etkili olduğu ve özellikle fluoresan *Pseudomonas* izolatlarının diğer izolatlara göre patojen üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yürütülen saksı denemelerinde tohum bakterizasyonu ve köke uygulama şeklinde yapılan uygulamalarda hastalık oluşumu %80-97 oranında engellenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, Tokat ili domates üretim alanlarından elde edilen, fosfatı indirgeme ve azotu bağlama özellikleri yüksek olan rizobakterilerin domates bakteriyel

kanser ve solgunluk hastalığına sebep olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



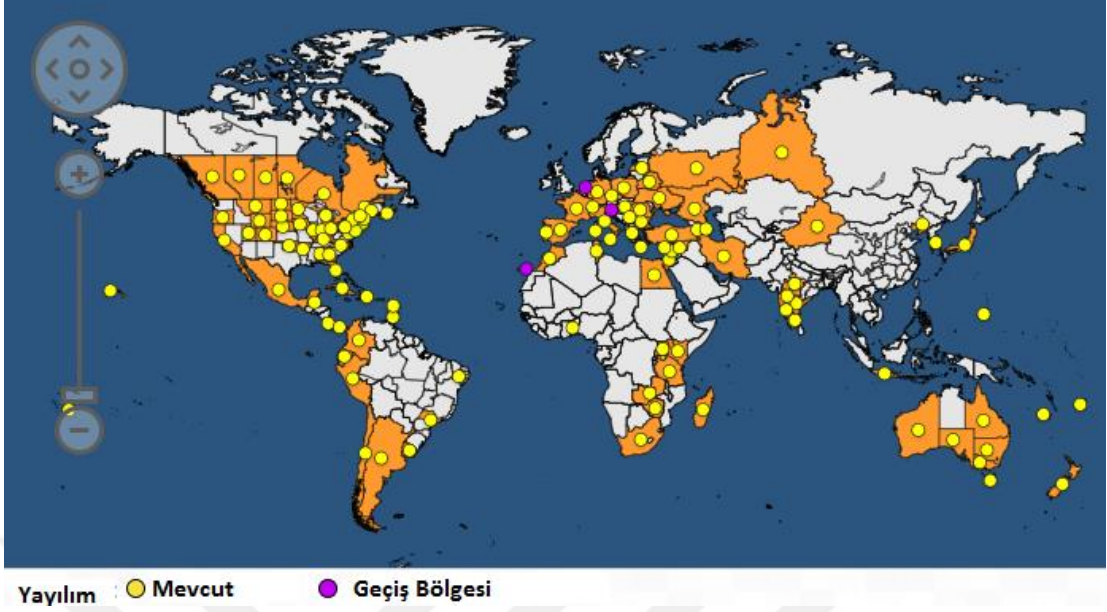
2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı Hakkında Genel Bilgiler

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına sebep olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* [(Smith) Davis ve ark.] (*Cmm*) Prokaryota alemi, Firmicutes bölümü, *Thallobacteria* sınıfı, *Microbacteriaceae* familyası, *Clavibacter* cinsi içerisinde yer almaktadır (Agrios, 2005). Sistemik çalışmalar süresince etmen *Bacterium michiganense*, *Aplanobacter michiganense*, *Pseudomonas michiganensis*, *Phytomonas michiganensis*, *Mycobacterium michiganensis* ve *Corynebacterium michiganense* olarak isimlendirilmiştir. Gleason ve ark. (1993) tarafından *Clavibacter* cinsi içerisinde tanımlanmıştır. Patojen gram pozitif bakterilerin grubunda yer almaktadır. Nutrient agar besi yerinde sarı renkli, yarı seçici SCM besi yerinde de ortası koyu gri, etrafı açık renkli haleli koloniler oluşturur.

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* tüm dünyada örtü altı ve açık alanda domates üretimini sınırlandıran en tahripkar bakteriyel etmenlerden birisidir (Gleason ve ark., 1993). Özellikle bitkinin genç dönemleri bu patojene karşı oldukça hassastır. Sıcak ve nemli havalarda patojen daha etkili olur ve daha ciddi zararlara yol açabilir (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2008). Patojen *Solanaceae* familyasında birçok kültür bitkisinde hastalık yapabiliyor olsa da ekonomik olarak zarara neden olduğu tek kültür bitkisi domatestir (Gleason ve ark., 1993). Bunlara ek olarak *Solanaceae* familyasında yer alan pek çok yabancı ot etmenin konukçusudur (Sherf ve Macnab, 1986).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı ilk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) tespit edilmiştir (Gleason ve ark., 1993). İlk tespit edildiği 1909 yılından bu yana yapılan araştırmalar sonucunda Asya, Avrupa, Afrika, Kuzey ve Güney Amerika kıtalarında yer alan pek çok domates üretim alanında hastalığa rastlanılmıştır (Anonim, 2019; Şekil 2.1). Domates üretim alanlarında hastalıktan kaynaklı %80'in üzerinde ürün kaybı gerçekleşmiştir (Sherf ve Macnab, 1986). Kuzey Karolina'da üretimde %70'lik bir azalma, Fransa'da da %20-30'luk bir ürün kaybı yaşanmıştır (Rat ve ark., 1991).



Şekil 2.1. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in dağılımı EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization-IMI, 2019-www.eppo.int)

Hastalık etmeni Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de domates üretim alanlarında ciddi ürün kayıplarına sebep olmaktadır. Öktem (1984) tarafından yapılan çalışmada, Ankara'nın bazı ilçelerinde %100 hastalık ile bulaşık tarlalara rastlanılmıştır. Öktem ve Benlioğlu (1993) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da, Orta Anadolu Bölgesi'nde 13 ilde (Ankara, Bolu, Burdur, Çankırı, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Yozgat ve Zonguldak) yapılan arazi sürveylerinde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmenine rastlanılmıştır. Kahveci ve Gürçan (1993) tarafından Antalya ilinde yapılan çalışmada da, Alanya, Elmalı, Kaş, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Merkez ve Serik ilçelerinde hem sera hem de tarla domateslerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* etmeni belirlenmiştir. Özyılmaz (2001), Aydın ilinde yaptığı çalışmada %1-10 oranında hastalık yaygınlığının olduğunu ifade etmiştir. Şahin ve ark. (2002) ise Doğu Anadolu Bölgesi'nde Oltu, İspir ve Yusufeli ilçelerinde hastalık yaygınlığını %100 olarak belirlemiştir. Basım (2002), Isparta ve çevresindeki 40 seranın *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* hastalık etmeni ile bulaşık olduğunu belirlemiştir. Basım ve ark. (2004) tarafından Antalya ve Isparta ilinde yapılan çalışmada da, farklı domates çeşitlerinin yetiştirildiği seralarda hastalık yaygınlığının %26-65 arasında değişen oranlarda olduğu

saptanmıştır. Çetinkaya-Yıldız (2007), tarafından Mersin ve Adana illerinde yapılan sürvey çalışmalarında hastalık yaygınlığının %15-25 arasında değişen oranlarda olduğu belirlenmiştir. Samsun ilinde domates üretim alanlarında Aksoy (2002) tarafından yapılan çalışmada %0.64 oranında *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* hastalık etmenine rastlanılmıştır. 2015-2016 yıllarında Öztürk (2017) tarafından Samsun ili Bafra ve Çarşamba illerinde domates üretim alanlarında yapılan çalışmada da, 20 köyde 80 adet arazide sürvey yapılmıştır. Toplam 144 hastalıklı bitki örneğinden 126 tane izolat elde edilmiştir. Yapılan morfolojik, fizyolojik, moleküler ve patojenisite testleri sonucu 28 tane bakteri izolatu patojen olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 12 izolat *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* olarak tanılanmıştır. Tokat ilinde ise Saygı (2010) domates bakteriyel solgunluk hastalığının Tokat ili domates üretim alanlarında %1.65'lik bir sıklıkta olduğunu ortaya koymuştur. Belgüzar ve ark. (2016a) tarafından 2011 ve 2012 yıllarında yapılan çalışmada ise, Tokat ilinde hastalığın bölgede bulunma oranları 2011 yılında Merkez'de %88.88, Niksar'da %54.54, Erbaa'da %52.38, Turhal'da %46.15 ve Pazar'da %18.18 olarak, 2012 yılında ise Erbaa'da %61.90, Merkez'de %52.85, Turhal'da %47.72, Pazar'da %44.44 ve Niksar'da %0 olarak belirlenmiştir (Şekil 2.2). Hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucu elde edilen izolatlar yapılan. biyokimyasal testler, serolojik (ELISA), moleküler (PCR) ve yağ asit metil ester (FAME) analizleri ile *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* olarak tanılanmıştır.



Şekil 2.2. Tokat ili domates üretim alanında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının görüldüğü bir arazi (Belgüzar, 2014)

Hastalık etmeni özellikle ekonomik anlamda domates bitkisinde zarar meydana getirmekte ve hem sistemik hem de lokal enfeksiyon yapmaktadır. Tohum veya açılan yaralar ile enfeksiyon başlar ise sistemik enfeksiyon oluşmakta ve hastalığın tipik belirtisi olan tek taraflı solgunluk meydana gelmektedir (Şekil 2.3). Gövde solgunluğu şeklinde ilerlemenin görüldüğü bitkilerin iletim demetlerinde sarımsı-kahverengimsi renk açılması, çatlaklar, özde koflaşma belirtileri görülür (Şekil 2.4).



Şekil 2.3. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının tipik belirtisi-tek taraflı solgunluk (Belgüzar, 2014)



Şekil 2.4. Domates bitkisinin iletim demetlerinde belirlenen kahverengileşme ve koflaşma (Belgüzar, 2014)

Hastalık etmeni doğal açıklıklar veya gövde üzerindeki ince tüylerin kırılması ile giriş yapar ise lokal enfeksiyon meydana getirmekte ve tüm yaprağın veya gövdenin büzüştüğü, kahverengileşmesi ve kuruması şeklinde nekrozların oluştuğu belirtiler meydana getirmektedir. Lokal enfeksiyon sonucu meyveler üzerinde oluşan ve kuş gözü olarak ifade edilen simptom da hastalığın karakteristik belirtisidir. Küçük, beyaz bir hale ile çevrili olan bu lekeler meyvenin pazar değerini düşürmektedir (Şekil 2.5)



Şekil 2.5. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeninin domates meyvesinde oluşturduğu tipik belirti-kuş gözü simptomu (Belgüzar, 2014)

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* etmeni tohum, toprak, bitki artıkları, sera malzemeleri, yabancı otlar gibi birçok yerde yaşamını sürdürebilmektedir. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı iletim demetleri boyunca ilerlemekte ve sistemik olarak tohum kabuğu veya tohum zarını geçerek tohumları enfekte etmektedir (Patino-Mendez, 1964). %1'lik bir tohumdan bulaşmanın olması domates bitkilerinde %54'lük bir enfeksiyona sebep olmuştur (Strider, 1967). Belgüzar ve ark. (2018), *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in tohumdaki yaşam süresini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, ilk olarak Alsancak RN F1 domates tohumlarını rifampicin antibiyotikine dayanıklı *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatu ile bulaştırmışlardır. Hastalık etmeni ile bulaşık tohumlar her ay antibiyotikli besi yerlerine ekilmiş ve patojen ile enfekteli tohum oranı belirlenmiştir. Buna ilaveten tohumlar torfa ekilerek gelişen fidelerde hastalık belirtileri takip edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, hastalık etmeni ile bulaşık domates tohumlarında inokulasyonun yapıldığı ilk gün (0. gün) %100'lük bir patojen ile bulaşıklık belirlenmiştir. Her ay yapılan izolasyonlarda bulaşıklık oranı azalmış ve 370. günde %17'lik bir bulaşıklık tespit edilmiştir. Bu tarihten itibaren yapılan izolasyonlarda hastalık etmenine rastlanılmamıştır.

Hastalık etmeninin diğer yaşam alanlarından birisi bulaşık toprak ve bitki artıklarıdır. Toprakta belirli koşullar altında canlılığını sürdürebilir. Washington ve New York'da patojen 11 ay (Byran, 1930), İtalya'da dört yıl (Ciccarone ve Carili, 1948) canlılığını sürdürmüş ve yapılan çalışmalarda özellikle nem ve sıcaklık değişikliğinin patojenin yaşam süresi üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir. Bulaşık bitki artıkları toprak yüzeyinde kaldığında patojen daha uzun süre canlı kalabilmektedir (Chang ve ark.,1992; Fatmi ve Schaad, 2002). Toprak yüzeyinde bulunan bitki artıklarında patojen 24 ay, toprak içine gömülen artıklarda 7 ay canlı kalabilmiştir (Gleason ve ark.,1991). Belgüzar ve ark. (2018) tarafından Tokat ilinde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeninin epidemiyolojisine yönelik yapılan çalışmada, patojen ile bulaşık toprak teneke kutular içinde deneme alanına gömülmüş, yaz ve kış ayları boyunca toprak örnekleri alınarak bakteri yoğunluğu hesaplanmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda bulaşık topraklarda patojen yaz aylarında 15 gün, kış aylarında 30 gün canlı kalabilmiştir. Bitki artıklarındaki yaşam süresi ile ilgili yapılan çalışmada da, patojen ile

bulaşık bitki artıkları birer tülbent içerisinde toprağa gömülmüş ve her ay bitki artığı örneğinden izolasyon yapılarak bakteri yoğunlukları belirlenmiştir. Bir yıl boyunca her ay yapılan izolasyonlarda ilk ay hastalık etmeni tespit edilirken diğer aylarda bulaşık bitki artıklarında hastalık etmenine rastlanılmamıştır.

2.2. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığının Mücadelesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına karşı etkili bir mücadele yönteminin olmamasından dolayı çok sayıda ülkede önemli kayıplar meydana gelmektedir. Hastalık etmeni ile mücadelede yapılan çalışmalara bakıldığında, Hausbeck ve ark. (2000) tarafından 1995 ve 1996 yıllarında yapılan çalışmada, bitkilere bakır hidroksit, bakır hidroksit+mancozeb, streptomycin ve streptomycin+bakır hidroksit uygulanmıştır. Yapılan uygulamalarda Mancozeb etkili bulunmuş olsa da, meyve lekeleri üzerinde hiçbir uygulama etkili olmamıştır.

Boudyach ve ark. (2001) *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı antagonistik bakterilerin etkilerini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmada, toprak, rizosfer ve rizoplaneden elde edilen 178 adet bakteri izolatının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in gelişimini 2-30 mm arasında değişen oranlarda engellediği ve saksı denemesinde 3 bakteri izolatının tohum uygulaması şeklinde uygulandığında hastalığı tamamen engellediği görülmüştür.

Hastalık ile mücadelede dayanıklı çeşit geliştirmeye yönelik yapılan bir çalışmada, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) gen havuzundaki domates hatlarının hastalık etmenine dayanıklılık durumları belirlenmiştir. Domates fidelerine gövdeden patojen enjekte edilmiş ve 8-10 gün sonra bitkide değerlendirme yapılmıştır. Yurtdışından temin edilen LA2157 ve LA407 materyallerinin dayanıklılığı onaylanmış, fakat enstitüye ait 3 saf BATEM hattı hassas olarak belirlenmiştir (Kabaş ve ark., 2009). Benzer şekilde Francis ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada da, LA407 ve *Solanum peruvianum* kaynaklı LA2157'yi en iyi dayanıklılık kaynağı olarak belirlemişlerdir. Dayanıklılık genleri ile yapılan çalışmalarda da en etkin Kantitatif Özellik Lokusu (Quantitative Trait Locus-QTL)'nin 7. kromozomda olduğu belirtilmiştir (Van Heusden ve ark., 1999). Kabaş ve ark. (2016) tarafından bakteriyel kansere dayanıklı genleri taşıyan hatları geliştirmek amacıyla yapılan çalışmada, hassas

hat AK1 (*Solanum esculentum*) ile dayanıklı LA2157 (*Solanum peruvianum*) melezlenmiş ve F1 hibrit elde etmek embriyo kurtarma ve ovül kültürü tekniği kullanılmıştır. Yapılan çalışmada 30 meyveden embriyo kurtarma metodu ile 30 sağlıklı embriyo çıkartılmış ve kültüre alınmıştır. Sera çalışmasında da BC1 ve BC2 bitkilerinde gövde inokulasyon metodu kullanılarak dayanıklılık testlemeleri yapılmıştır. Dayanıklılık için 14 Türk *Cmm* izolatu karışımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda toplam 80 BC3 dayanıklı bitki, çeşit ıslah çalışmalarına aktarılmıştır. Çalışmanın devamı olarak Kabaş ve ark. (2018) 78 genotip ile yaptıkları çalışmada 3 genotip *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı dayanıklılık göstermiştir. *Solanum peruvianum* ve *Solanum chmielewskii* tolerant olarak, *Solanum habrochaites* ise orta derecede tolerant olarak belirlenmiştir.

Türküsay ve Tosun (2005) tarafından bitki aktivatörlerinin etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada, HuwaSan TR 50 aktivatörünün *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkisi petri çalışması, tohum ve fide uygulamaları şeklinde denenmiştir. HuwaSan TR 50 aktivatörü petri çalışmalarında hastalık etmeninin gelişimini %61.3 oranında, tohum uygulamalarında %73.5 oranında ve fidelere uygulandığında %80.0 oranında hastalık oluşumunu engellemiştir.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına ve kök boğazı çürüklük hastalıklarına olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 0.16 µl/ml konsantrasyonundaki düşük dozda bile hastalık etmenlerinin gelişimi engellenmiştir. Özellikle tarçın, kekik, rezene ve reyhan bitki uçucu yağları yüksek antimikrobiyal etki göstermiştir (Tanovic ve ark.,2007). Benzer bir çalışmada, Yılmaz ve ark. (2014) bazı ticari sabit ve uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni üzerine antibakteriyel etkilerini araştırmışlardır. Uçucu yağların antibakteriyel etkisi, inhibisyon zon çapları (mm) dikkate alınarak agar kuyu difüzyon yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam 34 uçucu yağdan 18 adeti *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde %67 ve üzerinde engelleyici etki göstermiştir.

Belgüzar ve ark. (2016b) tarafından yürütülen bir çalışmada ise, kekik bitkisinden elde edilen su ekstraktı ve uçucu yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerindeki antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. Elde edilen uçucu yağ 3 farklı yöntemde

(besi yerine katılması, petri kabı kapağına yapıştırılmış kurutma kağıtlarına uçucu yağ damlatılması ve besi yerinde açılan kuyucuklara uçucu yağın damlatılması) ve 4 farklı dozda (5, 10, 15 ve 20 µl/ml) uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre, uçucu yağ çalışmasında, petri kabı kapağına yapıştırılmış kurutma kağıtlarına uçucu yağın damlatılmasının en etkili yöntem olduğu ve 20 µl dozda *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in gelişimini %100 oranında engellediği belirlenmiştir. Yanar ve ark. (2016) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, *Origanum vulgare*, *O. syriacum*, *O. onites*, *Mentha piperita*, *M. dumetorum*, *M. spicata* ve *Lippia citriodora* bitki türlerinden elde edilen uçucu yağlar *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı denenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, farklı dozlarda uygulanan uçucu yağlar içerisinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde en etkili olanlar *O. vulgare* ve *L. citriodora* türleri olmuştur.

Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların gıda ve tohum kökenli patojen bakteriler üzerindeki etkinliklerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, rezene uçucu yağı *Staphylococcus aureus* üzerinde, dereotu uçucu yağı da *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde en yüksek antibakteriyel etki göstermiştir (Soylu ve ark., 2009).

Bitki ekstraktlarının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı antibakteriyel etkilerinin incelendiği bir çalışmada, Talibi ve ark. (2011) Fas'tan topladıkları 15 familyaya ait 40 tıbbi ve aromatik bitkinin etkinliğine bakmışlardır. Petri denemelerinde testlenen 40 bitkinin hepsinin patojen üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle *Rubus*, *Anvillea* ve *Pistacia* bitki cinsleri hastalık etmeni üzerinde daha etkili olmuştur. Bu ekstraktların tohuma uygulanması ile hem bakteri yoğunluğu azalmış hem de kontrolle kıyaslandığında tohum çimlenme oranı artmıştır.

Hidroklorik asitin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da, direkt hastalık etmenine, hastalık etmeni ile bulaşık ve enfekteli tohumlara asit uygulaması yapılarak asitin patojen üzerindeki etkisine bakılmıştır. Yürütülen çalışmada, tohumlar 30 dk hidroklorik asit içerisinde bekletilmiş ve daha sonra hastalık etmeni ile inokule edilmiştir. 12 ay sonra yapılan izolasyonlarda asit ile muamele gören tohumlarda hastalık etmeninin popülasyonu önemli ölçüde azalmıştır. Doğal ve enfekteli tohumlar 7-10 dk boyunca %5'lik HCl solüsyonunda

bekletilerek asit ile muamele edildiğinde patojen tohumlardan tamamen yok edilmese de önemli ölçüde hastalık yoğunluğu azalmıştır (Pradhanang ve Collier, 2009).

Tokgönül ve Çınar (1999) *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı İçel, Adana ve Hatay ili domates üretim alanlarından elde ettikleri 90 adet antagonistik bakterinin etkilerini araştırmışlardır. *In vitro* koşullarda etkili olan 7 antagonist izolat ile yapılan tohum uygulamaları ile %100'lere varan bir etki görülmüştür. Özellikle *Actinomyces*, *Pseudomonas* ve *Bacillus* cinsleri en etkili grup olarak belirlenmiştir.

Yuan ve ark. (2009) Zhejiang Üniversitesi Huajiachi kampüsünden elde ettikleri *Streptomyces* spp. HL-12 bakteri izolatının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkilerini araştırmışlardır. Besi yerinde ve toprakta yürütülen çalışmada düşük kadmiyum varlığında 24 saati takiben en yüksek engelleme oranı belirlenmiştir.

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*'e karşı *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, lizozim, vermikompost, *Rhodosporidium diobovatum*'un etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, domates bitkisinde hastalık şiddeti %74'lere varan oranlarda azalmıştır (Utkhede ve Koch, 2004). *Bacillus pumilus* INR7, *Bacillus pumilus* SE34, *Bacillus pumilus* T4, *Bacillus subtilis* GBO3, *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a ve *Brevibacillus brevis* IPC11 kullanılarak yapılan bir çalışmada da, IN937a, GBO3 ve IPC11 izolatları hem tohum çimlenmesi hem de gelişimi üzerinde artırıcı etki göstermiş, hem de serakoşullarında yürütülen çalışmada domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının gelişimini azaltmıştır (Girish ve Umesha, 2005).

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*'in biyolojik mücadelesine yönelik yapılan diğer bir çalışmada da, 303 adet floresan *Pseudomonas* izolatının etkisine bakılmıştır. Domates bitkilerinin kök bölgesinden ve rizosferden elde edilen izolatlar içerisinde en yüksek antagonistik etki domates köklerine kolonize olan bakteri izolatlarında olmuştur. Çalışmada floresan *Pseudomonas*'ların özellikle rizosfer topraklarında daha baskın olduğu görülmüştür. Rifampicin, nalidixic asit, ampisilin ve chloramphenicol ile dayanıklı hale getirilen 42 izolattan 28'inin köklerde kolonize olduğu ve yapılan kotileden yaprak testinde 42 izolattan 8'inin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık oranını ve hastalık belirtilerini azalttığı görülmüştür. Etkili

olan 8 izolat ile sera koşullarında tohum ve kök uygulamaları şeklinde yapılan çalışmalarda da tüm izolatların hastalık gelişimini önemli ölçüde engellediği tespit edilmiştir (Amkraz ve ark., 2010).

Bitki aktivatörü ve gübrelerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerindeki etkilerine yönelik yapılan saksı çalışmasında ISR-2000, Messenger, Auxigro, Herbagegreen ve Regalia aktivatörleri, tarla çalışmasında da ISR-2000 aktivatörü hastalık etmeni üzerinde daha etkili olmuştur. Özellikle bitki aktivatörü ile organik ve inorganik gübrelerin kök+yeşil aksam kombinasyonuşeklinde uygulanması ile hastalık üzerinde daha yüksek etki tespit edilmiştir (Soykan, 2010).

Tohum uygulamalarının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkilerine yönelik yapılan bir çalışmada da, Tireng-Karut (2011) tohum kökenli inokulumun azaltılmasında farklı tohum uygulamalarının etkinliklerini araştırmıştır. Antagonist bakteri, Serenade, ISR 2000, sodyum hipoklorit, üzüm sirkesi, elma sirkesi, sıcak su ve laktik asit domates tohumlarına uygulanmış hem hastalık etmeni üzerindeki etkinliğine hem de tohumun çimlenme gücüne bakılmıştır. Yürütölen çalışmada tohum uygulamaları patojen yoğunluğunu %77-100 arasında değişen oranlarda azaltmıştır. Yapılan uygulamalardan da özellikle üzüm sirkesi ve elma sirkesi uygulamaları diğer uygulamalara göre daha başarılı olmuştur.

Kasselaki ve ark. (2011), *Bacillus* spp., bakır hidroksit, asitlendirilmiş nitrit, kompostun *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tohum dezenfeksiyon metoduna göre yapılan çalışmada, bakır hidroksit, kompost ve bazı *Bacillus* türlerinin hastalık etmeni üzerinde %100 oranında etkili olduğu görölmüştür.

Bitki büyüme düzenleyici rizobakterilerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerindeki etkilerine yönelik yapılan diğer bir çalışmada da, Adana, Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin ve Muğla illeri domates üretim alanlarından toplanan toprak örneklerinden 499 adet bakteri izolatu izole edilmiştir. Bu izolatlardan 8 tanesinin yürütölen saksı çalışmalarında hastalığı baskıladığı görölmüştür. Daha sonra 8 izolat içerisinden hastalık üzerinde en etkili olan 3 izolat ve kombinasyonları ile tohum uygulamaları ve 2 izolat ve kombinasyonları ile de tarla denemeleri yürütölmüştür.

