



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

VERMİKOMPOSTTAN ELDE EDİLEN BAKTERİLERİN
DOMATES BAKTERİYEL KANSER VE SOLGUNLUK
HASTALIĞI (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)
ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜMEYYE ALDIRMAZ

Danışman: Doç. Dr. Sabriye BELGÜZAR

TOKAT- 2025



Bu tez çalışması; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu Başkanlığı tarafından 2023/90 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ETİK SÖZLEŐME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Sabriye BELGÜZAR danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “Vermikomposttan Elde Edilen Bakterilerin Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Üzerine Etkisi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Sümeyye ALDIRMAZ

JÜRİ KABUL ve ONAY

Sümeyye ALDIRMAZ tarafından hazırlanan “Vermikomposttan Elde Edilen Bakterilerin Domates Bakteriyel Kanseri Ve Solgunluk Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Üzerine Etkisi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28 Temmuz 2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye(Başkan): Doç.Dr. Sabriye BELGÜZAR

Üye: Doç. Dr. Merve OĞUZ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Zeliha KAYAASLAN

---/---/20--