Bakteri uygulamalarının yapıldığı bitkilerde hem bitki gelişimi artmış hem de hastalık şiddeti tarla koşullarında ortalama %43 oranında azalmıştır (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2014).

Aksoy ve ark. (2017) tarafından yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, domates fidelerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı *Pseudomonas putida* (CKPp9)'nın bitki büyüme düzenleyici karakterizasyonu belirlenmiştir. *P. putida* uygulanmış fidelerde diğer uygulamalara göre önemli bir farklılık belirlenmiştir. Hastalığa dayanıklılıkta CKPp9 ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki HPLC analizleri ile ortaya konulmuştur. CKPp9 uygulanmış, *CmmGo-2* uygulanmış ve Negatif kontrol bitkilerinde klorojenik asit, kafeik asit, katesin ve rutin miktarı birbirinden farklı olarak belirlenmiştir. Maksimum katesin birikimi, CKPp9+ *CmmGo-2* uygulanmış bitkilerde diğerlerine göre 10 kat daha fazla görülmüştür. Yapılan çalışmada domates fidelerinde fenolik bileşiklerin *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı biyokimyasal bariyer olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan rizobakteri izolatları

Çalışmada BAP 2016/22 nolu proje kapsamında Tokat ili domates üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden elde edilen ve MALDI-TOF MS ile tanılanan ve fosfatı indirgeme, azotu bağlama özellikleri yüksek olan rizobakteri izolatları kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan rizobakteri izolatları

İzolat kodu	Stok kodu	İzolatın tür adı
R-1	S-4-a/3	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>
R-2	Kb-2-a/3	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
R-3	S-3-a/12	<i>Arthrobacter oxydans</i>
R-4	S-3-a/4	<i>Pseudomonas kilonensis</i>
R-5	Ş-2-b/10	<i>Pseudomonas monteilii</i>
R-6	Ş-2-a/9	<i>Pseudomonas koreensis</i>
R-7	S-4-a/4	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>
R-8	Ş-2-b/4	<i>Pseudomonas koreensis</i>
R-9	Gy-4-a/11	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>
R-10	P-3-a/5	<i>Pseudomonas brassicacearum</i>
R-11	Kb-2-a/8	<i>Pseudomonas koreensis</i>
R-12	Gy-4-a/2	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>

3.1.2. Çalışmada kullanılan patojen bakteri

Çalışmada Tokat ili domates üretim alanlarında hastalıklı domates bitkilerinden izole edilen ve biyokimyasal ve moleküler testler ile tanılanan PK-Cmm-1 kodlu bakteri izolatı kullanılmıştır (Belgüzar, 2014).

3.1.3. Çalışmada kullanılan besi yeri

Çalışmada King B besi yeri (King ve ark., 1954) kullanılmıştır.

King B besi yeri;

Proteose peptone	20 g
Gliserin	10 ml
di-potassium hydrogen phosphate (K ₂ HPO ₄)	1.5 g
Magnesium sulfate heptahydrate (MgSO ₄ .7H ₂ O)	1.5 g
Agar	15 g
Saf su	1000 ml

3.1.4. Çalışmada kullanılan biyopreparat

Bakteri izolatları ile karşılaştırma olarak ProBio (*Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Streptococcus thermophilis*, *Saccharomyces cerevisiae*) (SCD PROBIOTICS Firması) adlı bir biyopreparat kullanılmıştır.

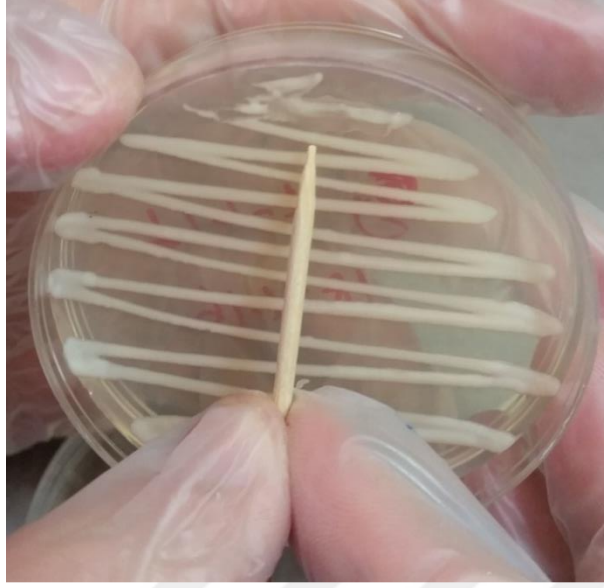
3.1.5. Çalışmada kullanılan domates tohumu ve fidesi

Saksı çalışmalarında ve tohum uygulamalarında Tokat ilinde yaygın olarak kullanılan Alsancak RN F1 domates çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. *In vitro* çalışmalar

Nutrient broth ve gliserol (%40) içerisinde stok kültür halinde -20°C’de muhafaza edilmekte olan 12 adet rizobakteri izolatu ve PK-*Cmm*-1 kodlu patojen bakteri King B besi yerine çizilerek gelişimi sağlanmıştır. 48 saatlik bakteri kültürlerinden steril bir kürdan yardımıyla alınarak (Şekil 3.1), 90 mm çaplı petrilerdeki King B besi yerine nokta halinde ekim yapılmıştır (Şekil 3.2). Rizobakteri izolatlarının ekiminden 24 saat sonra ise 10^8 hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan PK-*Cmm*-1 patojen bakteri, bakteri izolatlarının üzerine bir el spreyi ile püskürtülmüştür (Şekil 3.3). Kontrol olarak rizobakteri izolatlarının ekilmediği besi yerlerine sadece patojen bakteri püskürtülmüştür. Uygulama yapılan petriyer parafilm ile kapatılarak 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda rizobakteri izolatlarının etrafında oluşan engelleme bölgeleri ölçülerek değerlendirme yapılmıştır. Rizobakteri izolatlarının *Cmm* üzerindeki etkisi % engelleme oranı olarak belirlenmiştir. Çalışma beş tekerrürlü olarak kurulmuştur.



Şekil 3.1. Rizobakteri izolatlarının steril kürdan ile alınması



Şekil 3.2.Üç nokta halinde rizobakteri izolatlarının besi yerine ekimi



Şekil 3.3. Patojen bakteri *Cmm*'nin besi yerine püskürtülmesi

3.2.2. *In vivo* çalışmalar

Saksı çalışması

Rizobakterileri izolatlarının domates bakteriyel solgunluk hastalığı üzerine etkisinin belirlenmesi

In vitro çalışmalar sonucu patojen bakteri üzerinde yüksek engelleme etkisine sahip olan rizobakteri izolatları seçilerek, tekli uygulama, ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde saksı çalışması yürütülmüştür. Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi, Bitki Koruma Bölümü hastalık serasında yürütülmüş olup, 2 kez tekrarlanmıştır. Çalışmalarda yapılan uygulamalar Çizelge 3.2'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.2. Saksı çalışmalarında yapılan uygulamalar

	Uygulamalar	1. saksı çalışması	2. saksı çalışması
1	Tekli uygulama	R-9	-
2	Tekli uygulama	R-6	R-6
3	Tekli uygulama	R-8	R-8
4	İkili kombinasyon	R-9+R-8	R-9+R-8
5	Üçlü kombinasyon	R-7+R-4+R-9	-
6	Pozitif Kontrol	Sadece <i>Cmm</i> uygulaması	Sadece <i>Cmm</i> uygulaması
7	Negatif Kontrol	Steril saf su uygulaması	Steril saf su uygulaması
8	ProBio	Hazır biyopreparat	Hazır biyopreparat

King B besi yerinde 25°C’de 48 saat geliştirilen rizobakteri izolatlarının yoğunluğu saline buffer (%0.85 NaCl) ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.5 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama süspansiyonları (Şekil 3.4) içerisine domates fidelerinin kökleri 1 saat daldırılarak (Şekil 3.5) köklere bakterilerin kolonizasyonu sağlanmıştır. Karşılaştırma olarak ProBio preparatı firmanın önerdiği dozda uygulanmıştır. Uygulama yapılan bitkiler daha sonra steril toprak, torf ve perlit (1:1:0,5 v/v) karışımı olan saksılara şaşırtılmıştır (Şekil 3.6). Şaşırtma işleminden 5 gün sonra, rizobakteri izolatlarından hazırlanan süspansiyonlar sulama suyu şeklinde tekrar uygulanmıştır. Bu uygulamadan iki gün sonra (ilk uygulamadan 7 gün sonra), bitkilere patojen bakteri uygulaması yapılmıştır. Bu aşamada, 10^6 hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan *Cmm* süspansiyonundan 100 µl alınarak steril bir enjektör yardımıyla bitkilerin gövde kabuk altına patojen inokulasyon işlemi yapılmıştır (Şekil 3.7). Pozitif kontrol grubu bitkilere rizobakteri izolatları uygulanmamış olup, sadece patojen inokulasyonu yapılmıştır. Negatif kontrol olarak ise sadece steril suya daldırılan bitkiler kullanılmıştır. Patojen inokulasyonundan sonra bir gün boyunca bitkiler nemli naylon torba içerisinde tutularak nem çemberine alınmıştır. Nem çemberinden çıkartılan bitkilerde günlük olarak simptom gelişimleri takip edilmiştir. Saksı çalışmaları tesadüf parselleri deneme desenine göre sırasıyla 5 ve 8 tekerrürlü olarak kurulmuştur.



Şekil 3.4. Uygulama yapılan rizobakteri izolat süspansiyonları



Şekil 3.5. Rizobakteri izolatlarından hazırlanan süspansiyonlara daldırılan fideler



Şekil 3.6. Daldırma işleminden sonra saksılara şaşırtılan fideler



Şekil 3.7. Patojen bakteri *Cmm*'nin bitkilere uygulanması

Pozitif kontrollerde inokulasyonlardan yaklaşık 35-40 gün sonra bitkilerde hastalık değerlendirilmesi yapılmıştır. Bitkilerdeki hastalık şiddeti Francis ve ark. (2001)'nin belirlediği skalaya göre yapılmıştır. Bitkilerdeki solgun yaprak sayısı, yanıklık ve kanser dokusunun oluşumuna göre skala değerleri belirlenmiştir. Bitki sağlıklı ise 0, bitki tamamen kurumuş-ölmüş ise 5 olarak değer verilmiştir. Belirtilerin varlığına göre skala değerleri birim düzeyinde artırılmıştır. Rizobakterilerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığını % engelleme etkisi Abbott formülü [(kontroldeki hastalık şiddeti - uygulamadaki hastalık şiddeti) / kontroldeki hastalık şiddeti] x 100 kullanılarak yapılmıştır. Hastalık şiddetine ilaveten bitkilerde sağlıklı ve hastalıklı yapraklar sayılmış, bitki boyu, iletim demetlerindeki lezyon boyu, bitki yaş ve kuru ağırlık verileri de alınmıştır. Ayrıca bitkilerde hastalıklı dokulardan re-izolasyon işlemi yapılarak re-izolatlar elde edilmiş ve yapılan morfolojik gözlemler ve Gram reaksiyon testi ile izolatların *Cmm* olduğu belirlenmiştir.

Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki gelişimine etkisinin belirlenmesi

Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen saksı çalışmalarına paralel olarak rizobakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla da 2 kez saksı çalışması yürütülmüştür. Çalışmalar, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi Bitki Koruma Bölümü hastalık serasında Alsancak çeşidi domates fideleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bu kısmında da Çizelge 3.2’de verilen uygulamalar (PK uygulaması hariç) yapılmıştır. King B besi yerinde 25°C’de 48 saat geliştirilen rizobakteri izolatlarının yoğunluğu saline buffer (%0.85 NaCl) ile spektrofotometre kullanılarak 600 nm dalga boyunda 0.5 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan uygulama süspansiyonları içerisine domates fidelerinin kökleri 1 saat daldırılarak köklere bakterilerin kolonizasyonu sağlanmıştır. Uygulama yapılan bitkiler steril toprak, torf ve perlit (1:1:0,5 v/v) karışımı olan saksılara şaşırtılmıştır. Şaşırtma işleminden 5 gün sonra, hazırlanan rizobakteri süspansiyonları sulama suyu şeklinde tekrar uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre sırasıyla 5 ve 7 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Günlük bakım-sulama işlemleri takip edilmiş ve yaklaşık 2 ay sonra deneme sonlandırılmıştır. Deneme alanındaki tüm bitkilerde bitki boyu, gövde çapı, dal ve meyve sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı alınmıştır.

Tohum Uygulamaları

Domates tohumlarının patojenle inokulasyonu

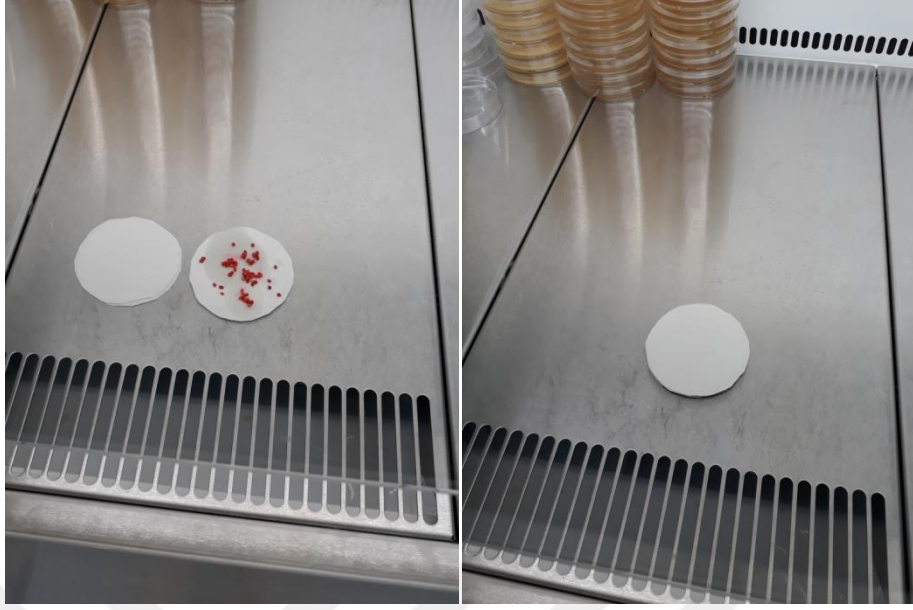
Çalışmada ilk olarak Alsancak RN F1 çeşidi domates tohumları yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuştur. Bu aşamada tohumlar önce 30 saniye %70’lik alkolde daha sonra 15 dakika %50’lik hipoklorikasit içerisinde bekletilmiş ve 3 kez steril saf sudan geçirilmiştir. Daha sonra *Cmm* izolatından spektrofotometrede 600 nanometrede 0.2 absorbans değerinde 1.4×10^8 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulan tohumlar patojen süspansiyonu içerisinde 5 saat vakum ve 3 saat daldırma yöntemleri kullanılarak patojen bakteri ile inokule edilmiştir (Şekil 3.8, Şekil 3.9). Patojen bakteri ile bulaştırılan tohumlar bir gece boyunca steril kabinde bekletilmiştir (Şekil 3.10; Belgüzar, 2014).



Şekil 3.8. Patojen bakteri *Cmm*'nin vakum yöntemi ile tohumlara inokulasyonu



Şekil 3.9. Patojen bakteri *Cmm*'nin vakum yöntemi ile tohumlara inokulasyonunun yakından görünümü



Şekil 3.10. Patogen bakteri *Cmm* inokule edilen tohumların steril kabinde kurumaya bırakılması

Rizobakteri izolatlarının tohuma uygulanması

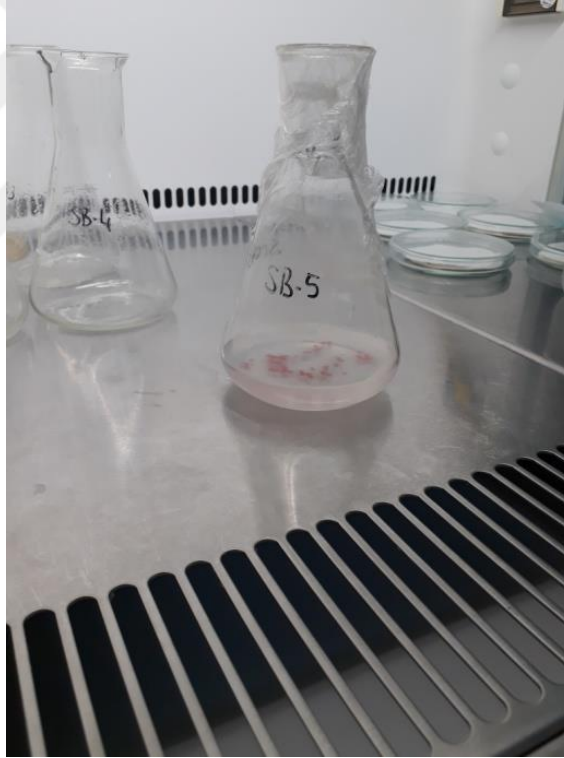
Çalışmanın bu kısmında, saksı denemesinde kullanılan ve *Cmm* üzerinde baskılama etkisi yüksek olan rizobakteri izolatlarından tekli uygulama, ikili ve üçlü kombinasyonlar yapılarak tohum uygulaması yapılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Tohuma yapılan uygulamalarda kullanılan rizobakteri izolatları

	Uygulamalar	
1	Tekli uygulama	R-9
2	Tekli uygulama	R-6
3	Tekli uygulama	R-8
4	İkili kombinasyon	R-6+R-8
5	Üçlü kombinasyon	R-9+R-6+R-8
6	Pozitif Kontrol	Sadece <i>Cmm</i> uygulaması
7	Negatif Kontrol	Steril saf su uygulaması

Rizobakteri izolatları King B besi yerine çizilerek 26°C'de 48 saat geliştirilmiştir. Spektrofotometre yardımıyla ($A_{600:0.3}$) bakteri izolatlarından 10^6 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır. *Cmm* ile bulaşık 100'er adet tohum, bakteri izolatlarından hazırlanan süspansiyonlar içerisine konulmuş, 30 dakika 150 rpm'de çalkalanarak tohuma bakteri uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.11, Şekil 3.12). Sadece

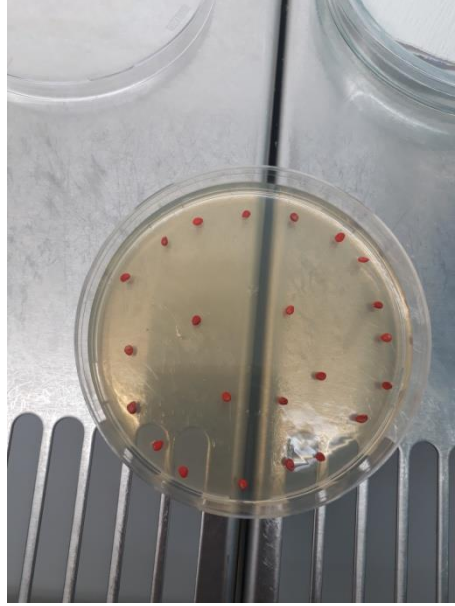
Cmm ile bulaştırılmış tohumlar kontrol olarak kullanılmıştır. Herhangi bir uygulamanın yapılmadığı steril saf su ile muamele edilen tohumlar da negatif kontrol olarak belirlenmiştir. Uygulama yapılan tohumlar bir gece boyunca steril kabinde bekletilmiştir (Belgüzar, 2014). Tohumlar kurduktan sonra 100 adet tohum her bir petriye 10'ar adet olmak üzere 10 petriye yerleştirilerek (Şekil 3.13) 3-5 gün inkübasyona bırakılmış ve besi yerinde tohumların etrafında oluşan sarı renkli kolonilerin tespiti ile *Cmm* ile bulaşık tohum sayısı belirlenmiştir. Kontrol grubundaki *Cmm* ile bulaştırılan tohumlardaki bulaşık tohum sayısı, uygulama görmüş tohumdaki bulaşıklık sayısı ile karşılaştırılmıştır (Tireng-Karut, 2011). Çalışma 2 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 3.11. *Cmm* ile inokule edilmiş tohumların rizobakteri izolatları ile bulaştırılması



Şekil 3.12. Rizobakteri izolatlarına daldırılan tohumların çalkalanması



Şekil 3.13. Uygulama yapılan tohumların besi yerine ekimi

Rizobakteri izolatlarının tohum çimlenmesi ve fide gelişimine etkisinin belirlenmesi

Cmm ile bulaşık olmayan sağlıklı 100'er adet domates tohumuna Çizelge 3.3.'de verilen (pozitif kontrol uygulaması hariç) rizobakteri izolatlarının uygulaması yapılarak tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Rizobakteri izolatı ve kombinasyonları ile muamele görmüş tohumlar, içerisinde torf bulunan viyollere ekilmiş ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi, Bitki Koruma Bölümü serasında çimlenmeye bırakılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir rizobakteri izolat uygulaması yapılmamıştır. Viyoller günlük kontrol edilerek çimlenen tohum sayıları kaydedilmiştir. Kontrol grubundaki çimlenen tohum sayısı, rizobakteri uygulaması yapılan tohumdaki çimlenme oranı ile karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır (Tireng-Karut, 2011). Çimlenmeyi takiben 35 gün sonra fideler hasat edilmiş, bitki boyu, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı alınmıştır.

3.3. İstatistik Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, SPSS istatistik 25 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile $p \leq 0.05$ önem düzeyinde belirlenmiştir. Aynı istatistik grupta yer alan uygulamalar aynı harf ile ifade edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

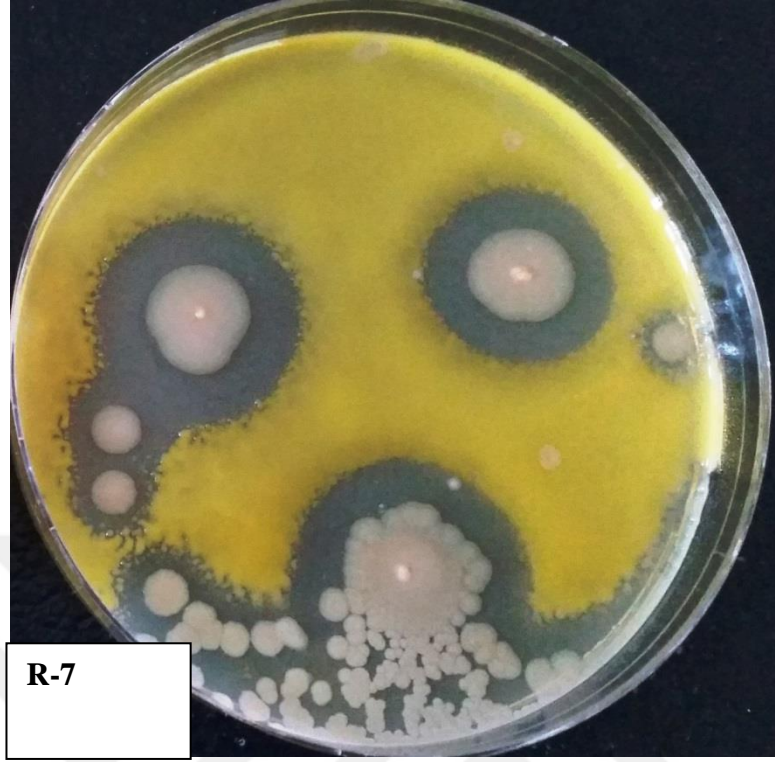
4.1. *In vitro* Çalışmalar

Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeni *Cmm* üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülen *in vitro* çalışmada, besi yerine rizobakteri izolatları nokta halinde ekilmiş ve rizobakteri izolatlarının üzerine 4.5×10^8 hücre/ml yoğunluğunda patojen bakteri *Cmm* püskürtülmüştür. İnkübasyon süresi sonunda rizobakteri izolatlarının etrafında oluşan engelleme alanı bir kumpas yardımıyla ölçülerek kontrol grubu ile kıyaslanmıştır. Rizobakteri izolatlarının *Cmm* üzerindeki etkileri (%) Çizelge 4.1’de verilmiştir.

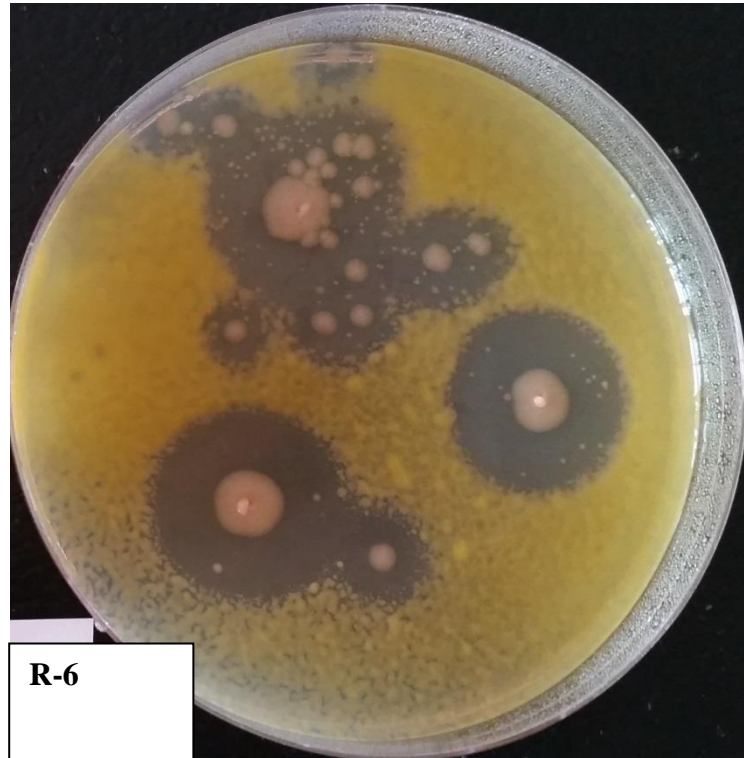
Çizelge 4.1. Rizobakteri izolatlarının *Cmm* üzerindeki etki oranı (%)

Rizobakteri izolat kodu	Bilimsel adı	Engelleme oranı (%)
R-1	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>	64.41
R-2	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	55.11
R-3	<i>Arthrobacter oxydans</i>	55.36
R-4	<i>Pseudomonas kilonensis</i>	77.48
R-5	<i>Pseudomonas monteilii</i>	66.82
R-6	<i>Pseudomonas koreensis</i>	80.48
R-7	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	69.67
R-8	<i>Pseudomonas koreensis</i>	72.87
R-9	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>	88.44
R-10	<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	39.63
R-11	<i>Pseudomonas koreensis</i>	39.63
R-12	<i>Pseudomonas thivervalensis</i>	13.16

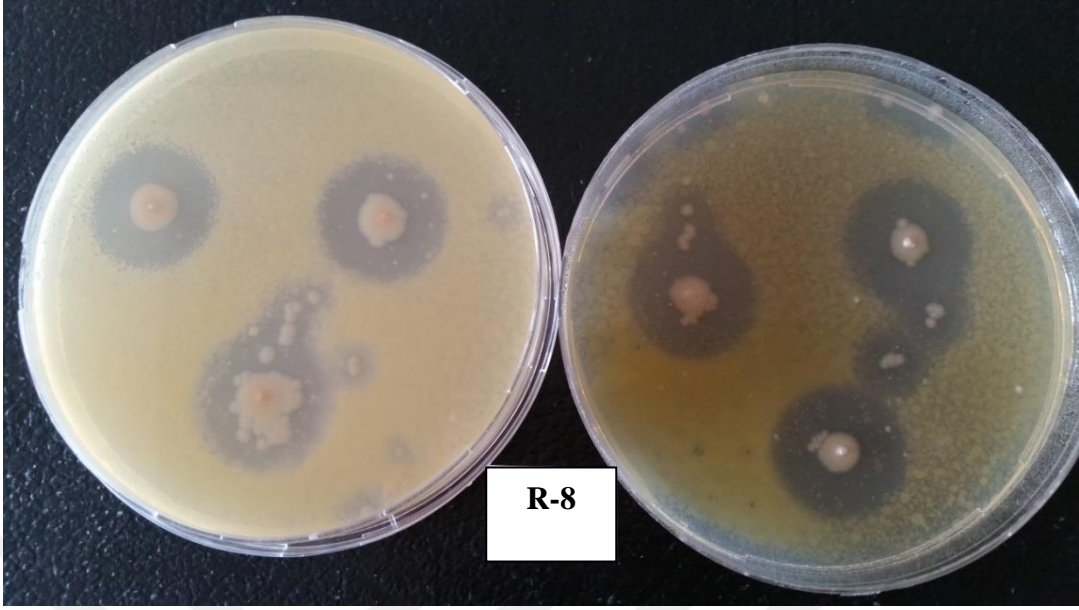
Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeni üzerine etkileri değerlendirildiğinde, testlenen 12 adet rizobakteri izolatı hastalık etmeni *Cmm* üzerinde %13.16-88.44 arasında değişen oranlarda bir engelleme göstermiştir. Hastalık etmeni üzerinde en yüksek etki R-9 kodlu *Pseudomonas thivervalensis* izolatında (%88.44) ve R-6 kodlu *Pseudomonas koreensis* (%80.48) izolatında belirlenmiştir. Testlenen 12 izolattan 9 adedi patojen üzerinde %50’nin üzerinde engelleme göstermiştir. R-10, R-11 ve R-12 kodlu rizobakteri izolatları hastalık etmeni üzerinde düşük etki göstermiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4).



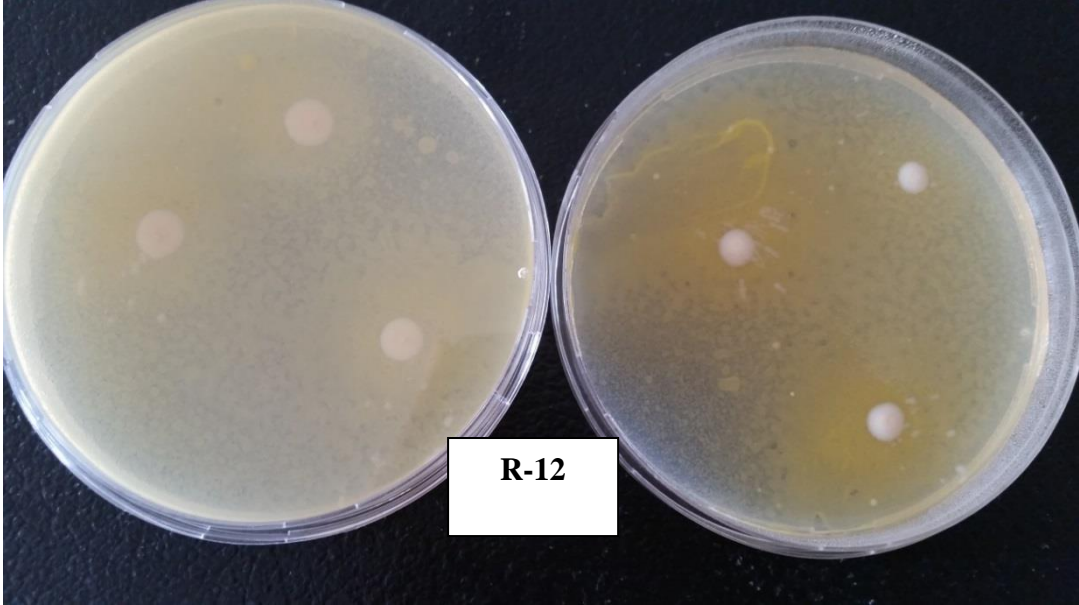
Şekil 4.1. *Pseudomonas chlororapis* (R-7) izolatının *Cmm* üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı



Şekil 4.2. *P. koreensis* (R-6) izolatının *Cmm* üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı



Şekil 4.3 *P. koreensis* izolatının *Cmm* üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı



Şekil 4.4. *P. thivervalensis* izolatı ile *Cmm* arasındaki etkileşim (engelleme olmamıştır.)

Yapılan *in vitro* çalışmaya benzer bir şekilde, Tokgönül ve Çınar (1999) İçel, Adana ve Hatay illerinde domates yetiştiriciliği yapılan alanlardan bitkinin rizosfer ve rizoplan bölgelerinden izole ettikleri 90 tane antagonist bakteriyi *Cmm*'ye karşı denemişlerdir. *In vitro* koşullarda yürütülen çalışmada, antagonistik etkinin belirlenmesi için bakteri

izolatları besi yerine nokta halinde ekilmiş, 48 saat geliştirildikten sonra, *Cmm* süspansiyonu bir el pülverizatörü ile besi yerine püskürtülmüştür. 72 saat sonra, antagonist izolatlar çevresinde oluşan engelleme zonları ölçülmüştür. 79 adet *Actinomeycetes*, 9 adet floresan *Pseudomonas*, 2 adet *Bacillus* cinsi bakteri izolatu ile yapılan çalışmada, 41 izolat 0.1-0.5 cm arasında, 27 izolat 0.6-1.0 cm arasında ve 18 izolat 1.1-2.1 cm arasında değişen oranlarda bir engelleme zonu oluşturmuş, 4 izolatta etki göstermemiştir. Yürütülen *in vitro* çalışmada özellikle *Actinomeycetes* grubu bakterilerin patojen üzerinde yüksek etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Antagonistik bakterilerin *Cmm*'ye olan etkilerini belirlemeye yönelik yapılan diğer bir çalışmada da, Boudyach ve ark. (2001) Souss- Massa/Fas domates üretim alanlarından izole ettikleri 178 adet antagonist bakteri izolatını domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına karşı denemişlerdir. Bakterileri bitkinin rizoplanından ve kök parçalarını da içeren rizosfer bölgelerinden elde etmişlerdir. *In vitro* koşullarda yürütülen çalışmada, 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki antagonistik bakteri izolatından 0.01 ml süspansiyon damlatılmıştır. 24 saat inkübasyondan sonra patojen bakteri *Cmm* süspansiyonu besi yerine püskürtülmüştür. 24 saat inkübasyondan sonra, oluşan zon ölçülmüş ve engelleme zon bölgesine göre sınıflandırma yapılmıştır. Yürütülen çalışmada, 178 bakteri izolatının hepsi *in vitro* koşullarda *Cmm*'ye karşı engelleyici etki göstermiştir. Besi yerinde 2-30 mm çapında engelleme zonu belirlenmiştir. *Bacillus* türleri ve *Actinomeycetes* izolatlarından bazıları belirgin bir şekilde zon oluşturmuştur. Gram negatif bakterilerinin çoğunluğunun çok belirgin bir engelleme zonu oluşturmadığı görülmüştür. 23 adet bakteri, hastalık etmeni üzerinde 25-30 mm arasında değişen oranlarda yüksek bir engelleme göstermiştir.

Yaptığımız çalışmada 12 rizobakteri izolatından 3 tanesi diğer rizobakteri izolatlarına göre *Cmm* üzerinde düşük etki göstermiştir. Çetinkaya-Yıldız (2007) tarafından yapılan çalışmada da, testlenen 8 adet PGPR izolatının *Cmm* üzerinde antagonistik etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada Adana, Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin ve Muğla illerinden elde edilen ve fosforu indirgeme özelliği ve azotu bağlama yeteneği yüksek olan 8 adet PGPR izolatu King B besi yerinin üst kısmına düz bir çizgi halinde ekilmiş ve 24 saat gelişime bırakılmıştır. Süre bitiminde hastalık etmeni PGPR'a dik olarak dört noktadan düz bir çizgi halinde ekilmiştir. 25 °C'de inkübe edilen petrilere 96

saat sonra *Cmm* ile PGPR arasında oluşan engelleme alanı ölçülmüştür. Diğer yapılan çalışmalardan farklı olarak kullanılan 8 adet PGPR izolatından hiçbirisinin *Cmm* üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Domates bitkisinin rizosfer bölgelerinden elde edilen floresan *Pseudomonas*'ların *Cmm*'ye olan antagonistik aktivitelerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada da, 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki antagonistik bakteri süspansiyonundan 10 µl besi yerine damlatılmış, 24 saat 26°C'de inkübasyondan sonra 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki patojen bakteri süspansiyonu besi yerine spreyle edilmiştir. 24 saatlik inkübasyondan sonra besi yerinde oluşan inhibisyon zonları ölçülmüştür. Çalışma sonucuna göre, 303 adet bakteri izolatından 210 tanesinin *Cmm* üzerinde etkili olduğu ve 2-40 mm arasında değişen oranlarda zon oluşturdukları belirlenmiştir (Amkraz ve ark., 2010).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına benzer şekilde Mirik (2005) tarafından yapılan çalışmada da, PGPR'ların biber ve domates bakteriyel yaprak lekeli hastalık etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'ya etkileri araştırılmıştır. Adana, Mersin, Osmaniye, Kahramanmaraş ve Hatay illerinde biber üretim alanlarından 189 adet aday PGPR izolatı elde edilmiştir. Yapılan testlemeler sonucu 11 izolatın fosfatı indirgeme yeteneğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlardan seçilen 3 bakterinin (H8-8, M1-3 ve M3-1) *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* üzerindeki antagonistik ve siderefor etkilerine bakıldığında M1-3 ve M3-1 izolatlarının siderefor etkisini kullandığı, H8-8'in ise siderefor etkisinin olmadığı belirlenmiştir. *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* üzerinde antogonistik etkide, H8-8 izolatının 0.05 cm, M1-3 izolatının 0.21 cm ve M3-1 izolatının 0.27 cm engelleme zonu oluşturduğu görülmüştür.

4.2. *In vivo* çalışmalar

4.2.1. Saksı çalışmaları

Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerindeki etkisi

In vitro çalışmalar sonucu hastalık etmeni *Cmm* üzerinde yüksek etkiye sahip olan rizobakteri izolatları domates bitkisine uygulanmış ve domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerindeki etkisi belirlenmiştir. 1. saksı çalışması Mart-Mayıs 2018

tarihleri arasında, 2. saksı çalışması Mayıs-Temmuz 2018 tarihleri arasında Bitki Koruma Bölümü hastalık serasında gerçekleştirilmiştir. Saksı çalışmalarında patojen bakteri uygulamasından yaklaşık 14 gün sonra pozitif kontrol bitkilerinde tek taraflı solgunluk şeklinde belirtiler gözlenmeye başlanmıştır. Bu tarihten itibaren günlük bitkiler kontrol edilmiş, haftalık solgun yaprak sayıları alınmıştır. Rizobakteri izolat uygulamasından yaklaşık 45 gün sonra denemeler sonlandırılmıştır. Pozitif kontrol bitkileri ve rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde hastalık şiddeti belirlenmiş, bitki boyu, lezyon boyu ölçülmüş, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı alınmıştır. Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de 1. saksı çalışmasına ait veriler, Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.’de 2. saksı çalışmasına ait veriler verilmiştir.

Çizelge 4.2. Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi (1. saksı çalışması)

Uygulamalar	Hastalık şiddeti	Etki oranı (%)	Lezyon boyu (cm)	Etki oranı (%)
1 PK	3.6 ^a	0.0	10.00 ^a	0.0
2 NK	0.00 ^b	100	0.00 ^b	100
3 R-9	3.2 ^a	11.12	9.6 ^a	4
4 R-6	2.8 ^a	22.23	8.3 ^a	17
5 R-8	2.9 ^a	19.45	3.5 ^{ab}	65
6 R-9+R-8	1.7 ^{ab}	52.78	6.2 ^{ab}	38
7 R-7+R-4+R-9	3.3 ^a	8.34	5.7 ^{ab}	43
8 ProBio	2.4 ^{ab}	33.34	4.1 ^{ab}	59

*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

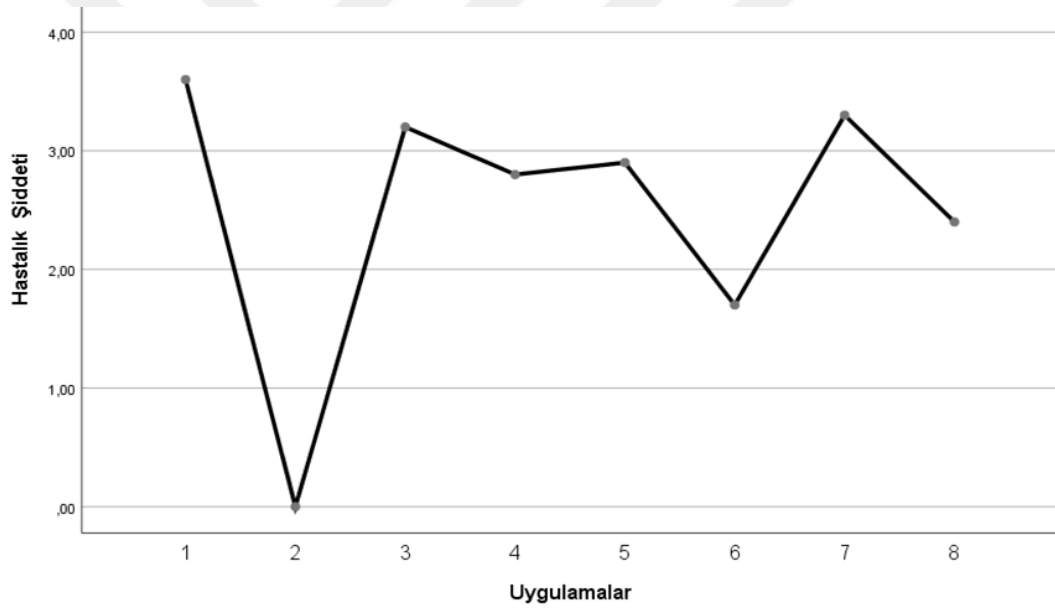
Çizelge 4.2.’de görüldüğü üzere, patojen *Cmm*’nin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinde tek taraflı solgunluk, kuruma ve ölüm gibi domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına ait belirtiler gözlemlenmiş ve yapılan değerlendirmelerde ortalama 3.6 oranında hastalık şiddeti belirlenmiştir. Herhangi bir uygulamanın yapılmadığı negatif kontrol bitkilerinde herhangi bir hastalık belirtisine rastlanmamış olup, hastalık şiddeti 0.0 olarak belirlenmiştir. Bitkilerdeki hastalık şiddeti değerlendirildiğinde, rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde 1.7-3.3 arasında değişen oranlarda hastalık şiddeti belirlenmiş olup, yapılan tüm rizobakteri izolat uygulamalarında pozitif kontrol bitkilerinden daha düşük oranda bir hastalık şiddeti belirlenmiştir. Özellikle R-9 ve R-8’in ikili kombinasyonu ile yapılan uygulamada ortalama 1.7 oranında düşük bir hastalık şiddeti belirlenmiş olup (Şekil 4.7), yapılan

kombineli uygulama hastalığı %52.78 oranında baskılamıştır. ProBio uygulamasında da hastalık belirtileri görülmüş olup, 2.4 oranında hastalık şiddeti saptanmıştır (Şekil 4.5).

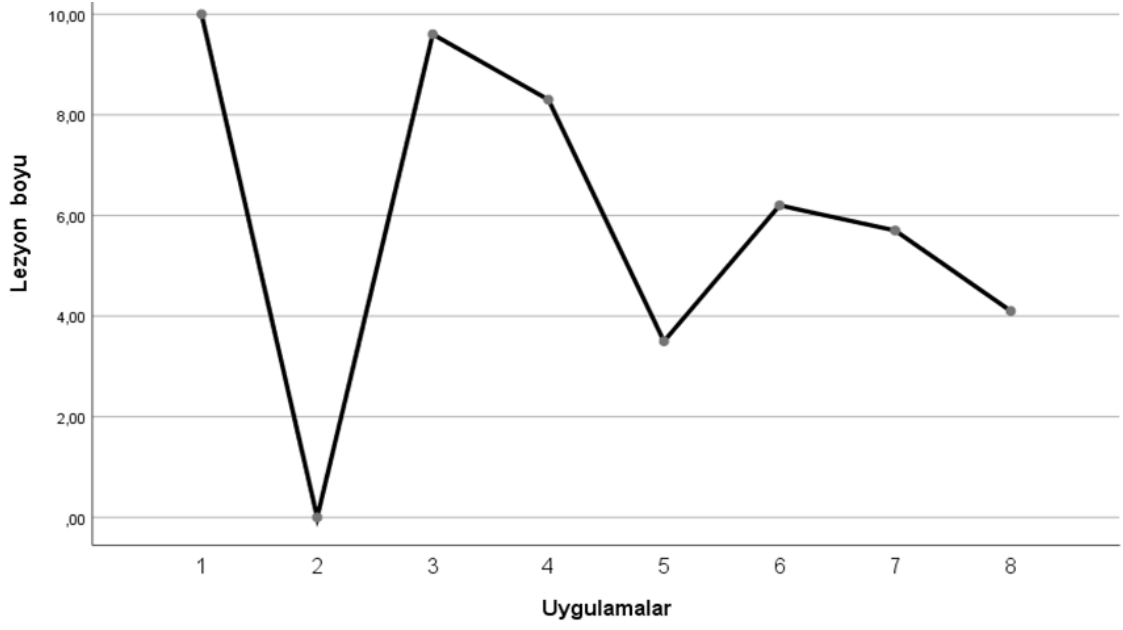
Uygulama yapılan bitkilerde gövde kısmı bir bıçak ile kesilerek iletim demetleri boyunca sarımsı, kahverengimsi renkte oluşan lezyon boyu ölçülmüştür. Patojen bakterinin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinde lezyon boyu 10.00 cm olarak ölçülmüştür. Negatif kontrol bitkilerinde herhangi bir sararma, kahverengileşme şeklinde lezyon tespit edilmemiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde de 3.5-9.6 cm aralığında bir lezyon ölçülmüştür. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının tipik belirtisi olan iletim demetlerindeki sararma, kahverengileşme, terekleşme veya koflaşma belirtisi üzerinde özellikle uygulama yapılan R-8 kodlu rizobakteri izolatu en düşük lezyon boyu (3.5 cm) ile en etkili izolat olarak belirlenmiş olup, hastalığı %65 oranında baskılamıştır. Aynı şekilde ProBio uygulanan bitkilerde de pozitif kontrol bitkilerinden daha düşük oranda (4.1 cm) bir lezyon görülmüş olup, hastalığı %59 oranında engellediği belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Antagonistik bakterilerin domates bakteriyel kanser üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da, *in vitro* koşullarda *Cmm* üzerinde etkili olan antagonistik bakteriler ile sera koşullarında denemeler yürütülmüştür. Boudyach ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada, antagonistik bakteriler ile muamele edilen tohumlar ekilmiş, 3 hafta sonra saksılara şaşırtma işlemi esnasında fidelerin kök bölgesine 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki *Cmm* süspansiyonu sprey edilmiştir. Saksılara dikilen bitkilerde, patojenin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinde 8. günden sonra tipik belirtiler görülürken, antagonistik bakterilerin uygulandığı fidelerde 16. günden itibaren görülmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmada, 15 izolattan floresan *Pseudomonas* grubuna dahil olan 3 tane izolatu kontrolle kıyaslandığında önemli ölçüde hastalığı baskıladığı belirlenmiştir. Tohum uygulamasına ilaveten, şaşırtma esnasında *Cmm* inokulasyonundan önce fide kökleri 3 dk 10^9 hücre/ml yoğunluğunda antagonistik bakteri süspansiyonuna daldırıldığında ise, 15 izolattan 10 tanesinin hastalığı daha yüksek oranda baskıladığı belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada antagonistik bakterilerin tohuma uygulamasına ilaveten köke uygulanmalarının hastalığı önlemede daha etkili olacağı vurgulanmıştır.

Benzer bir çalışmada, Amkraz ve ark. (2010) antagonistik bakterileri hem tohum uygulama hem de tohum uygulamasını takiben köke daldırma şeklinde uygulamışlardır. Patojenin uygulandığı tohumlarda 15 gün sonra tipik belirtiler görülürken, antagonistik bakterilerin uygulandığı bitkilerde 70 gün sonra belirtiler görülmüştür. Pozitif kontrol bitkilerinde hastalık yoğunluğu 65.4 ± 8.2 , bakterilerin uygulandığı bitkilerde ise hastalık yoğunluğu 11.0 ± 1.2 - 25.5 ± 1.0 aralığında belirlenmiştir. Antagonistik bakteri uygulamaları domates bakteriyel kanser hastalığını %61-83.19 arasında değişen oranlarda engellemiştir. Yapılan çalışmada özellikle floresan *Pseudomonas*'ların köke kolonizasyonlarının yüksek olduğu ve tohum uygulamalarını takiben kök daldırma şeklinde antagonistik bakteri uygulamalarının gerçekleştirilmesi ile *Cmm*'nin %100'e varan oranlarda azaltılabileceği vurgulanmıştır.



Şekil 4.5. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti (1;PK, 2;NK, 3; R-9, 4; R-6, 5; R-8, 6; R-9+R-8, 7; R-7+R-4+R-9, 8;Probio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.6. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde lezyon boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-9, 4; R-6, 5; R-8, 6; R-9+R-8, 7; R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.7. NK, PK ve R-9+R-8 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti

Çizelge 4.3 Rizobakteri izolatlarının, *Cmm* ile inokuleli bitkilerde bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi (1. saksı çalışması)

Uygulamalar		Bitki boyu (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	PK	36.1 ^{ab*}	30.74 ^{ab*}	8.45 ^{a*}	10.8 ^{d*}	1.07 ^{b*}
2	NK	41.12 ^{ab}	33.12 ^a	10.41 ^a	20.04 ^{ab}	1.98 ^a
3	R-9	34.2 ^{ab}	21.7 ^{ab}	5.94 ^a	13.17 ^{cd}	1.05 ^b
4	R-6	32.5 ^{ab}	27.24 ^{ab}	7.62 ^a	21.86 ^a	1.64 ^a
5	R-8	41.00 ^{ab}	33.13 ^a	10.16 ^a	16.11 ^{bc}	1.68 ^a
6	R-9+R-8	38.3 ^{ab}	25.9 ^{ab}	8.05 ^a	13.28 ^{cd}	1.15 ^b
7	R-7+R-4+R-9	32.1 ^b	18.77 ^b	5.66 ^a	14.16 ^{cd}	1.09 ^b
8	ProBio	36.2 ^{ab}	21.5 ^{ab}	6.63 ^a	11.2 ^d	1.04 ^b

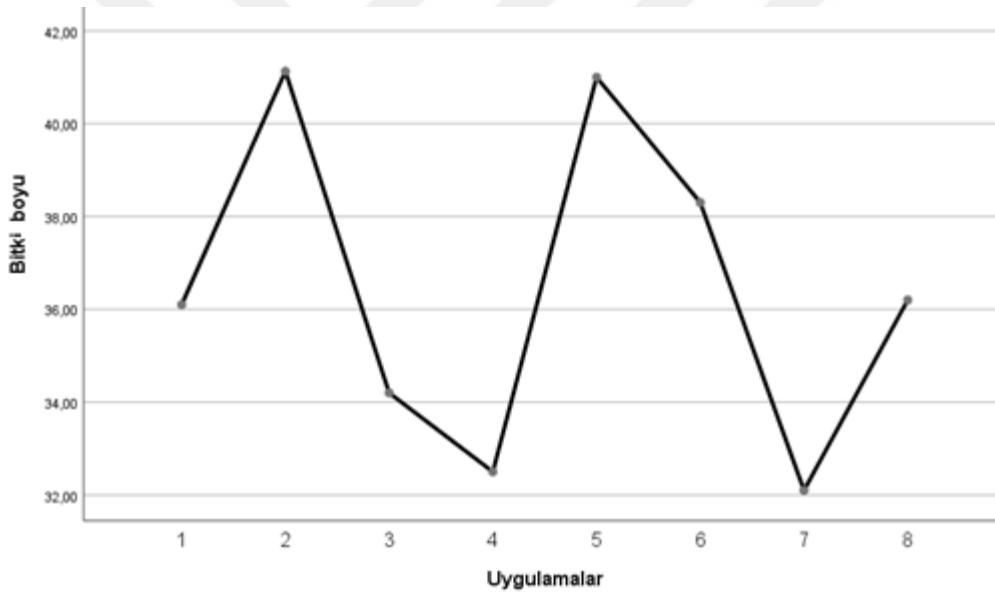
*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, uygulama yapılan bitkilerde bitki boyu ölçümü yapıldığında rizobakteri izolatlarının uygulandığı, patojenin inokule edildiği bitkilerde 32.1-41.00 cm arasında değişen oranlarda bitkilerde boylanma görülmüştür. Bitki boyu negatif kontrol bitkilerinde ortalama 41.12 cm, pozitif kontrol bitkilerinde ortalama 36.1 cm olarak ölçülmüştür. Yapılan tüm uygulamaların istatistiki olarak pozitif kontrol ve negatif kontrol bitkilerinden farklı grupta yer almadığı ve böylece bitki boyu üzerinde olumsuz bir etki göstermediği ($p \leq 0.05$) saptanmıştır (Şekil 4.8).

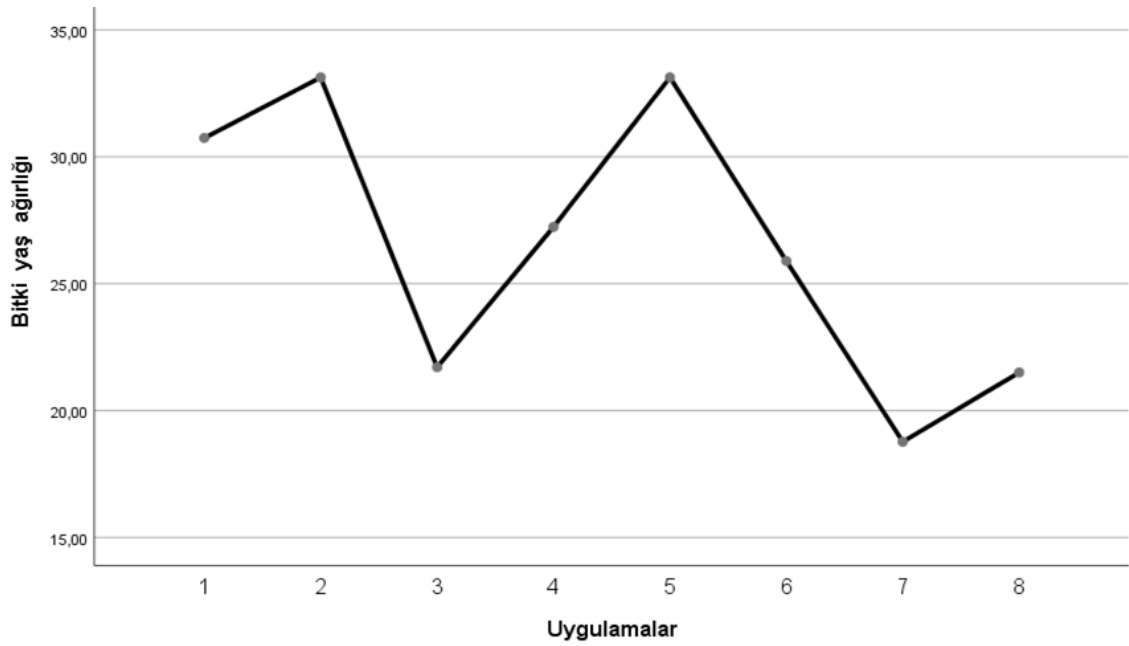
Cmm ile inokule edilen bitkilerde rizobakteri izolatlarının bitki yaş ağırlığına olan etkisine bakıldığında, pozitif kontrol bitkilerinde bitki yaş ağırlığı 30.74 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde 33.12 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde bitki yaş ağırlığı 18.77-33.13 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. En iyi sonuç negatif kontrol ile aynı değere sahip olan R-8 kodlu rizobakteri izolatının uygulandığı bitkilerde görülmüştür. Üçlü kominasyonların uygulandığı bitkilerde bitki yaş ağırlığında düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.9). *Cmm* ile inokule edilen bitkilerde rizobakteri izolatlarının bitki kuru ağırlığına olan etkisine bakıldığında, uygulamaların hepsinin aynı grupta olduğu ve istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı ($p \leq 0.05$) belirlenmiştir. Pozitif kontrol bitkilerinde bitki kuru ağırlık 8.45 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde 10.41 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri

izolatlarının uygulandığı bitkilerde bitki kuru ağırlık 5.66-10.16 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir (Şekil 4.10).

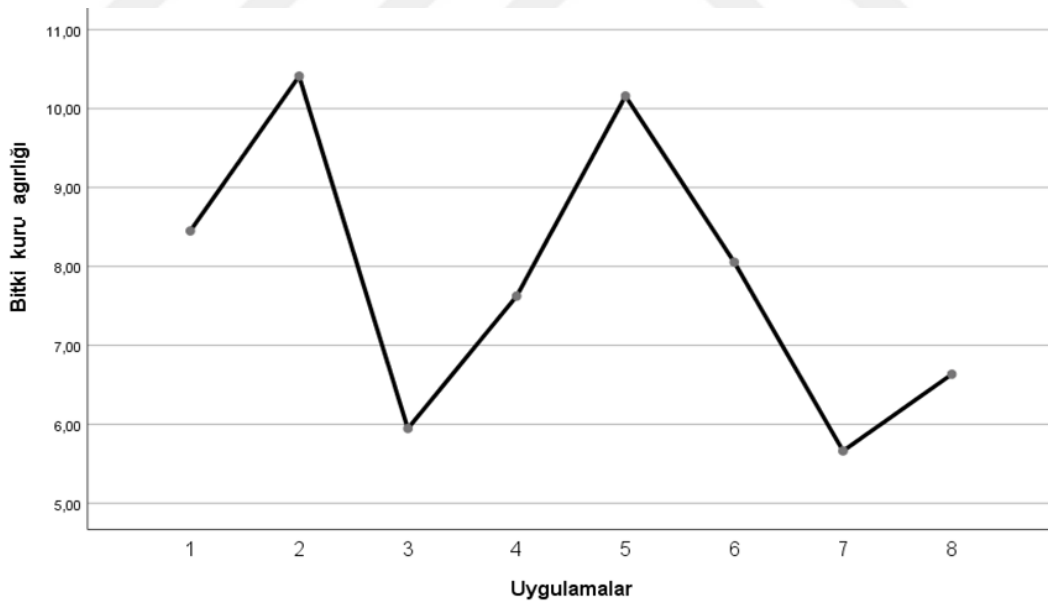
Cmm ile inokule edilen bitkilerde rizobakteri izolatlarının bitkilerde kök yaş ağırlığına olan etkisi incelendiğinde, pozitif kontrol bitkilerinde kök yaş ağırlığı 10.8 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde ise pozitif kontrolün iki katı şeklinde 20.04 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde ise kök yaş ağırlığı 13.17-21.86 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. En iyi sonuç R-6 kodlu rizobakteri izolatının uygulandığı bitki köklerinde tespit edilmiştir. ProBio uygulanan bitkilerin kök yaş ağırlığı da pozitif kontrol ile aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır (Şekil 4.11). Köklerin kuru ağırlıkları incelendiğinde, uygulamalar arasında farklılıkların olmadığı ve birbirine yakın oranlarda ağırlığa sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.12).



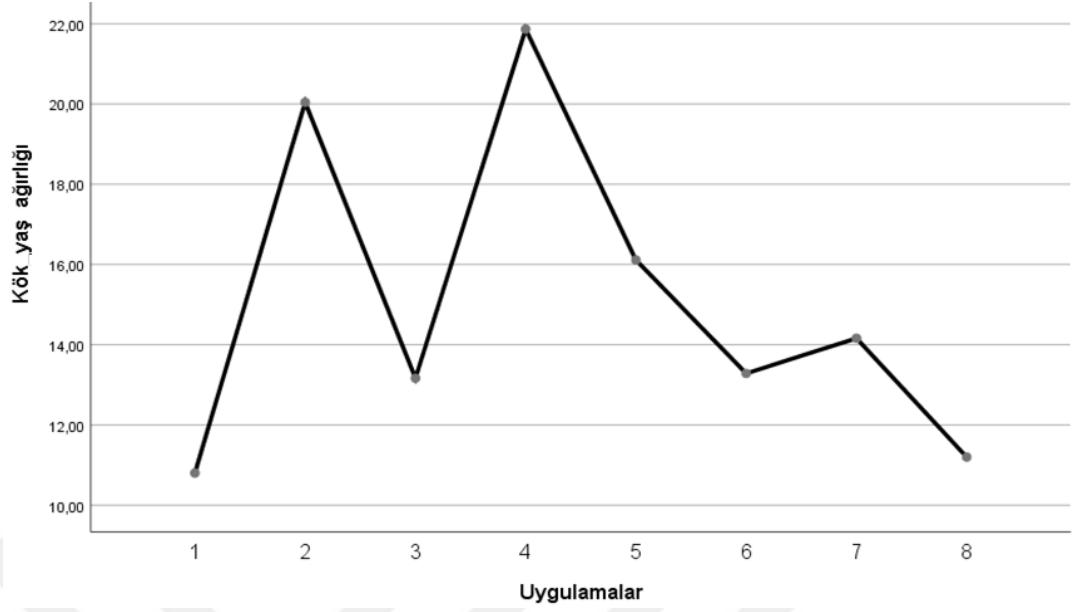
Şekil 4.8. Rizobakteri izolatı ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde bitki boyu (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)



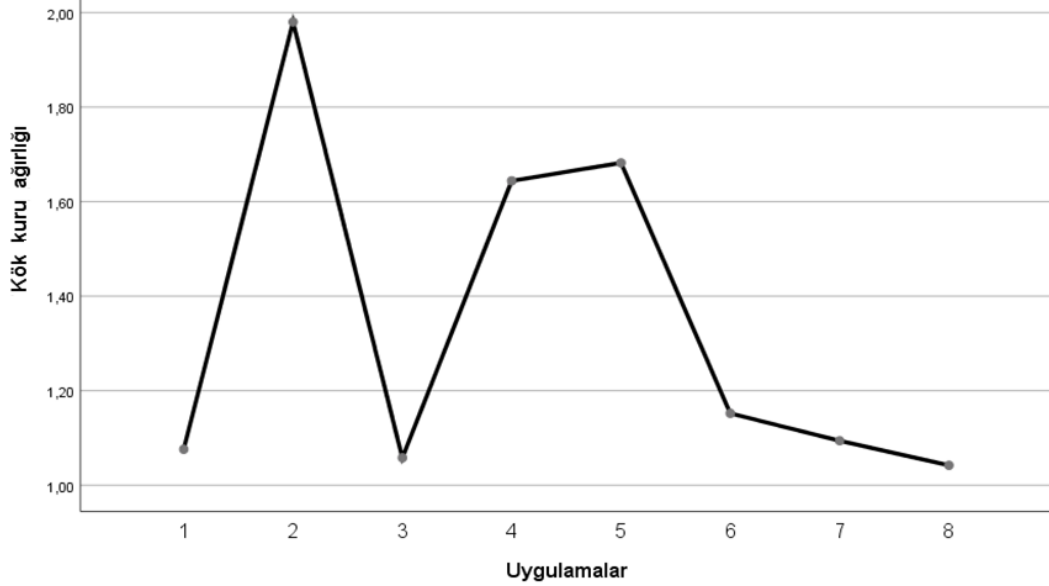
Şekil 4.9. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerin yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.10. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerin kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.11. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.12. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3;R-9 4;R-6, 5;R-8, 6;R-9+R-8, 7;R-7+R-4+R-9, 8; ProBio) (1. saksı çalışması)

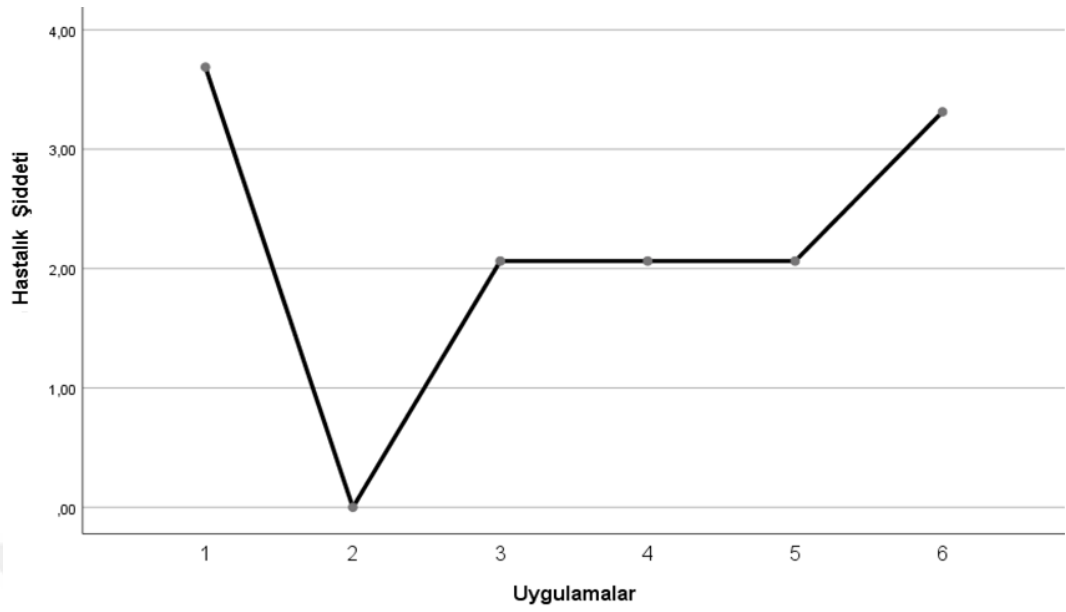
Çizelge 4.4. Rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi (2. saksı çalışması)

	Uygulamalar	Hastalık şiddeti	Etki oranı (%)	Lezyon boyu (cm)	Etki oranı (%)
1	PK	3.68 ^{a*}	0.0	25.12 ^{a*}	0.0
2	NK	0.00 ^c	100	0.00 ^b	100
3	R-6	2.06 ^b	41.84	24.25 ^a	3.46
4	R-8	2.04 ^b	44.56	26.25 ^a	-4.49
5	R-9+R-8	2.06 ^b	41.84	30.43 ^a	-21.13
6	ProBio	3.31 ^{ab}	10.5	28.06 ^a	-11.70

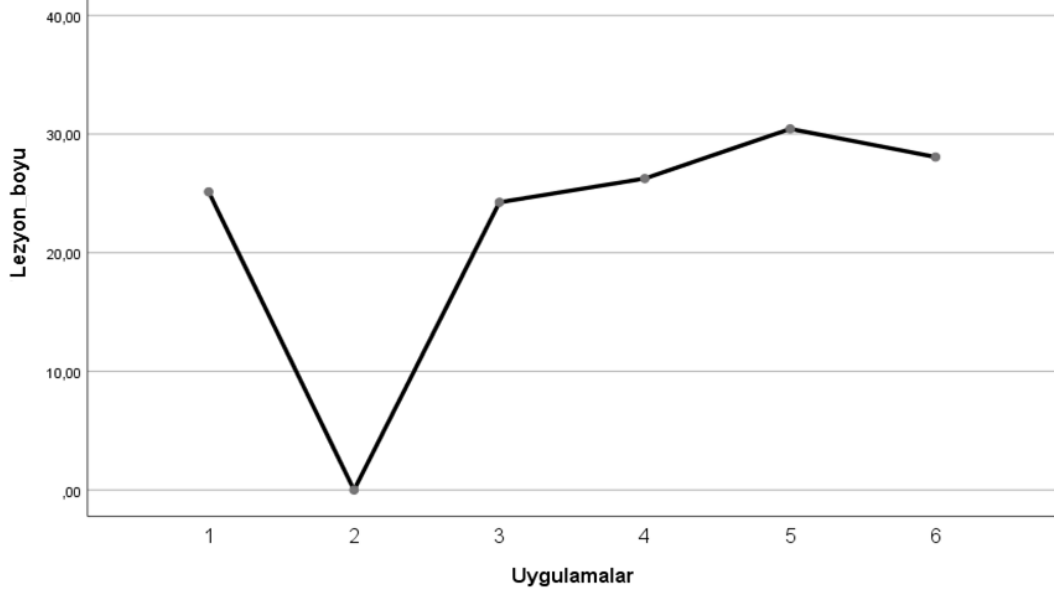
*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere, 1. saksı çalışmasına benzer şekilde pozitif kontrol bitkilerinde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına ait belirtiler gözlenmiş olup, bitkilerdeki hastalık şiddeti ortalama 3.68 olarak belirlenmiştir. Yapılan tekli ve ikili kombinasyon halindeki uygulamalarda ise hastalık şiddeti 2.04-2.06 arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. Yapılan uygulamalardan R-8 kodlu rizobakteri izolat uygulaması %44.56 oranında, R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulaması %41.84 oranında hastalığı engellemiştir (Şekil 4.15, Şekil 4.16). R-9 ve R-8 kodlu rizobakteri izolatlarının kombinasyonu ile yapılan uygulamalar 1. saksı çalışması ile paralellik göstermiş ve hastalık üzerinde yakın değerlerde etkiye sahip olmuştur (Şekil 4.13).

Yapılan ilk saksı denemesinin aksine uygulamaların hiçbiri bitki iletim demetlerindeki lezyon boyu üzerinde etkili olmamıştır. Yapılan tüm uygulamaların başarısız olduğu görülmüştür. Pozitif kontrol bitkilerinde ortalama 25.12 cm oranında bir lezyon boyu görülmüştür. Yapılan diğer rizobakteri izolat uygulamalarında ve ProBio uygulamasında pozitif kontrolden daha yüksek oranda bir lezyon boyu ölçüldüğünden etkili olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.14).



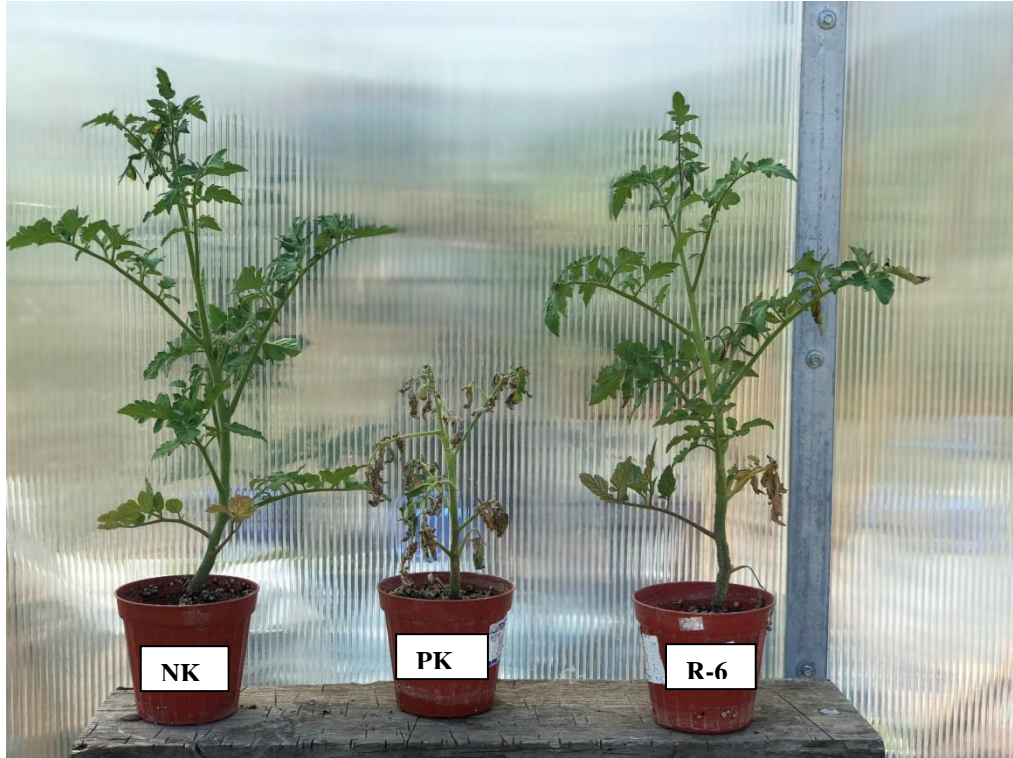
Şekil 4.13. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.14. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde lezyon boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.15. NK, PK ve R-8 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti



Şekil 4.16. NK, PK ve R-6 uygulamalarının yapıldığı bitkilerdeki hastalık şiddeti

Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının gelişimi üzerine yapılan diğer bir çalışmada, PGPR'lar %80.5'lik bir oranda *Cmm*'yi engellenmiştir. Çetinkaya-Yıldız (2007), fosforu indirgeme özelliği yüksek olan 7 adet, azotu bağlama yeteneği yüksek olan 1 adet izolat seçerek, 8 adet PGPR izolatı ile saksı çalışması yürütmüştür. Besi yerinde geliştirilen bakterilerden hazırlanan süspansiyonlar 600 nm'de 0.3 absorbans değerine ayarlanmıştır. Fideler 15 dk bakteri süspansiyonlarına daldırılmıştır. Daha sonra fideler fosforca fakir toprağa dikilmiştir. Bir hafta sonra patojen uygulaması yapılan bitkilerde yaklaşık 60 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. İklim odasında ve serada 2 kez yürütülen çalışmada, en başarılı izolat %80.5'lik bir engelleme oranı ile N6.6.21 kodlu PGPR izolatı olmuştur.

Benzer bir çalışmada, biber ve domates bakteriyel yaprak lekesi hastalığına karşı PGPR'ların etkilerine bakılmıştır. Mirik (2005) tarafından yürütülen çalışmada, biber üretim alanlarından elde edilen PGPR'lardan tekli uygulama, ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde 10^{11} hücre/ml yoğunluğunda süspansiyonlar hazırlanmış ve biber fideleri 15 dk süspansiyonlara daldırılmıştır. Bir hafta sonra patojen uygulaması yapılarak gelişime bırakılmıştır. Değerlendirme sonucunda patojenin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinde ortalama 3.32 hastalık şiddeti belirlenirken, üçlü kombinasyonda 1.25 oranında hastalık şiddeti belirlenmiştir. Yapılan uygulamanın hastalığı %62 oranında baskıladığı görülmüştür. Aynı zamanda yapılan çalışmada *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* ile enfekteli biber bitkilerinde PGPR'lardan M1-3 ve M3-1'in tekli uygulamalarının bitki boyunda %18 oranında artış sağladığı görülmüştür. Gövde çapında her iki uygulama birlikte yapıldığında artış (%74) sağlanmıştır. Özellikle PGPR'lar bitki yaş ve kuru ağırlığını yüksek oranda artırmıştır. Bitki yaş ağırlığında %43-165 oranında, kuru ağırlıkta da %250 oranında yüksek bir etki görülmüştür.

Çizelge 4.5. Rizobakteri izolatlarının, *Cmm* ile inokuleli bitkilerde bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi (2. saksı çalışması)

	Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	PK	45.37 ^{a*}	25.71 ^{c*}	8.82 ^{bc*}	6.83 ^{b*}	1.03 ^{d*}
2	NK	25.12 ^b	43.63 ^a	19.12 ^a	12.91 ^a	2.65 ^{ab}
3	R-6	32.62 ^{bc}	34.95 ^{ab}	9.80 ^{bc}	9.71 ^{ab}	1.60 ^{bcd}
4	R-8	35.5 ^b	42.18 ^a	13.67 ^b	12.62 ^a	2.49 ^{ab}
5	R-9+R-8	34.62 ^b	36.38 ^{ab}	10.41 ^{bc}	14.47 ^a	3.08 ^a
6	ProBio	30.12 ^{bc}	26.61 ^c	7.80 ^c	9.37 ^{ab}	1.16 ^{cd}

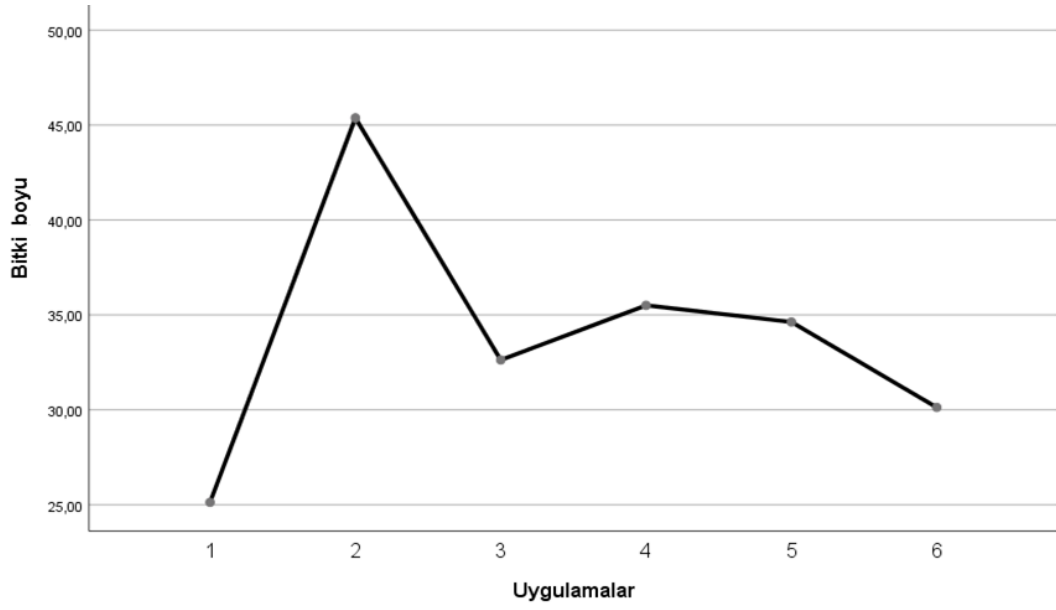
*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Yürütülen 2. saksı çalışmasında negatif kontrol grubu bitkilerinde ortalama 25.12 cm boyunda bir bitki gelişimi görülürken pozitif kontrol bitkilerinde bunun tam tersi bitkiler daha uzun boylu olmuştur. Yapılan rizobakteri izolatlarının ve ProBio uygulamalarının *Cmm* ile enfekteli bitkilerde bitki boyu üzerinde etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.17).

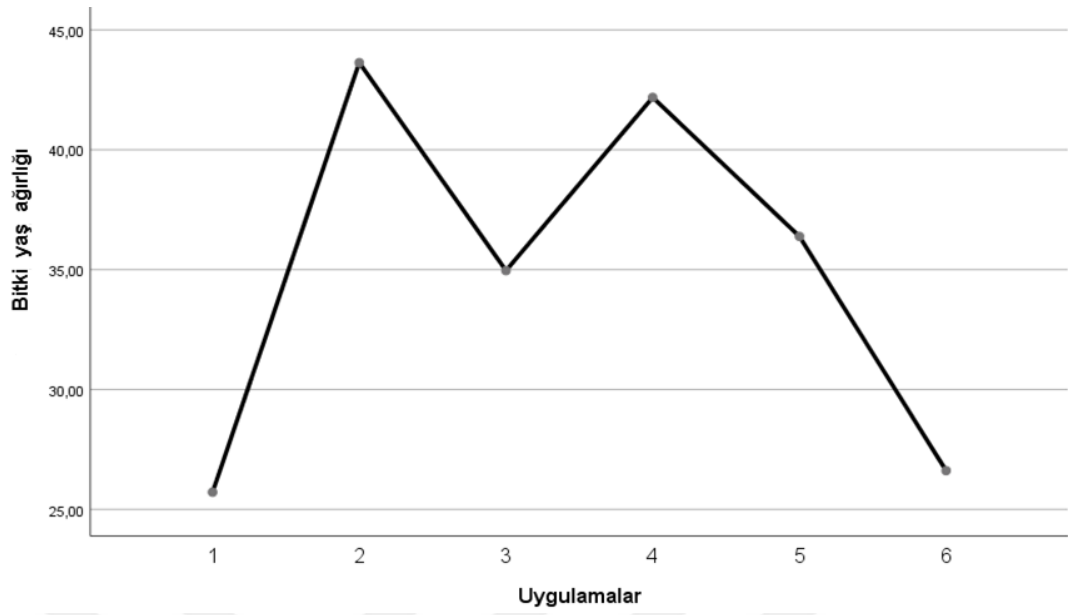
Cmm ile inokule edilen bitkilerde rizobakteri izolatlarının bitki yaş ağırlığına olan etkisine bakıldığında, pozitif kontrol bitkilerinde bitki yaş ağırlığı 25.71 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde 43.63 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde bitki yaş ağırlığı 34.95-42.18 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. 1. saksı çalışmasında olduğu gibi bitki yaş ağırlığı üzerinde en başarılı rizobakteri R-8 kodlu rizobakteri izolatı olmuştur. İkili kominasyonların uygulandığı bitkilerde bitki yaş ağırlığı daha düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18). Rizobakteri izolatlarının, *Cmm* ile inokule edilen bitkilerde bitki kuru ağırlığına olan etkisine bakıldığında, uygulamaların birbirine benzer oranlarda etkili olduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrol bitkilerinde bitki kuru ağırlık ortalama 8.82 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde ortalama 19.12 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde bitki kuru ağırlık 9.80-13.67 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir (Şekil 4.19).

Cmm ile inokule edilen bitkilerde rizobakteri izolatlarının bitkilerde kök yaş ağırlığına olan etkisi incelendiğinde, pozitif kontrol bitkilerinde kök yaş ağırlığı 6.83 g olarak, negatif kontrol bitkilerinde ise diğer saksı çalışmasında olduğu gibi pozitif kontrolün iki

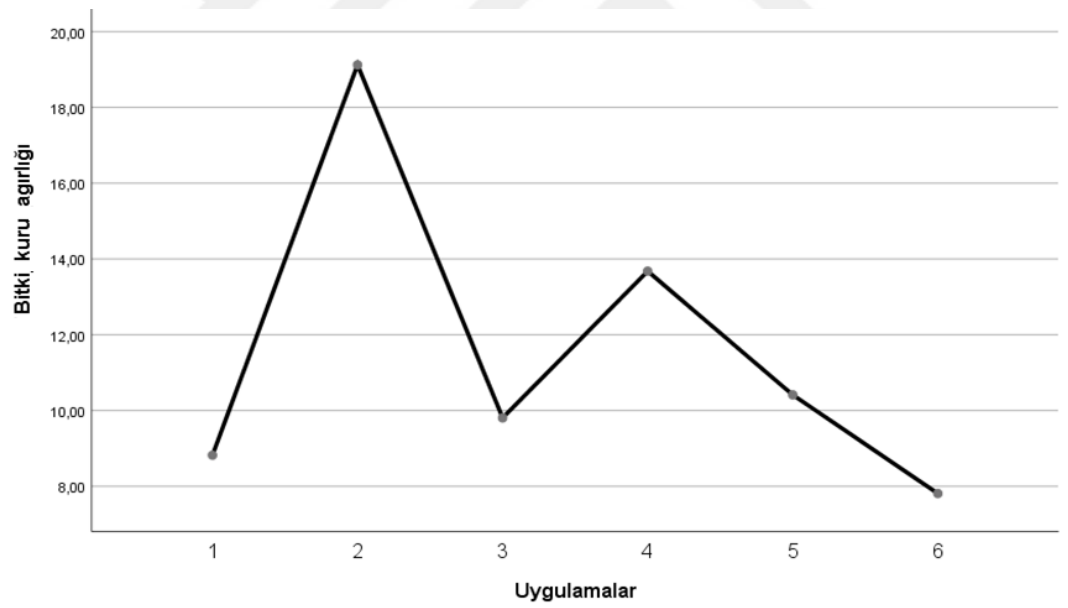
katı 12.91 g olarak belirlenmiştir. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde ise kök yaş ağırlığı 9.71-14.47 g arasında değişen oranlarda belirlenmiştir. ProBio uygulanan bitkilerin kök yaş ağırlığı da pozitif kontrol ile aynı istatistikî grup içerisinde yer almıştır ($p \leq 0.05$) (Şekil 4.20). Köklerin kuru ağırlıkları incelendiğinde, uygulamalar arasında farklılıkların olduğu ve özellikle kök yaş ağırlığında olduğu gibi kuru ağırlıkta da R-9+R-8 ikili kombinasyonun daha etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21.).



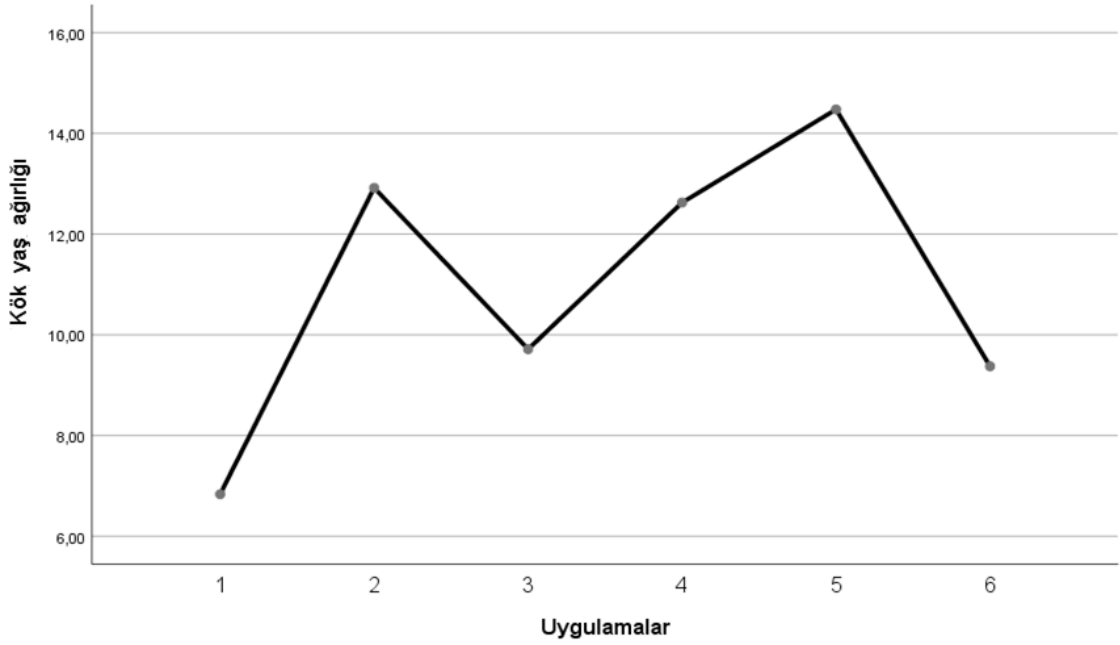
Şekil 4.17. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde bitki boyu (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması)



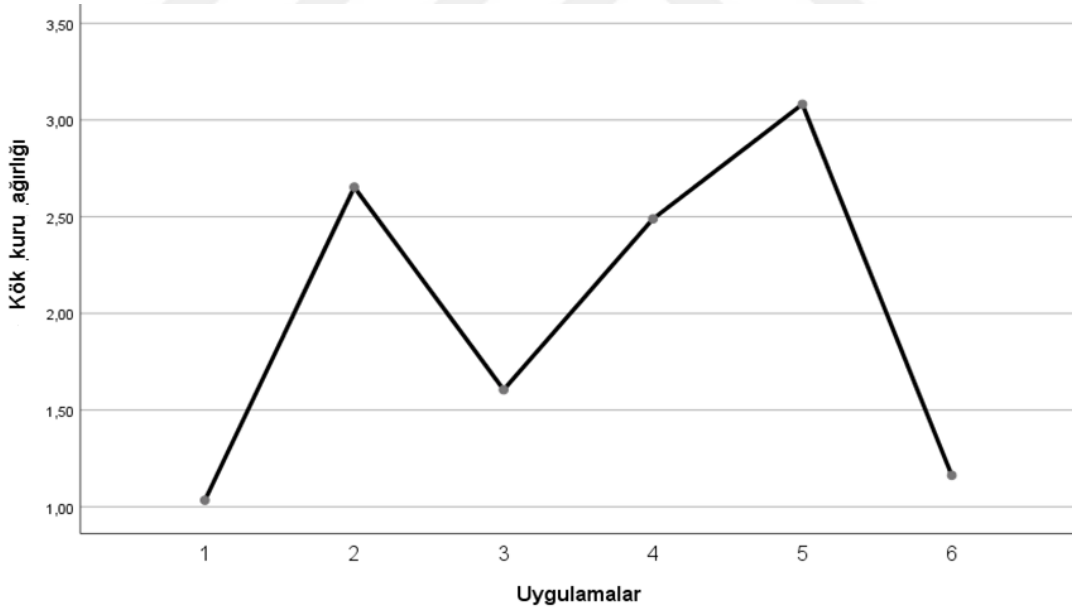
Şekil 4.18. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerin yaş ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.19. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerin kuru ağırlığı (1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışması)



Şekil 4.20. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök yaş ağırlığı(1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışması)



Şekil 4.21. Rizobakteri izolatu ve *Cmm* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde kök kuru ağırlığı(1;PK, 2;NK, 3; R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6; ProBio) (2.saksı çalışması)

Antagonistik bakterilerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen diğer bir çalışmada da, Tokgönül ve Çınar (1999), Adana, İçel ve Hatay illerinde domates üretimi yapılan arazilerde sağlıklı bitkilerden aldıkları örneklerden 90 adet bakteri izolatu elde etmişlerdir. İlk olarak *in*

vitro koşullarda 90 adet izolat *Cmm*'ye karşı denenmiş ve 90 izolattan en yuğsek etkiye sahip olan 7 adet izolat seçilerek saksı çalışması yuğrtlmştır. Domates tohumlarına bakteriler uygulanmış ve steril toprak, torf ve kum karışımı içeren saksılara ekimi yapılmıştır. Çalışma, temiz toprak ve patojenle bulaştırılmış toprak olmak üzere iki kısımda yapılmıştır. Daha sonra rifampicin antibiyotiğine dayanıklı *Cmm* izolatından hazırlanan süspansiyondan 10 ml saksılara verilmiştir. Yaklaşık 8 hafta sonra hasta ve sağlam bitki şeklinde bitkiler değerlendirilmiştir. *İn vivo* saksı çalışmalarında 7 antagonistik bakteri domates bakteriyel solgunluk hastalığını temiz toprakta %45.57-100 arasında değişen oranlarda, patojen ile bulaşık toprakta %64.58-100 arasında değişen oranlarda engellemiştir.

PGPR'ların *Cmm* ile enfekteli domates bitkisinde bitki gelişimine olan etkisine yönelik yapılan bir çalışmada da, PGPR'ların bitki boyuna, gövde çapına, dal sayısına, bitki yaş ve kuru ağırlığınabakılmıştır (etinkaya-Yıldız, 2007). Yapılan sera çalışmasında N6.6.21. kodlu PGPR izolatı pozitif kontrole göre bitki boyunu %30.3 oranında artırmıştır. İklım odası denemesinde bu değer daha düşük çıkmıştır. Ayrıca aynı uygulama bitki boyunu %-4.6 oranında azaltmıştır. Yapılan çalışmada bitki gövde çapında en etkili izolat %17.3'lk bir artış ile Y1.6.7 kodlu izolat da grlmştır. Bitki yaş ağırlığına etkisi incelendiğinde de PGPR'ların %2-39.8 oranında bir artış sağladığı, Y6.4 kodlu izolatın ise bitki kuru ağırlığını %49.4 oranında artırdığı belirlenmiştir. Aynı şekilde PGPR uygulamalarından Y1.6.7 uygulaması bitkide dal sayısını %17.8 ve %30.3 oranında artırmıştır. İklım odası ve serada yuğrtlen saksı çalışmalarında bitki gelişiminde artış olduğu gibi bazı uygulamalarda bitki gelişimi üzerinde azalmalarda tespit edilmiştir.

Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki gelişimine etkisi

Sera denemesi şeklinde yuğrtlen çalışmada, patojen ile enfekteli olmayan sadece rizobakteriler ile muamele görmüş domates bitkilerinde bakterilerin bitki gelişimi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Rizobakterilerin bitki gelişimi üzerine etki çalışmaları hastalık etmenine olan etki çalışmaları ile aynı dönemde ve aynı koşullar altında yuğrtlmştır. Bitkilerde bakım, sulama işlemleri günlük takip edilmiş ve yaklaşık 60 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Denemeler sonlandırılırken bitki boyu ve gövde çapı ölçülmüş, dal ve meyve sayılmış, bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, köklerin yaş ve kuru

ağırlıkları alınmıştır (Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24). 1. saksı çalışmasına ait veriler Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de, 2. saksı çalışmasına ait veriler ise Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.22. Deneme sonrası bitkilerin değerlendirilme aşaması



Şekil 4.23. Deneme sonunda bitki boyu ölçümü



Şekil 4.24. Deneme sonunda bitki yaş ağırlıklarının terazide tartılması

Çizelge 4.6. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyu, dal ve meyve sayısı üzerine olan etkisi (1. saksı çalışması)

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Etki oranı (%)	Gövde Çapı (cm)	Etki oranı (%)	Dal Sayısı (adet)	Etki oranı (%)	Meyve Sayısı (adet)	Etki oranı (%)
1 NK	76.00 ^{a*}	0.0	3.60 ^{a*}	0.0	17.80 ^{a*}	0.0	1.60 ^{c*}	0.0
2 R-9	74.00 ^a	-2.7	3.50 ^a	-2.85	17.00 ^a	-4.70	3.40 ^{ab}	52.94
3 R-6	74.00 ^a	-2.7	3.70 ^a	2.70	17.80 ^a	0.0	2.40 ^{bc}	33.33
4 R-8	83.00 ^a	8.43	3.30 ^{ab}	-9.09	18.60 ^a	4.30	3.60 ^{ab}	55.55
5 R-9+R-8	79.80 ^a	4.76	3.40 ^{ab}	-5.88	18.40 ^a	3.26	3.80 ^a	57.89
6 R-7+R-4+R-9	78.40 ^a	3.06	3.00 ^b	-20	17.60 ^a	-1.13	2.00 ^c	20
7 ProBio	79.80 ^a	4.76	3.70 ^a	2.70	17.00 ^a	-4.70	2.00 ^c	20

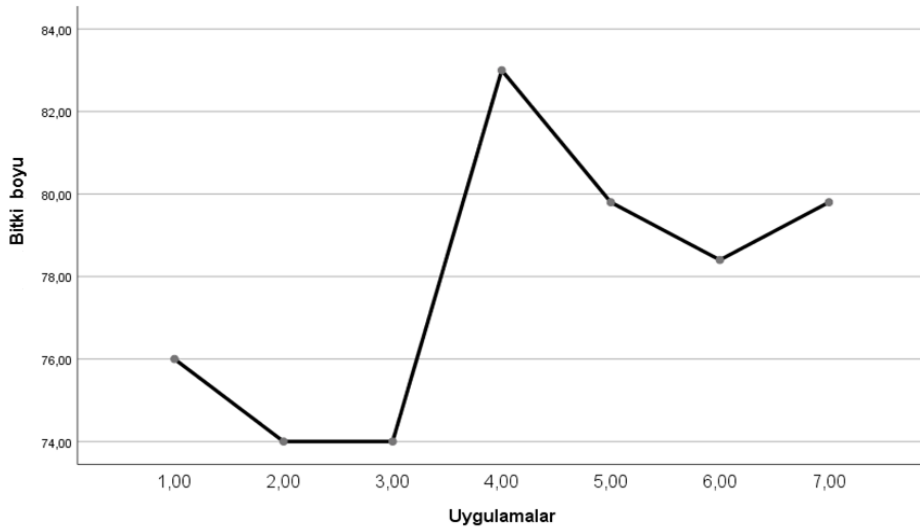
*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, domates bitkisinin bitki boy gelişimi üzerine en yüksek etki (%8.43) R-8 kodlu rizobakteri izolat uygulanması ile elde edilmiştir. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 76 cm uzunluğunda boy görülürken, R-8 kodlu rizobakterinin uygulandığı bitkilerde 83 cm uzunluğunda bitki boyu görülmüştür. R-9 ve R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulamaları domates bitkisinde bitki boyunun gelişimi üzerinde etkili olmamıştır (Şekil 4.25).

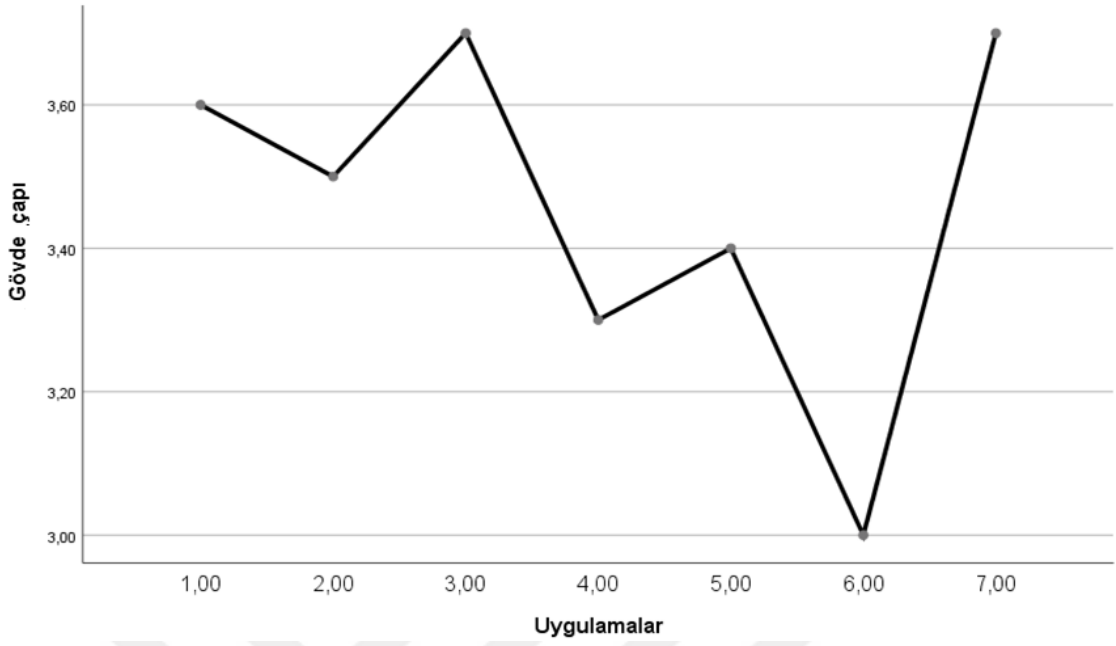
Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki gövde çapına olan etkisine bakıldığında, R-6 kodlu uygulama dışında diğer uygulamaların hiçbiri başarılı olmamıştır. İstatistiki olarak yapılan uygulamaların kontrol bitkileri ile aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür ($p \leq 0.05$). Gövde çapı üzerinde istatistiki olarak farklı grupta yer alan üçlü kombine uygulaması %-20 oranında azalmaya sebep olmuştur (Şekil 4.26).

Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısı üzerine olan etkisi incelendiğinde, yapılan uygulamaların istatistiki olarak birbiri ile aynı olduğu görülmüştür ($p \leq 0.05$). R-8 kodlu rizobakteri izolatının uygulandığı bitkilerde ve R-9+R-8 kombinasyonunun uygulandığı bitkilerde dal sayısında sırasıyla %4.30 ve %3.26 oranında artış gözlenmiş olup, başarılı uygulamalar olarak belirlenmiştir (Şekil 4.27).

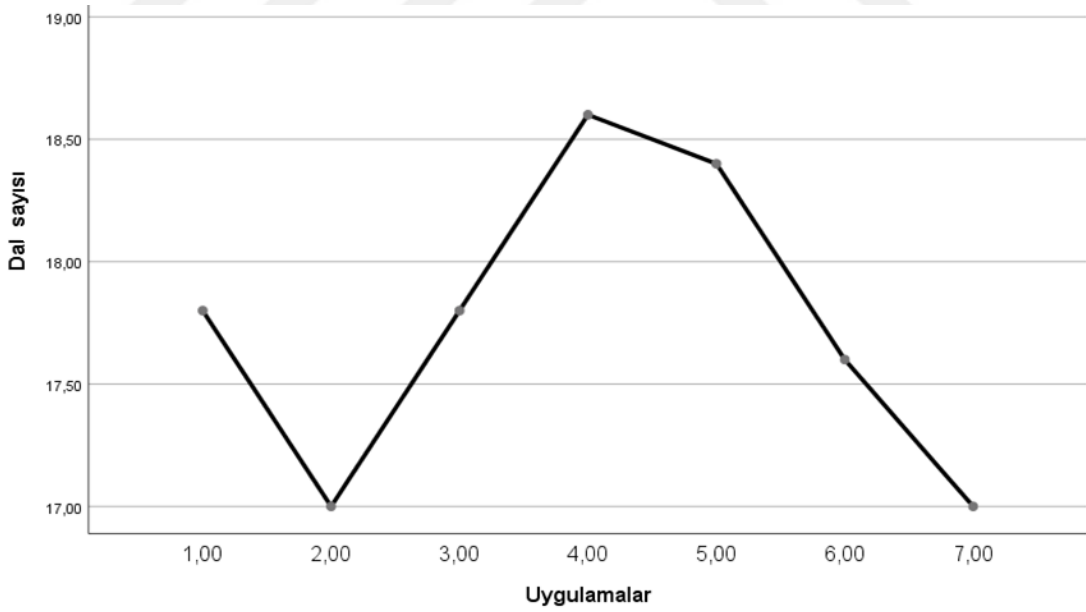
Rizobakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerine olan etkisi meyve oluşumunda çok etkili bir şekilde görülmüştür. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 1.6 adet meyve meydana gelirken, diğer yapılan tüm uygulamalarda negatif kontrol bitkilerinden daha fazla sayıda meyve oluşmuştur. Yapılan rizobakteri izolat uygulamaları %20-57.89 arasında değişen oranlarda meyve sayısı üzerinde artış göstermiştir. En yüksek etki R-9+R-8 kombineli uygulamada görülmüştür (Şekil 4.28). ProBio uygulamasının yapıldığı bitkilerde de %20'lik bir artış gözlenmiştir.



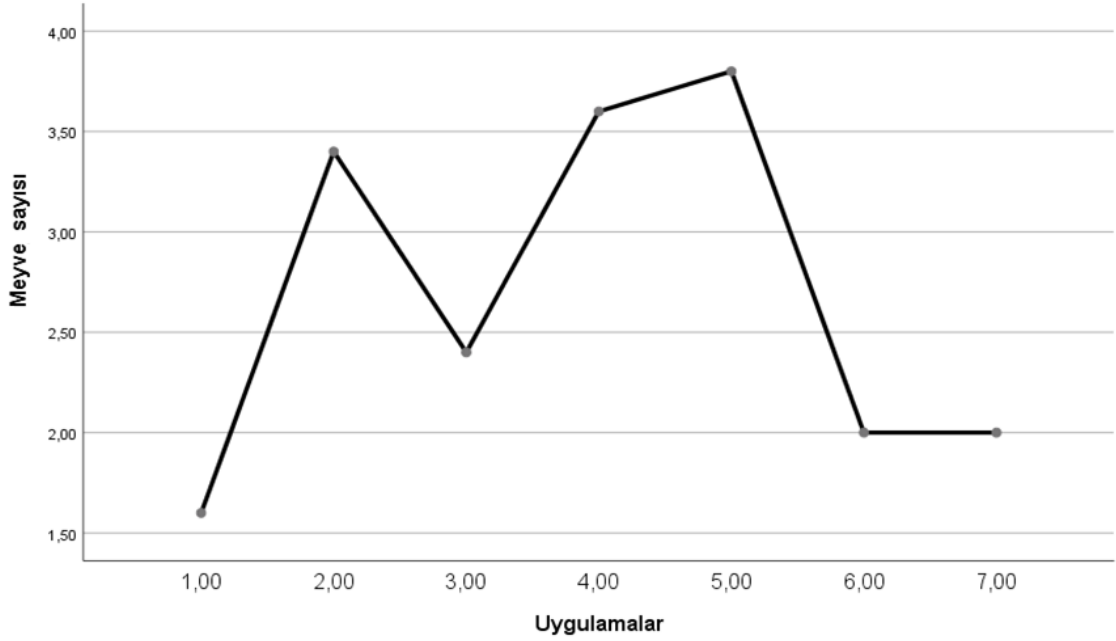
Şekil 4.25. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.26. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde gövde çapına olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.27. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.28. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde meyve sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)

Çizelge 4.7. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık üzerine olan etkisi (1. saksı çalışması)

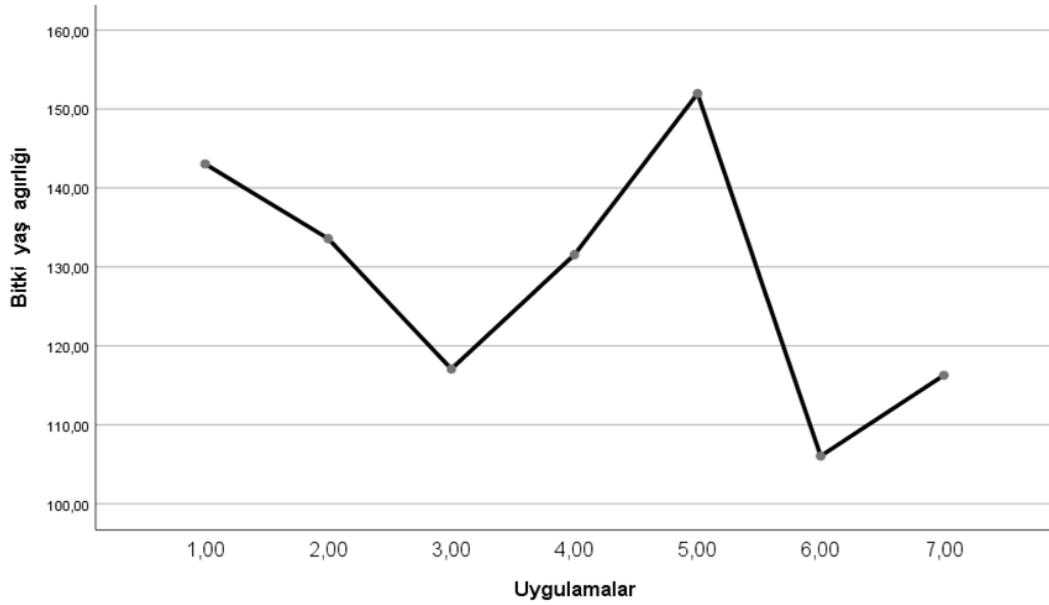
Uygulamalar	Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Etki oranı (%)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)	Etki oranı (%)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Etki oranı (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Etki oranı (%)
1 NK	143.03 ^{ab*}	0.0	84.08 ^{a*}	0.0	37.32 ^{ab*}	0.0	3.58 ^{a*}	0.0
2 R-9	133.57 ^{abc}	-7.08	70.25 ^a	-19.68	36.11 ^{ab}	-3.35	3.31 ^a	-8.15
3 R-6	117.06 ^{bc}	-22.18	74.58 ^a	-12.73	28.85 ^b	-29.35	2.70 ^a	-32.59
4 R-8	131.55 ^{abc}	-8.72	77.00 ^a	-9.19	30.02 ^b	-24.31	2.90 ^a	-23.44
5 R-9+R-8	151.96 ^a	5.87	88.24 ^a	4.71	35.43 ^{ab}	-5.33	3.39 ^a	-5.6
6 R-7+R-4+R-9	106.03 ^c	-34.89	67.87 ^a	-23.88	30.30 ^b	-23.16	2.88 ^a	-24.30
7 ProBio	116.26 ^{bc}	-23.02	63.58 ^a	-32.24	40.51 ^a	7.87	3.20 ^a	-11.87

*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

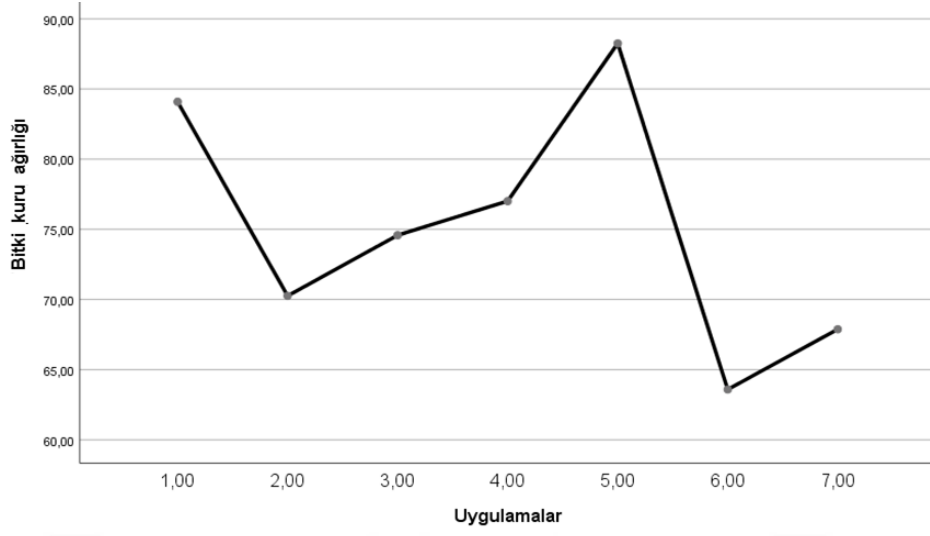
Çizelge 4.7'de 1. saksı çalışmasında yapılan uygulamaların bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine olan etkisi verilmiştir. Bitkinin yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde etkili olan tek uygulama R-9+R-8 ikili kombinasyonun uygulandığı bitkilerde görülmüştür. R-9+R-8 uygulaması bitkinin yaş ağırlığında %5.87 oranında, bitki kuru

ağırlığında %4.71 oranında bir artış sağlamıştır. Diğer uygulamalar bitkinin yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde azaltıcı bir etki sergilemiştir (Şekil 4.29, Şekil 4.30).

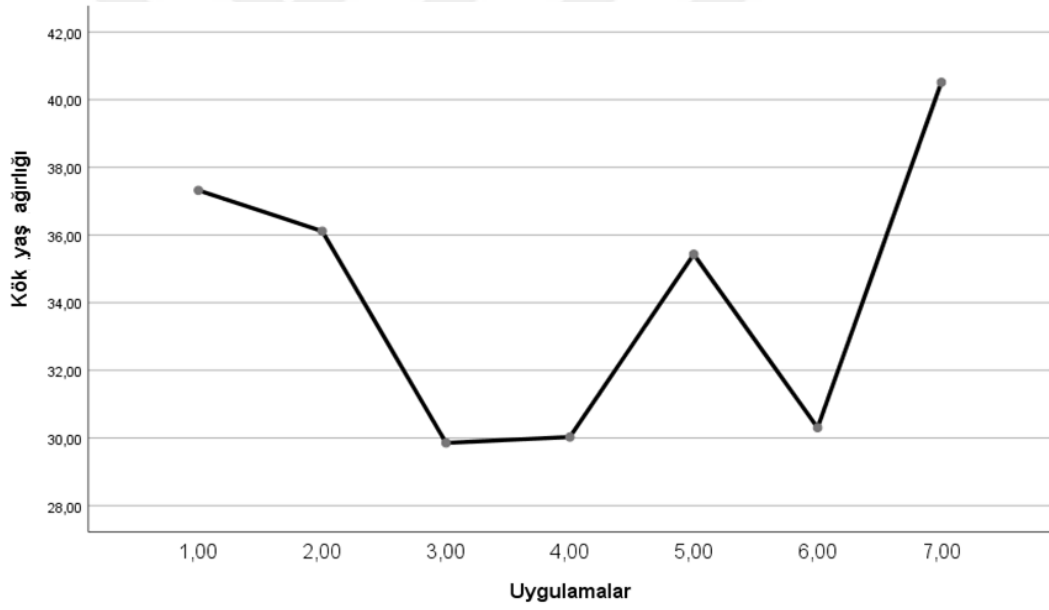
Saksı çalışmasında yapılan tüm rizobakteri izolat uygulamaları bitki kök gelişimi üzerinde başarılı olamamıştır. Negatif kontrol bitkilerinde köklerin yaş ağırlığı ortalama 37.32 g, kuru ağırlığı 3.58 g olarak belirlenmiştir. Yapılan uygulamalarda ise köklerin yaş ve kuru ağırlıkları negatif kontrol bitkilerinden daha düşük oranda belirlenmiştir. Sadece ProBio uygulaması bitki yaş ağırlığını artırıcı etki göstermiştir (Şekil 4.31, Şekil 4.32).



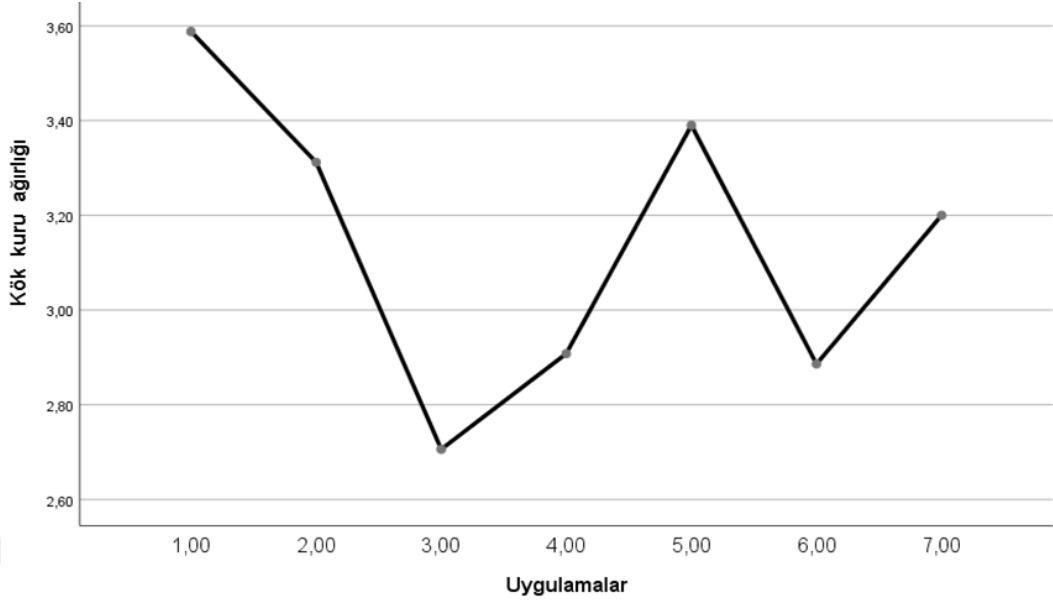
Şekil 4.29. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde yaş ağırlığa olan etkisi(1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.30. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.31. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)



Şekil 4.32. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-9 3;R-6, 4;R-8, 5;R-9+R-8, 6;R-7+R-4+R-9, 7; ProBio) (1. saksı çalışması)

PGPR'ların domates bitkisinde bitki gelişimine olan etkilerine yönelik yapılan benzer bir çalışmada da, PGPR izolatlarından hazırlanan süspansiyonlara domates fidelerinin kök bölgeleri daldırılmış ve gelişen bitkilerde bitki boyuna, gövde çapına, dal sayısına, bitki yaş ve kuru ağırlığına bakılmıştır. Çetinkaya-Yıldız (2007) tarafından sera koşullarında yürütülen saksı denemesinde 8 adet PGPR izolatından N6.6.21 kodlu izolatın %6.4 oranında, R3.3.5 kodlu izolatın ise %6 oranında bitki boyunda artış sağladığı görülmüştür. Yapılan çalışmada aynı zamanda N6.6.21 kodlu izolatın gövde çapında%8.5 oranında, bitki yaş ağırlığında %22.9 oranında ve bitki kuru ağırlık üzerinde %29.2 oranında artış sağladığı görülmüş olup, bitki gelişiminde en başarılı izolat olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, bitki dal sayısı üzerinde de %21.4 artış sağlayan R2.1 kodlu izolat başarılı bulunmuştur. Yapılan bazı uygulamaların ise bitki gelişimini azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, dal ve meyve sayısı üzerine olan etkisi (2. saksı çalışması)

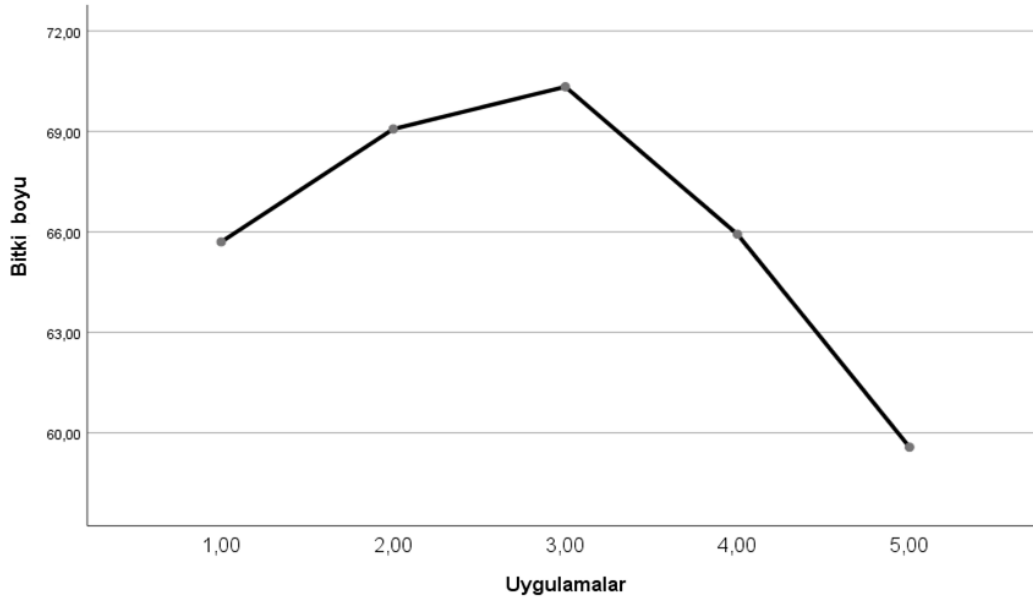
Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Etki Oranı (%)	Gövde Çapı (cm)	Etki Oranı (%)	Dal Sayısı (adet)	Etki Oranı (%)	Meyve Sayısı (adet)	Etki Oranı (%)
1 NK	65.70 ^{a*}	0.00	3.70 ^{a*}	0.00	20.00 ^{a*}	0.00	2.20 ^{a*}	0.00
2 R-6	69.07 ^a	4.87	3.50 ^a	-5.71	16.28 ^a	-22.85	2.42 ^a	9.09
3 R-8	70.33 ^a	6.58	3.66 ^a	-1.09	17.16 ^a	-16.55	1.83 ^a	-20.21
4 R-9+R-8	65.92 ^a	0.33	3.85 ^a	3.89	18.42 ^a	-8.57	1.71 ^a	-28.65
5 ProBio	59.57 ^a	-10.29	3.64 ^a	-1.64	18.85 ^a	-6.10	0.42 ^b	-423.80

*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

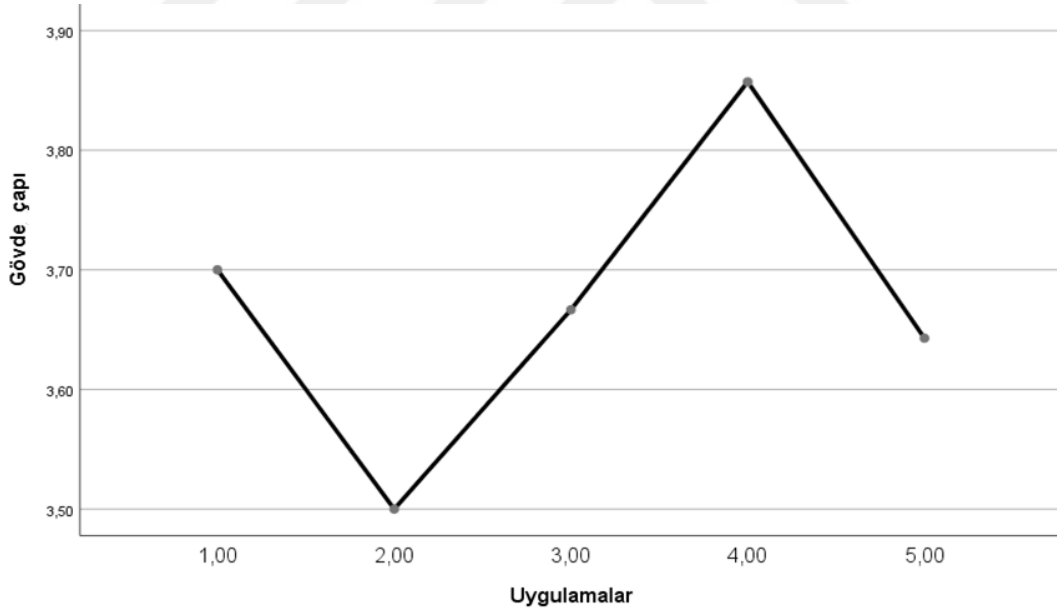
Yürütülen ikinci saksı çalışmasında, rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyuna, bitkide gövde çapına, oluşan dal ve meyve sayısına etkisi Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bitki boyu üzerinde en başarılı uygulama R-8 kodlu rizobakteri izolatında olmuştur. Bitki boyunda %6.58'lik bir artış sağlamıştır. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 65.70 cm boylanma görülürken, R-8 uygulamasında 70.33 cm boylanma görülmüştür. İkinci etkili uygulama R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulamasında (%4.87 boy artışı) görülmüştür (Şekil 4.33).

Yapılan uygulamaların bitki gövde çapına olan etkisine bakıldığında, tüm uygulamaların istatistiki olarak negatif kontrol ile aynı grupta olduğu, gövde çapı üzerinde etkili olmadıkları görülmüştür ($p \leq 0.05$). Uygulamalar arasında sadece R-9+R-8 kombineli uygulamada %3.89'luk bir artış belirlenmiştir (Şekil 4.34).

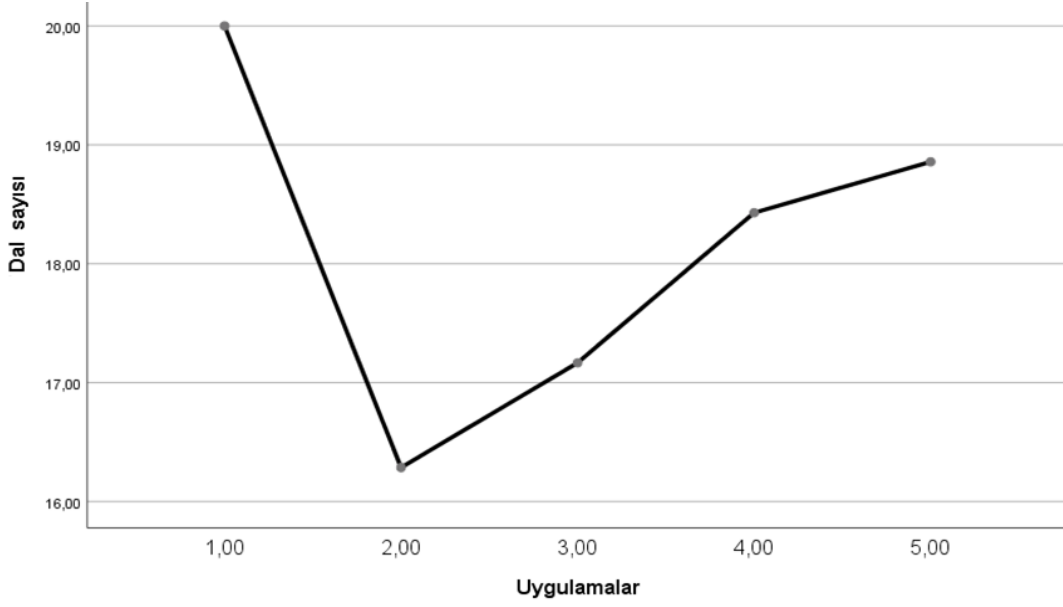
Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısı üzerine olan etkisi incelendiğinde, birinci denemenin aksine yapılan uygulamalar dal sayısı üzerinde etkili olmamıştır. Aksine yapılan uygulamalar %-6.10-%-22.85 oranında bir azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.35). Rizobakteri izolatlarının meyve sayısına olan etkisi de aynı şekilde birinci denemede daha olumlu çıkmıştır. İlk denemede meyve sayısında artış olurken, ikinci denemede azalma görülmüştür. Yalnızca R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulamasında %9.09 oranında bir artış sağlanmıştır (Şekil 4.36)



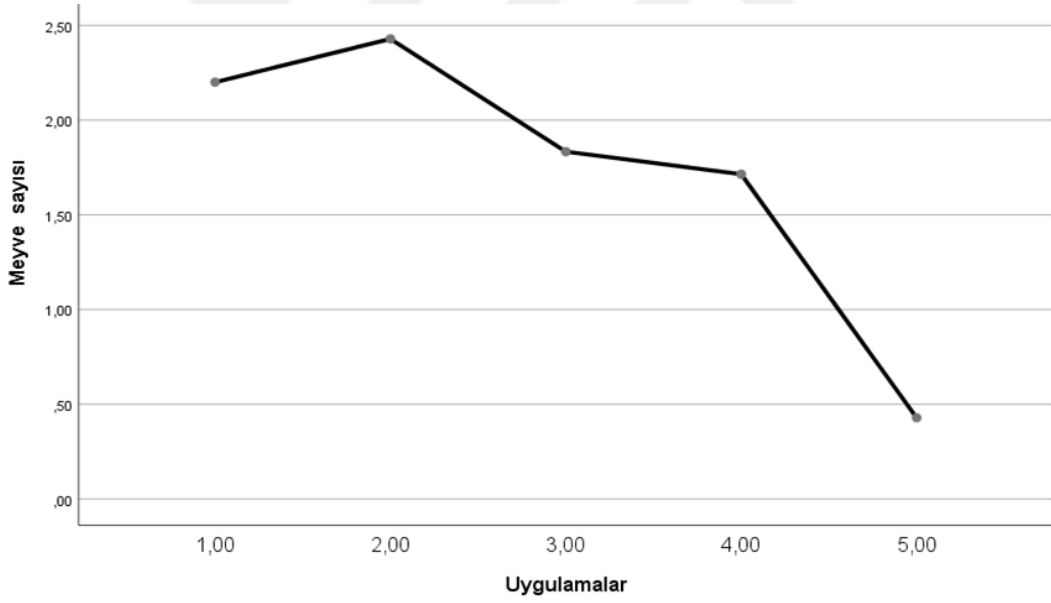
Şekil 4.33. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.34. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde gövde çapına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.35. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde dal sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.36. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde meyve sayısına olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)

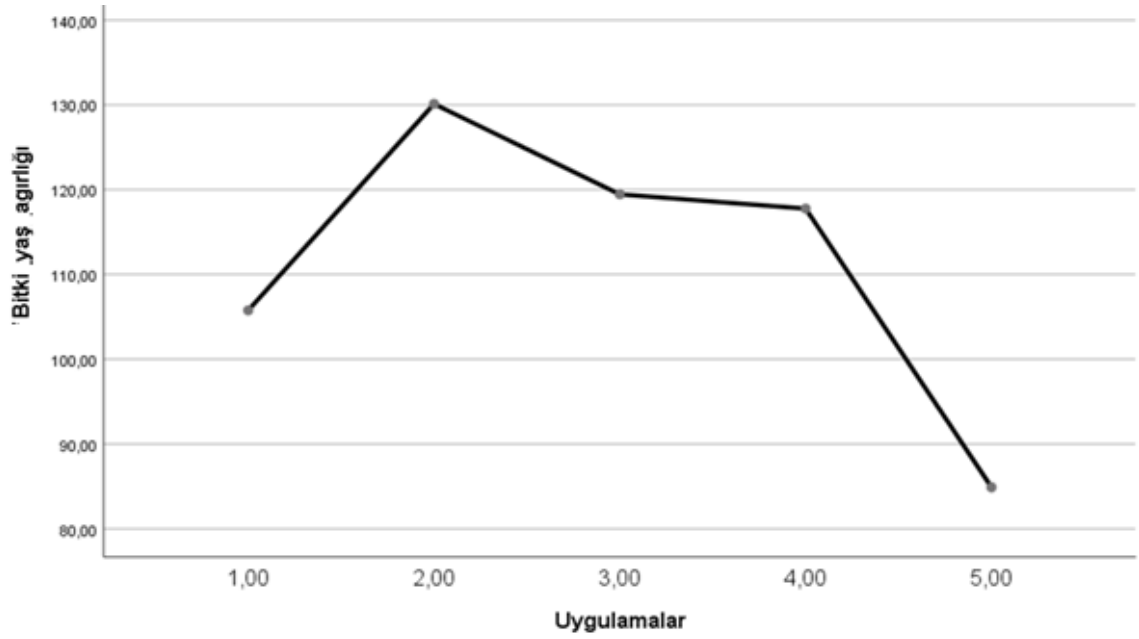
Çizelge 4.9. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine olan etkisi (2. saksı çalışması)

Uygulamalar	Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)
1 NK	105.76 ^{ab}	0.00	51.62 ^{bc}	0.00	38.61 ^b	0.00	5.20 ^b	0.00
2 R-6	130.11 ^a	18.71	75.32 ^a	31.46	43.58 ^{ab}	11.40	5.10 ^b	-1.96
3 R-8	119.44 ^a	11.45	62.22 ^{ab}	17.03	37.69 ^b	-2.44	3.99 ^b	-30.32
4 R-9+R-8	117.76 ^a	10.19	62.52 ^{ab}	17.43	55.96 ^{ab}	31.00	6.32 ^b	17.72
5 ProBio	84.89 ^b	-24.58	38.00 ^c	-35.84	62.50 ^a	38.22	10.15 ^a	48.76

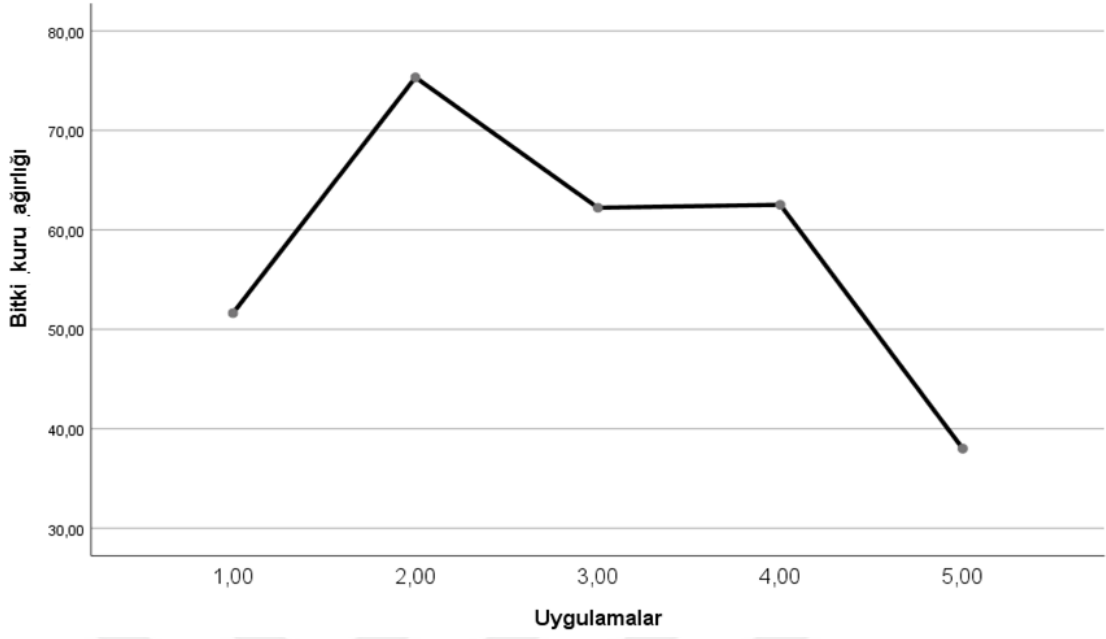
*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9’da ikinci saksı çalışma sonucunda rizobakteri izolatlarının bitkideki yaş ve kuru ağırlığa, köklerdeki yaş ve kuru ağırlığa olan etkileri verilmiştir. Yapılan tüm rizobakteri izolat uygulamalarının bitkinin yaş ağırlığında %10.19-18.71 arasında değişen oranlarda artış sağladığı görülmüştür. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 105.76 g oranında bir yaş ağırlık belirlenirken, R-6 kodlu rizobakteri izolatının uygulandığı bitkilerde ortalama 130.11 g oranında bir yaş ağırlık görülmüş olup, bitki yaş ağırlığı üzerinde etkili bir uygulama olarak belirlenmiştir (Şekil 4.37). Rizobakteri izolatlarının bitkide kuru ağırlığa olan etkisine bakıldığında, yaş ağırlık uygulamasına paralel olarak tüm rizobakteri izolat uygulamaları başarılı uygulamalar olarak görülmüştür. İstatistiki olarak negatif kontrol grubundan farklı bir grupta yer almışlardır ($p \leq 0.05$). Bitkinin kuru ağırlığı üzerinde %17.03-31.46 arasında değişen oranlarda bir etki göstermişlerdir. En etkili uygulama R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulamasında görülmüştür. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 51.62 g kuru ağırlık görülürken, R-6 kodlu rizobakteri izolatının uygulandığı bitkilerde 75.32 g kuru ağırlık görülmüştür (Şekil 4.38).

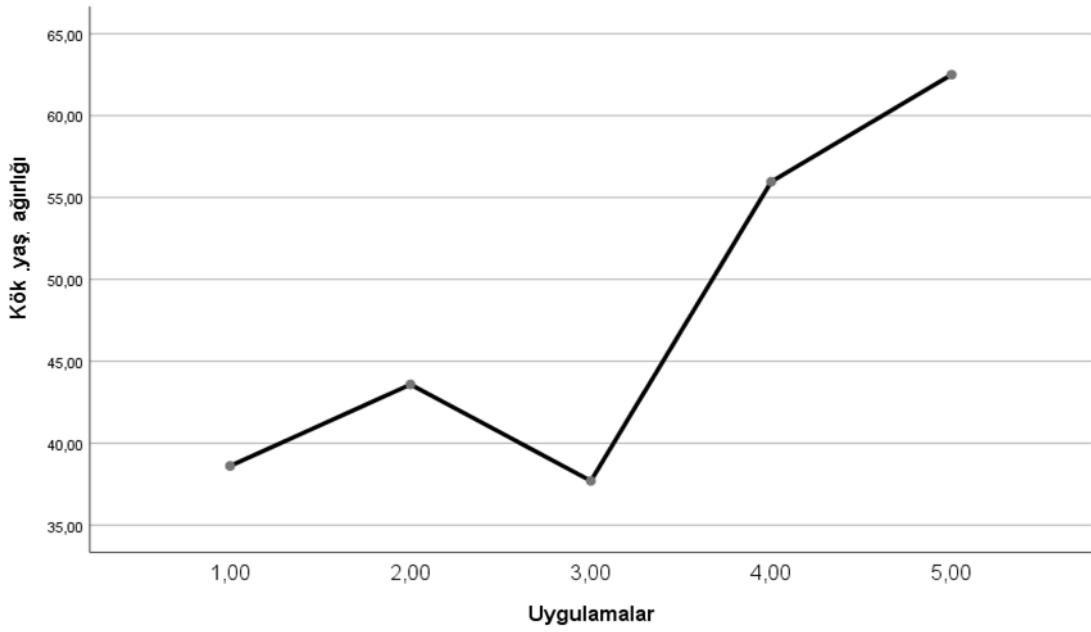
Yapılan uygulamaların bitkide köklerde yaş ve kuru ağırlığa olan etkisine bakıldığında, R-9 + R-8 ikili kombinasyonlu uygulama en başarılı uygulama olarak belirlenmiştir. Negatif kontrol bitkilerinde kök yaş ağırlığı ortalama 38.61 g, kök kuru ağırlığı ortalama 5.20 g olarak belirlenmiştir. R-9 + R-8 kodlu uygulamada ise kök yaş ağırlığında %31.00 oranında artış sağlanmış ve 55.96 g kök yaş ağırlığı belirlenmiştir. Kuru ağırlıkta ise %17.72'lik bir artış sağlanmıştır. Kök yaş ve kuru ağırlık üzerinde en etkili uygulama ProBio olmuştur. Kök yaş ağırlığında %38.22 oranında, kuru ağırlığında %48.76 oranında bir artış sağlamıştır (Şekil 4.39, Şekil 4.40).



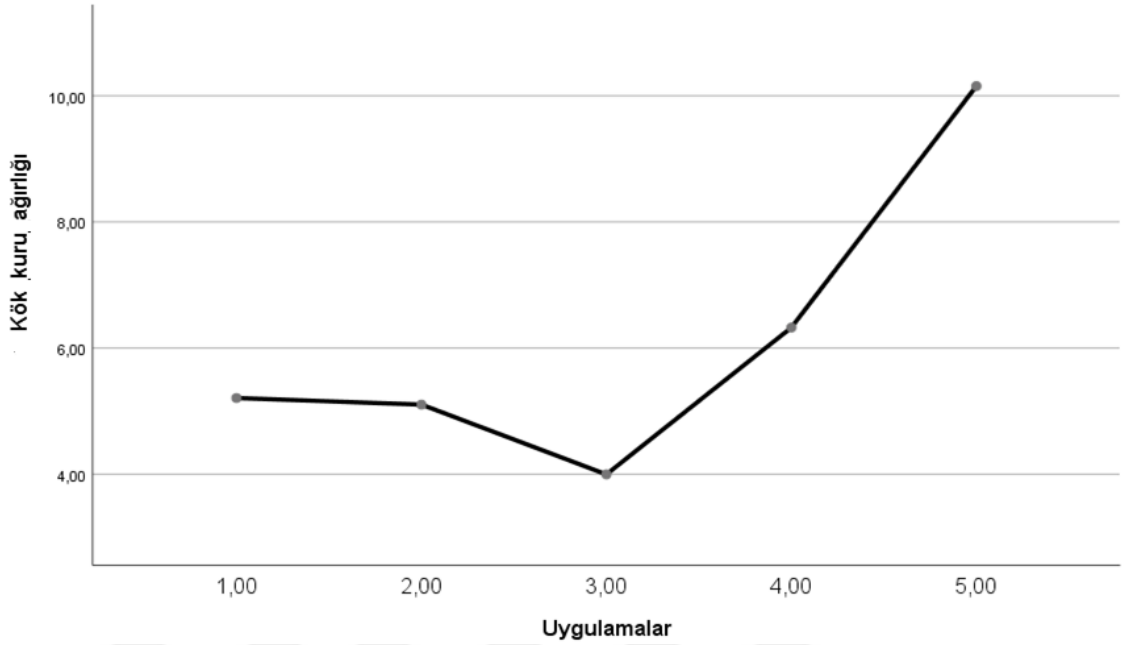
Şekil 4.37. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2.saksı çalışması)



Şekil 4.38. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2.saksı çalışması)



Şekil 4.39. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök yaş ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)



Şekil 4.40. Rizobakteri izolatlarının domates bitkisinde kök kuru ağırlığa olan etkisi (1;NK, 2;R-6, 3;R-8, 4;R-9+R-8, 5; ProBio) (2. saksı çalışması)

PGPR'ların domateste, bitki gelişimine yönelik yapılan çalışmaya benzer şekilde, PGPR'ların sağlıklı biber bitkisinde gelişime olan etkilerine de bakılmıştır. Mirik (2005), biber fidelerine kökten PGPR uyguladığında bitki boyunda, gövde çapında, bitki yaş ağırlığında, bitki kuru ağırlığında ve kök uzunluğunda kontrole göre sırasıyla %8, %74, %31, %14 ve %65 oranında artış sağlamıştır. Kök kuru ağırlığında ise olumsuz bir etki yaptıkları belirtilmiştir.

4.2.2. Tohum uygulamaları

Cmm ile bulaşık tohumlarda rizobakteri izolatlarının patojen bakteri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, uygulamalardan 3 gün sonra değerlendirmeler yapılmıştır. Sadece patojen bakteri ile bulaşık pozitif kontrol tohumlarının etrafında sarı renkli bakteri kolonileri belirlenmiştir. Herhangi bir uygulamanın yapılmadığı negatif kontrolde ise tohumların etrafında bakteri gelişimi gözlenmemiştir. Rizobakteri izolat uygulamalarında ise tohumların etrafında hem patojen bakteri hem de diğer uygulama yapılan rizobakterinin gelişimi gözlenmiştir. Çizelge 4.10'da tohum uygulaması sonrasında patojen ile bulaşıklık oranı (%) verilmiştir.

Çizelge 4.10.Tohum uygulamasında tohumlardaki patojen ile bulaşıklık oranı (%)

Uygulamalar	Patojen ile bulaşıklık oranı			
	1. deneme		2. deneme	
	Bulaşıklık oranı (%)	Etki oranı (%)	Bulaşıklık oranı (%)	Etki oranı (%)
Negatif Kontrol	0	100	0	100
Pozitif kontrol	82	0.0	66	0.0
R-9	14	82.92	32	51.51
R-6	26	68.29	22	66.66
R-8	32	60.97	24	63.63
R-6+R-8	31	62.19	18	72.72
R-9+R-6+R-8	26	68.29	14	78.78

Çizelge 4.10’da görüldüğü üzere, herhangi bir uygulamanın yapılmadığı negatif kontrol grubu domates tohumlarında bulaşıklık %0 olarak belirlenmiştir. Sadece patojenin uygulandığı domates tohumlarında ise ilk denemede %82 oranında, ikinci denemede %66 oranında bir bulaşıklık görülmüştür. Rizobakteri izolatlarının uygulandığı tohumlarda ise her iki denemede de %14-32 arasında değişen oranlarda bulaşıklık tespit edilmiştir. İlk denemede patojen ile bulaşık tohumlar üzerinde en etkili izolat %82.92 etki oranı ile R-9 kodlu uygulamada görülmüştür. R-9 kodlu uygulamadan sonra ikinci başarılı uygulama R-6 kodlu uygulama ve üçlü kombinasyon uygulamalarında (%68.29) belirlenmiştir. R-6 ile R-8 kodlu rizobakteri izolatları ile oluşturulan ikili kombinasyonda ise %62.19 oranında etki belirlenmiştir. En son olarak da R-8 rizobakteri izolat uygulaması bulaşık tohumlar üzerinde %60.97 oranında etki göstermiştir. Yapılan ikinci denemede ise en başarılı uygulama üçlü kombinasyon uygulamasında belirlenmiş olup, %78.78 oranında bir etki görülmüştür. Bu uygulamayı takiben ikili kombinasyon %72.72 oranında etkili olmuştur. Daha sonra %66.66 etki ile R-6, %63.63 etki oranı ile R-8 ve son olarak da %51.51 ile R-9 kodlu rizobakteri izolat olmuştur.

Rizobakteri izolatlarının tohum çimlenmesi ve fide gelişimine etkisi

Cmm ile bulaşık olmayan sağlıklı domates tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi üzerine rizobakteri izolatlarının etkisinin bakıldığı bu çalışmada, ekimi yapılan tüm tohumlar çimlenmiş ve tohum ekiminden 35 gün sonra hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yapıldığı tohumlardan gelişen fidelerde bitki boyu ve kök uzunluğu

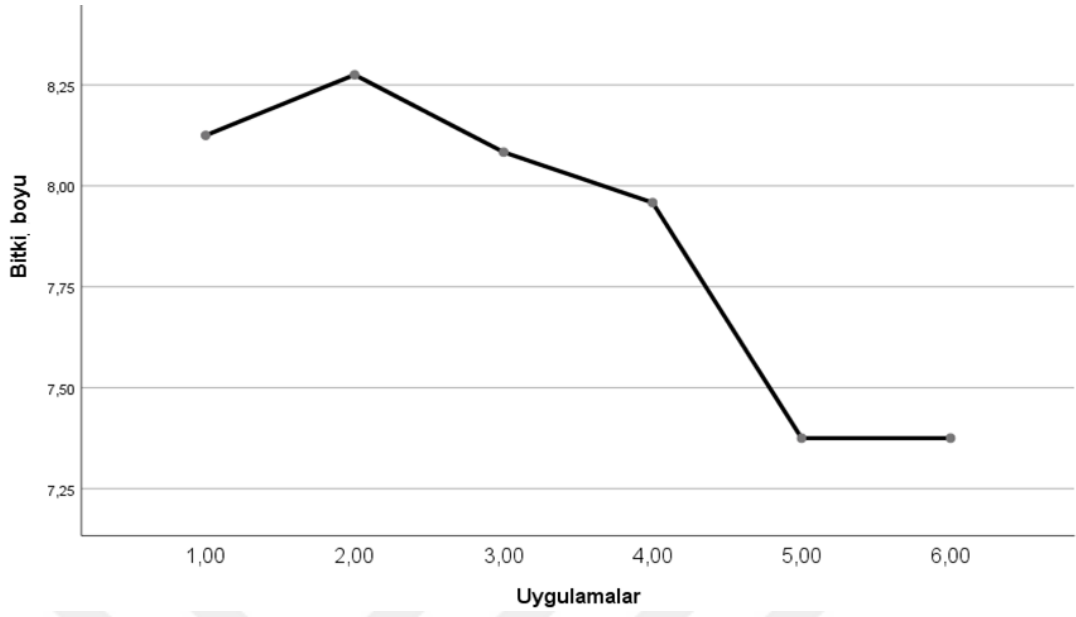
ölçülmüş, bitkilerde yaş ve kuru ağırlık alınmıştır. Çizelge 4.11’de rizobakteri izolatlarının uygulandığı tohumlardan gelişen fidelerde bitki boyu, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı verilmiştir.

Çizelge 4.11. Rizobakteri izolatlarının fide gelişimine etkisi

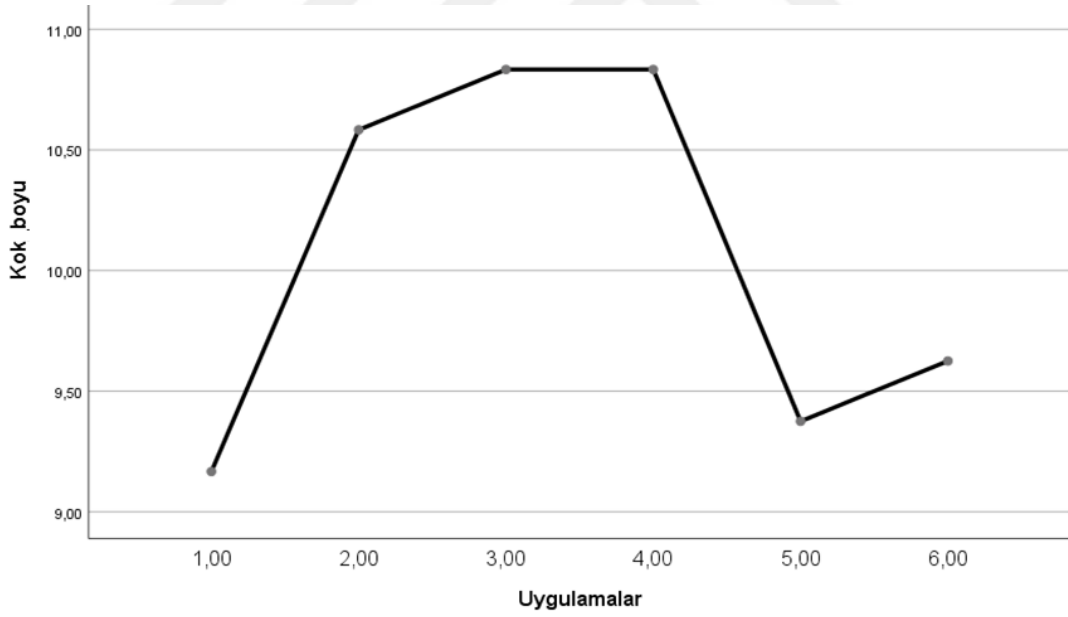
Uygulamalar		Bitki boyu (cm)	Etki oranı (%)	Kök uzunluğu (cm)	Etki oranı (%)	Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)	Etki Oranı (%)
1	NK	8.12 ^a	0.00	9.16 ^a	0.00	0.87 ^a	0.00	0.11 ^a	0.00
2	R-6	8.27 ^a	1.81	10.58 ^a	13.42	0.70 ^a	-24.28	0.09 ^a	-22.22
3	R-8	8.08 ^a	-0.49	10.83 ^a	15.42	0.81 ^a	-7.40	0.10 ^a	-10
4	R-9+R-8	7.95 ^a	-2.13	10.83 ^a	15.42	0.74 ^a	-17.56	0.10 ^a	-10
5	ProBio	7.37 ^a	-10.17	9.37 ^a	2.24	0.72 ^a	-20.83	0.10 ^a	-10

*Aynı sütun içerisinde ortalamalar yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

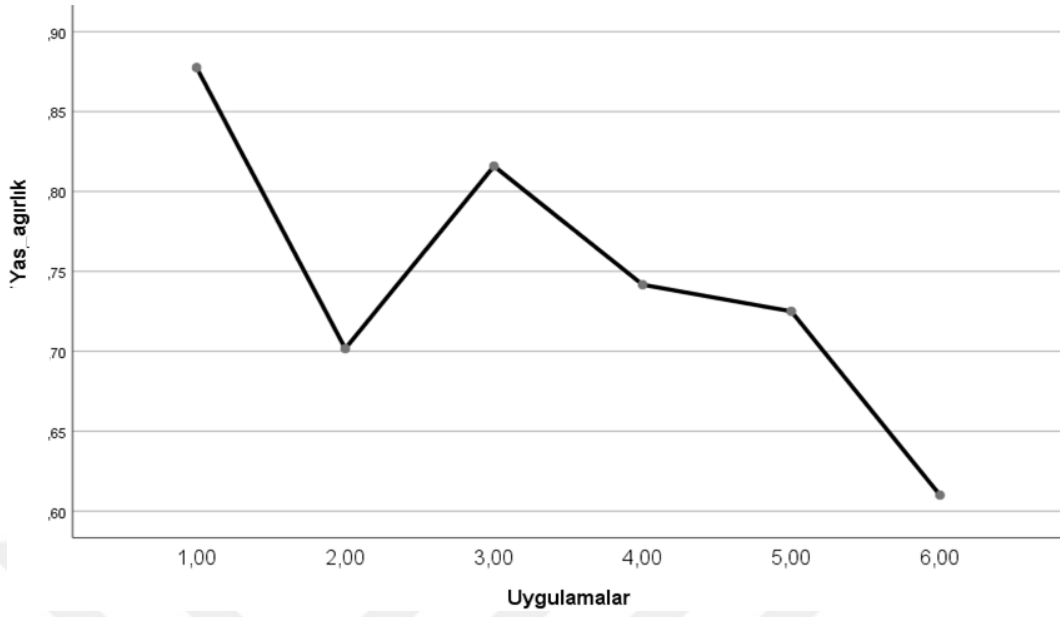
Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere, negatif kontrol bitkilerinde bitki boyu ortalama 8.12 cm iken, rizobakteri izolatlarının uygulandığı tohumlardan gelişen fidelerde bitki boyu 7.95-8.27 cm aralığında olmuştur. Rizobakteri izolatları içerisinde sadece R-6 kodlu rizobakteri izolat uygulaması etkili sonuç vermiş ve %1.81 oranında bir artış görülmüştür (Şekil 4.41). Rizobakteri izolatlarının kök uzunluğuna etkisi ise daha yüksek olmuştur. Negatif kontrol bitkilerinde ortalama 9.16 cm uzunlukta bir kök görülürken, rizobakteri izolatlarının uygulandığı bitkilerde 10.58-10.83 cm aralığında bir kök uzunluğu görülmüştür. En yüksek etki R-8 kodlu tekli uygulamada ve R-8+R-9 kodlu ikili kombinasyon uygulamasında (%10.83) görülmüştür (Şekil 4.42). Yapılan hiçbir uygulama bitki yaş ve kuru ağırlık üzerinde etkili olmamış olup, tüm uygulamalar bitki yaş ve kuru ağırlık üzerinde istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır ($p \leq 0.05$) (Şekil 4.43, Şekil 4.44).



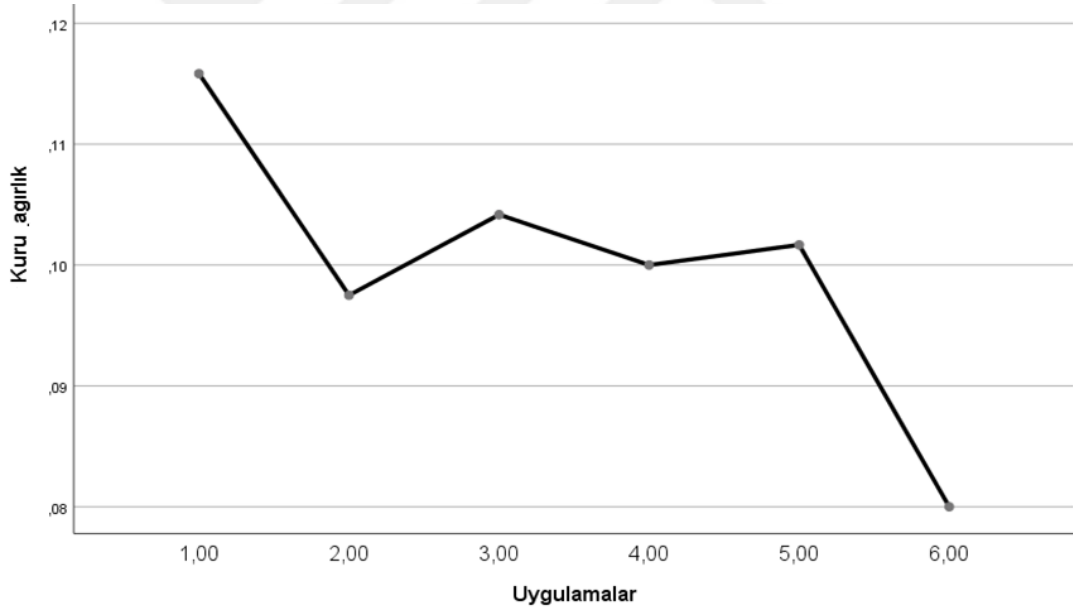
Şekil 4.41. Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki boyuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8)



Şekil 4.42. Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının kök uzunluğuna olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8)



Şekil 4.43. Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki yaş ağırlığına olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8)



Şekil 4.44. Tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki kuru ağırlığına olan etkisi (1;NK, 2;R-9, 3;R-6, 4;R-8, 5;R-6+R-8, 6;R-9+R-6+R-8)

Domates bakteriyel solgunluk hastalığının biyolojik mücadelesinde antagonist bakterilerin kullanımına yönelik yapılan diğer bir tohum çalışmasında da, *Cmm* ile inokule edilmiş domates tohumlarına antagonist bakteriler uygulanmıştır. Antagonist bakterilerden hazırlanan süspansiyonlar aynı oranda %1'lik carboxyl cellulose ile karıştırılmış ve hastalık etmeni ile bulaşık domates tohumları bu karışım içerisine

konularak çalkalanmıştır. Uygulama yapılan tohumlar bir gece kurutulmuş ve ertesi gün besi yerine ekilmiş ve 10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Tohum çevresinde *Cmm*'nin geliştiği tohumlar patojen ile bulaşık olarak belirlenmiştir. Deneme sonucuna göre, 27 antagonist bakteri izolatu, hastalık etmeni ile bulaşık tohumlarda patojen gelişimini farklı oranlarda engellemiştir. Özellikle Actinomycetes grubu izolatlarından KDA-10, EA-1 en etkili izolatlar olmuştur (Tokgönül ve Çınar, 1999).

Girish ve Umesha (2005) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da, *Bacillus subtilis* GB03, *B. amyloliquefaciens* IN937a ve *Brevibacillus brevis* IPC11 PGPR izolatlarının *Cmm*'ye olan etkileri incelenmiştir. Domates tohumları 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki PGPR kültürleri ile 24 saat muamele edilmiştir. Tohum ekiminden 8 gün sonra gerçek yapraklar çıktığında, bitkiler 1×10^8 hücre/ml yoğunluğunda *Cmm* ile inokule edilmiştir. Çalışma sonucunda PGPR'ların hastalığı önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Kontrol grubu bitkilerde hastalık yoğunluğu %93 olarak görülürken, IN937a, GB03 ve IPC11 uygulanan bitkilerde hastalık yoğunluğu sırasıyla %44, %58 ve %54 olarak belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada aynı zamanda PGPR'ların tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerine de bakılmıştır. *Bacillus subtilis* GB03, *B. amyloliquefaciens* IN937a ve *Brevibacillus brevis* IPC11 bakterilerine ilaveten *Bacillus pumilis* INR7, SE34, T4 bakterileri de olmak üzere 6 adet PGPR'ın tohum gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Manadapalli PKM-1 çeşidi domates tohumları 24 saat 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki bakteri süspansiyonları ile muamele edilmiştir. Çimlendirme testine göre 7 gün sonra çimlenen tohumlar sayılmış, kök ve sürgün uzunluğu ölçülmüştür. 6 izolattan 4 tanesi (SE34, IPC11, GB03 ve IN937a) kontrole göre tohum çimlenme oranını artırmıştır. En yüksek etki IN937a (%83) izolatında görülmüştür. Yapılan çalışmada PGPR'ların kök uzunluğunda etkili olmadığı fakat sürgün uzunluğu ve canlılık indeksini artırdığı belirlenmiştir.

PGPR'ların bitki gelişimine etkilerinin belirlenmesi için Çetinkaya-Yıldız (2007) tarafından yapılan viyol çalışmasında da, viyollere ekilen sağlıklı domates tohumlarına 10 gün boyunca PGPR izolatları püskürtülmüştür. İki kez tekrarlanan çalışmada Y1.6.7 ile N6.6.21 izolatlarından oluşan ikili kombinasyonuygulaması fidenin bitki boyunda %28'lik bir artış sağlamıştır. Bu ikili uygulama aynı zamanda bitki gövde çapında, dal sayısında, bitki yaş ve kuru ağırlığında da artış sağlamıştır. Yapılan bazı uygulamaların

ise fidelerde gelişim üzerinde etkili olmadığı hatta azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Petri çalışmaları, saksı denemeleri ve tohum uygulamalarında kullanılan rizobakteriler veya antagonistik bakteriler tüm uygulamalarda hastalığı baskılamada ve bitki gelişimi üzerinde aynı etkiyi göstermeyebilir. Besi yerinde yüksek etkiye sahip olan, en büyük engelleme zonu oluşturan antagonistik bakteriler her zaman en etkili biyolojik mücadele ajanı olmayabilir, diğer bir ifade ile *in vitro* antagonizm ile arazide bitki hastalığının baskılanmasında bir ilişki görülmeyebilir (Weller, 1998; Bennett ve ark., 1999). Yürüttüğümüz bu çalışmada da olduğu gibi, *in vitro* denemede etkili olan R-4 ve R-7 kodlu rizobakteriler saksı ve tohum çalışmalarında etkisiz olmuştur. Özellikle *in vitro* testler sonucu bitki gelişimi ve tohumdan fide gelişimi üzerinde etkili olabileceğini düşündüğümüz izolatlar bitki boyunda, gövde çapında, yaş ve kuru ağırlıklarda etkili olamamıştır. Yapılan çoğu çalışmada *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda birbiri ile çelişen sonuçlar çıkabilmektedir. Tokgönül ve Çınar (1999) tarafından yapılan çalışmada da antagonistik etkiye sahip *Actinomyces* KDA10 ve SA-1 izolatları petride düşük oranda patojeni engellerken, tohum üzerinde patojen bakterinin gelişimini yüksek oranda engellemiştir.

Ayrıca yürüttüğümüz çalışmada, saksı denemesinde ve tohum uygulamalarında rizobakteri izolatlarının bitki ve fide gelişimi üzerinde yüksek oranda etkili olamadıkları görülmüştür. Fakat PGPR'ların, antagonistik bakterilerin çeşitli bitkilerde hem tohum uygulamalarında hem de kök uygulamalarında bitki gelişiminde olumlu etki yaptıkları çok sayıda çalışmada belirtilmiştir (Anith ve ark., 2004; Mirik, 2005; Çakmakçı ve ark., 2006; Esitken ve ark., 2006). Bu durumun nedenlerinin; uyguladığımız rizobakteri izolatlarının yoğunluklarının yeterli olmadığı, kök bölgesinde yeterince kolonize olamadıkları, birden fazla uygulamanın yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda PGPR'ların tekli uygulamalarından ziyade kombinasyonlar halinde uygulanmaları daha yüksek etki meydana getirmiştir (Ramamorthy ve ark., 2001; Romero ve ark., 2003; Orhan ve ark., 2006). Bizim çalışmamızda da ilk saksı denemesinde R-9+R-8 ikili kombinasyon uygulaması diğer tekli uygulamalara göre hastalık şiddeti üzerinde daha etkili olmuştur. Aynı zamanda tohum uygulamalarının

ikinci tekrarında da ikili ve üçlü kombinasyonlar bulaşık tohum oranında hastalığı baskılamada daha başarılı uygulamalar olarak belirlenmiştir.



5. SONUÇ

Domates üretiminin en büyük problemlerinden *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* hastalık etmeninin neden olduğu domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı ile mücadelede etkin bir kimyasalın bulunamamasından dolayı biyolojik mücadele kapsamında rizobakteri izolatlarının kullanımı önem arz etmektedir. Günümüzde bitkisel üretimde kalitenin ve verimin artırılması ve tarımsal ilaçların kullanımının azaltılması için biyolojik mücadele kapsamında bitki hastalıklarına karşı antagonistik bakterilerin ve/veya bitki büyüme düzenleyici rizobakterilerin kullanılmaları önemli araştırma konularından birisidir. Bitki hastalıklarının baskılanması ve sağlık bitki gelişiminin sağlanması açısından bu bakteriler ile yapılan çalışmalar ümit vericidir.

Tokat ili domates üretim alanlarından elde edilen rizobakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Çalışmada 12 adet rizobakteri izolatu kullanılmıştır. Rizobakteri izolatları Tokat ili domates üretim alanlarından domates bitkisinin rizosfer bölgelerinden toplanmış ve fosforu çözme, azotu kullanma yeteneği yüksek olan rizobakteriler arasından seçilmiştir. Çalışmada patojen bakteri olarak Tokat ili domates üretim alanlarında hastalıklı domates bitkilerinden izole edilen ve çeşitli biyokimyasal testler ve moleküler test (PCR) ile tanılanan PK-*Cmm*-1 patojen izolatu kullanılmıştır.

Çalışma *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında yürütülmüştür. *In vitro* koşullarda rizobakteri izolatları hastalık etmeni üzerinde %13.16-88.44 arasında değişen oranlarda bir etki göstermiştir. *In vitro* çalışmada *Pseudomonas thivervalensis* R-9 izolatu patojen izolat *Cmm* üzerinde en başarılı rizobakteri izolatu olarak belirlenmiştir.

In vivo koşullar altında yürütülen saksı çalışması ve tohum uygulamalarında *in vitro* çalışmalarda yüksek etkiye sahip rizobakteri izolatlarından seçim yapılmıştır. Yürütülen saksı çalışmalarında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı, birinci saksı çalışmasında %52.78, ikinci saksı çalışmasında %44.56 oranında engellenmiştir. Yürütülen tohum uygulamalarında ise patojen ile bulaşık tohumlarda rizobakteri izolatlarının etkisine bakılmış ve birinci denemede %82.92, ikinci denemede %78.78

oranında hastalık etmeni baskılanmıştır. Patojen uygulamasının yapılmadığı sadece rizobakteri izolatlarının uygulandığı saksı çalışmalarında ve tohum uygulamalarında bitki gelişimi ve fide gelişiminde rizobakteri izolatlarının etkili olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, elde edilen bu bulgular doğrultusunda, saksı çalışmasında ve tohum uygulamalarında en başarılı bulunan rizobakteri izolatları ile tarla denemeleri yürütülerek domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abak, K., 2017. Türkiye’de Domatesin Dünü Bugünü Yarını. TÜRKTOB Dergisi,17(1), 8-13.
- Agrios, G.N., 2005. Plant Pathology. Fifth Edition Elsevier Academic Pres, London.
- Akat, S. ve Özaktan, H., 2011. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığıyla [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al] Biyolojik Mücadelede Bakteriyel Antagonistlerin Etkinliğinin Araştırılması. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi,2(1),3-18.
- Aksoy, H.M., 2002. Samsun İlinde Domates Bakteriyel Hastalıkları ve Yaygınlıkları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.
- Aksoy, H.M., Kaya, Y., Ozturk, M., Secgin, Z., Onder, H. ve Okumus, A., 2017. *Pseudomonas putida*-Induced response in phenolic profile of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) infected by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Biological control, 105, 6-12.
- Amkraz, N., Boudyach, E.H., Boubaker, H., Bouizgarne, B. ve Ait Ben Aoumar, A., 2010. Screening for fluorescent pseudomonades, isolated from the rhizosphere of tomato, for antagonistic activity toward *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. World J Microbiol Biotechnol, 26:1059–1065.
- Anith, K.N., Momol, M.T., Kloepper, J.W., Marois, J.J., Olson, S.M. ve Jones, J.B., 2004. Efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. Plant Disease, 88(6):669-673.
- Anonim, 2016. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (05.04.2019)
- Anonim, 2018. TÜİK, 2018.http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (05.04.2019)
- Anonim, 2019. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization-IMI, 2019-www.eppo.int), <https://gd.eppo.int/taxon/CORBMI/distribution> (16.04.2019).
- Basım, E., 2002. Isparta ve çevresindeki sera domateslerinde görülen bakteriyel patojenlerin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6,1- 8.
- Basım, E., Basım, H., Dickstein, E.R. ve Jones, J.B., 2004. Bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on greenhouse-grown tomato in the Western Mediterranean Region of Turkey, Plant Disease, 88,1048.
- Basım, E., Basım, H. ve Özcan, M., 2005. Antibacterial activities of turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. Journal of Food Engineering, 77, 992–996.
- Baysal, Ö., Soylu, E.M. ve Soylu, S., 2003. Induction of defence-related enzymes and resistance by the plant activator acibenzolar-S-methyl in tomato seedlings against bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Plant pathology, 52, 747-753.
- Belgüzar, 2014. Tokat Yöresinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)’nin Tanılanması ve Epidemiyolojisi Üzerine Araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, TOKAT.

- Belgüzar, S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2016a. Tokat İlinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı'nın Yaygınlığı ve Etmenin (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Tanılanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (2), 34-40.
- Belgüzar, S., Yılar, M., Yanar, Y., Kadioğlu, İ. ve Doğar G., 2016b. *Thymus vulgaris* L. (Kekik) Ekstrakt ve Uçucu Yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Üzerine Antibakteriyel Etkisi. Turkish Journal of Weed Science, 19 (2) (Yayın No: 2936830)
- Belgüzar, S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2018. Tokat İlinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı'nın (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Epidemiyolojisi, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15 (3), 9-16.
- Belgüzar, S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2019. Tokat İlinde Kullanılan Domates Fidelerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in Varlığının Belirlenmesi, Bitki Koruma Bülteni, 59 (2), 33-37.
- Bernett, S.J., Singleton, I. ve Reyder, M., 1999. Spatial variation in population of *Pseudomonas corrugata* 2140 and *Pseudomonads* on take-all diseased and healthy root systems of wheat. *Soil Biology Biochemistry*, 31, 633-636.
- Boudyach, E.H., Fatmi, M., Akhayat, O., Benizri, E. ve Ait Ben Aoumar, A., 2001. Selection of antagonistic bacteria of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and evaluation of their efficiency against bacterial canker of tomato. *Biocontrol Science and Technology*, 11, 141-149.
- Bryan, M.K., 1930. Studies on Bacterial Canker of Tomato. *Journal of Agricultural Research*, 41, 825-851.
- Chang, R.J., Ries, S.M. ve Pataky, J.K., 1991. Dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* by practices used to produce tomato transplants. *Phytopathology*, 81, 1276-1281.
- Chang, R.J., Ries, S.M. ve Pataky, J.K., 1992. Local sources of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. *Phytopathology*, 82, 553-560.
- Ciccarone, A. ve Carilli, A., 1948. Osservazioni di campo su *Corynebacterium michiganense* (Smith) Jensen e considerazioni su un'ipotesi di sua sopravvivenza nel terreno. *Bollettino Della Stazione Di Patologia a Vegetale*, 6, 277-80.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve Şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 1482-1487.
- Çetinkaya-Yıldız, R., 2007. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al.)'nin Tanılanması ve Bitki Büyüme Düzenleyici Rizobakteriler İle Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Adana.
- Çetinkaya-Yıldız, R. ve Aysan, Y., 2008. Bitki Bakteri Hastalıkları, Editörler: Saygılı, H., Şahin, F. ve Aysan, Y. Meta Basım, İzmir.
- Çetinkaya-Yıldız, R. ve Aysan, Y., 2014. Bitki Büyüme Düzenleyici Kök Bakterileri ile Biyolojik Mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(1), 9-22.
- Çetinkaya-Yıldız, R., Belgüzar, S. ve Aysan, Y., 2019. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı. Bitki Bakteri Hastalıkları, Editörler: Saygılı, H., Şahin, F., Aysan, Y., Soylu, S. ve Mirik, M., Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ, 37-47.

- Çınar, Ö., 1980. Bakteriyel Domates Solgunluğu Hastalığı (*Corynebacterium michiganense* (Erwin. F. Smith) Jensen)'nın Tanımı, Savaş Yöntemlerine Etmene Karşı Dayanıklı Domates Çeşitleri Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 139- Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N. ve Polissiou, M.G., 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22, 39-44.
- Eşitken, A., Pirlak, L., Turan, M. ve Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry, *Scientia Horticulturae*, 110, 324-327.
- Fatmi, M., Schaad, N.W. ve Bolkan, H.A., 1991. Seed treatments for eradicating *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* from naturally infected tomato seeds. *Plant Disease*, 75, 383-385.
- Fatmi, M. ve Schaad, N.W., 2002. Survival of *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* in infected tomato stem under field conditions in California, Ohio and Morocco. *Plant Pathology*, 51:149-154.
- Francis, D.M., Kabelka, E., Bell, J., Franchino, B. ve Clair, St.D., 2001. Resistance to bacterial canker in tomato (*Lycopersicon hirsutum* LA407) and its progeny derived from crosses to *L. esculentum*. *Plant Disease*, 85, 1171-1176.
- Forster, R.L. ve Echandi, E., 1973. Relation of Age Plants, Temperature and Inoculum Concentration to Bacterial Canker Development in Resistant and Susceptible *Lycopersicon* spp.. *Phytopathology*, 63, 773-777
- Girish, N. ve Umesh, S., 2005. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on bacterial canker of tomato. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 38(3), 235-243.
- Gleason, M.L., Braun, E.J., Carlton, W.M. ve Peterson, R.H., 1991. Survival and dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. *Phytopathology*, 81, 1519-1523.
- Gleason, M.L., Gitaitis, R.D. ve Ricker, M.D., 1993. Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in Eastern North America. *Plant Disease*, 77:1069-1076.
- Guo, J.H., Qi H.Y., Gao, Y.H., Ge, H.L., Gong, L.Y., Zhang, L.X. ve Sun P.H., 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Biological Control*, 29(1), 66-72.
- Hausbeck, M.K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R. ve Fulbright, D.W., 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. *Phytopathology*, 90, 38-44.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E. ve Okur, O. 2014. Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve Etki Mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 12 (2), 1-19.
- Kabaş, A., Ünlü, A., İlbi, H., Oğuz, A. ve Zengin, S., 2009. BATEM domates hatlarının Bakteriyel Kanser ve Solgunluk (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'a dayanıklılık durumlarının belirlenmesi.
- Kabaş, A., Arı, E., Zengin, S., İlbi, H., Aysan, Y. ve Oğuz, A., 2016. Development of resistant tomato population with bacterial canker resistance genes from interspecific hybrids by the support of embryo rescue. *Derim*, 33 (1), 27-46.

- Kabaş, A., Boyacı, H.F., Horuz, S., Aysan, Y. ve İlbi, H., 2018. Investigation on Identification of New Resistant Resources to Bacterial Canker and Wilt Disease. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (12), 8498-8504.
- Kahveci, E. ve Gürcan, A., 1993. Antalya ilinde domateslerdeki bakteriyel hastalıkların tespiti. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt 33, Sayı: 3-4, 147-151.
- Kasselakia, A.M., Goumasa, D., Tammb, L., Fuchsb, J., Cooper, J. ve Leifert, C., 2011. Effect of alternative strategies for the disinfection of tomato seed infected with bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 58, 145-147.
- King, E.O., Ward, M.K. ve Raney, D.E., 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluoresin. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 44:301-307.
- Küsek, M., 2007. Asmada (*Vitis vinifera* L.) ura neden olan *Agrobacterium vitis*'in tanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Liu, K., Kloepper, J.W., Melnroy J.A. ve Hu C.H., 2011. Selecting mixtures of PGPR for biological control of multiple plant diseases. *Proceedings of the 2nd Asian PGPR Conference, Beijing, China*, 416-422.
- Milijasevic, S.B., Todorovic, I., Potocnik, E., Rekanovic ve Stepanovic, M., 2009. Effects of Copper-based compounds, antibiotics and a plant activator on population sizes and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in greenhouse tomato seedlings. *Pesticides & Phytomedicine*, 24, 19-27.
- Mirik, M., 2005. Biberde bakteriyel leke etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanakları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Nejad, P. ve Johnson, P.A., 2000. Endophytic bacteria induce growth promotion and wilt disease suppression in oilseed rape and tomato. *Biological Control*, 18, 208-215.
- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M. ve Sahin, F., 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111, 38-43.
- Öktem, Y.E., 1984. Domates bakteriyel solgunluğu (*Corynebacterium michiganense*)'nin Ankara İlindeki yayılışı, etmenin toprak ve bitkiden izolasyonu ile bitki artıklarında yaşama süresi üzerine çalışmalar. Türkiye'de Sertifikalı ve Kontrollü Tohumluk Üretim ve Dağıtım Sorunları Sempozyumu, 8-10 Şubat, 27, Ege Üniversitesi, Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.
- Öktem, Y.E. ve Benlioğlu, K., 1993. Orta Anadolu Bölgesi'nde domates ekim alanlarında bakteriyel hastalıklar üzerinde ön çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 33 (1-2).
- Özaktan, H., 1991. Domates Bakteriyel Solgunluğu (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) İle Savaşım Olanakları Üzerine Araştırmalar. (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. İzmir.
- Öztürk, S., 2017. Samsun İli Domates Üretim Alanlarındaki Bakteriyel Hastalık Etmenlerinin Moleküler Tanısı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

- Özyılmaz, Ü., 2001. Aydın İlinde Sera Domateslerinde Toprak Kaynaklı Bakteriyel Hastalıkların Saptanması. (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın.
- Park, K.S. ve Kloepper, J.W., 2000. Activation of PR-1a promoter by rhizobacteria that induce systemic resistance in tobacco against *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. *Biological Control* 18,2-9
- Patino-Mendez, G., 1964. Studies on The Pathogenicity of *Corynebacterium michiganense* (E. F. Smith) Jensen and Its Transmission into TomatoSeed. (Doktora Tezi). Davis, CA, USA: University of California.
- Pradhanang, P.M. ve Collier, G., 2009. How effective is Hydrochlorid Acid treatment to control *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* contamination in tomato seed?. *Acta Horticulturae*, 808, ISHS, 81-85.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V. ve Samiyappan, R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promotingrhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection*, 20, 1-11.
- Rat, B., Poissonier, J., Goisque, M.J. ve Burgaud, A., 1991. Le Point Sur le cancre bactérien. *Fruit et Légumes*,86,38-40.
- Ricker, M.D. ve Riedel, R.M., 1993. Effect of secondary spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on yield of northern processing tomatoes. *Plant Diseases*, 77,364-366.
- Romero, A.M., Correa, O.S., Moccia, S. ve Rivas, J.G., 2003. Effect of *Azospirillum*-mediated plant growth promotion on the development of bacterial diseases on fresh-market and cherry tomato. *Journal of Applied Microbiology*, 95, 832-838.
- Saygi, S., 2010. Tokat Domates Üretim Alanlarında Bakteriyel Kanser (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.)HastalığınınRastlanma Sıklığı ve Bu Hastalığa Karşı Domates EBR3MutantlarınınReaksiyonlarının Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Sherf, A.F. ve Macnab, A.A., 1986. Vegetable diseases and their control. AWiley Interscience Publication, New York, 711 p.
- Silva, H.S.A., Romeiro, R.S. ve Mounteer, A., 2003. Development of a root colonization bioassay for rapid screening of rhizobacteria for potential biocontrol agent. *Journal of Phytopathology*, 151,42-46.
- Soykan, Ö., 2010. Bazı Bitki Aktivatörleri ile Organik ve İnorganik Gübrelerin Domateste Bakteriyel Solgunluk Hastalığına Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Soylu, S., Soylu, E.M. ve Evrendilek, G.A., 2009. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of Bitter Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mil. Var. *Vulgare*) and Dill (*Anethum Graveolens* L.) Against The Growth of Food-Borne and Seed-Borne Pathogenic Bacteria. *Italia Journal Food Science*, 21(3), 347-353.
- Strider, D.L., 1967. Survival studies with the tomato bacterial canker organism. *Phytopathology*, 67:1067-1071.
- Şahin, F., Uslu, H., Kotan, R. ve Dönmez, M.F., 2002. Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*, on tomatoes in eastern Anatoliaregion of Turkey. *Plant Pathology*,51, 399.

- Talibi, I., Amkraz, N., Askarne, L., Msanda, F., Saadi, B., Boudyach, E.H., Boubaker, H., Bouizgarne, B. ve Ait Ben Aoumar, A., 2011. Antibacterial activity of moroccan plants extracts against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, the causal agent of tomatoes" bacterial canker. Journal of Medicinal Plants Research, 5(17), 4332-4338.
- Tanovic, B., Milijasevic, S. ve Obradovic, A., 2007. In vitro effect of plant essential oils on growth of some soil-borne pathogens. Acta Horticulturae, 729, 467-470.
- Tireng-Karut, Ş., 2011. Organik Tarımda Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Etmenine (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Karşı Kullanılabilecek Tohum Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tokgönül, S., 1998. Ticari Domates Tohumlarında Bakteriyel Solgunluk Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'nin Saptanması ve Etmene Karşı Mücadele Olanakları Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Tokgönül, S. ve Çınar, Ö., 1999. Domates Bakteriyel Solgunluğu Hastalığı Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ile Mücadelede Antagonist Bakterilerin Kullanım Olanakları. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, 177-188.
- Türküsay, H. ve Tosun, N., 2005. Hidrojen Peroksit uygulamalarının Domates Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* (Smith) Davis et al)"na etkileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2): 45-56.
- Utkhede, R. ve Koch, C., 2004. Biological treatments to control bacterial canker of greenhouse tomatoes. *BioControl*, 49: 305–313.
- Van, Heusden, A.W., Koornneef, M., Voorrips, R.E., Brüggemann, W. G., Pet, Vrielinkvan, Ginkel, C., Chen, R., ve Lindhout, P., 1999. Three Qtls From *Lycopersicon peruvianum* : Confer A High Level of Resistance to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.
- Weller, D.M., 1988. Biological control of Soilborne Plant Pathogens in the Rhizosphere with Bacteria. *Phytopathology*, 26: 379-407.
- Yanar, Y., Belgüzar, S. ve Telci, İ., 2016. *Origanum* spp., *Mentha* spp. ve *Lippia* sp. Türlerine Ait Uçucu Yağların *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ve *Botrytis cinerea*'ya Karşı Antimikrobiyal Etkisi. Turkish Journal of Weed Science, 19 (1), 18-25.
- Yıldız, H.N., Altınok, H.H. ve Dikilitas, M., 2012. Screening of rhizobacteria against *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, the causal agent of wilt disease of eggplant. African J. of Microbiol. Res., 6 (15), 3700-3706.
- Yılmaz, M., Kavak, S. ve Baysal, Ö., 2014. Bazı ticari sabit ve uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni üzerine antibakteriyel etkileri. Derim, Araştırma makalesi, 31 (1), 50-60.
- Yuan, H., Min, H., Lv., Z. ve Li, Z., 2009. Antimicrobial activity of isolate HL-12 against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the presence of cadmium. *Exotoxicology*, 18:447-454.

7. ÖZGEÇMİŞ

ADI : İbrahim
SOYADI : CİNER
DOĞUM YERİ : Adıyaman
DOĞUM TARİHİ : 21.04.1994
YABANCI DİL / SEVİYESİ : İngilizce / C1

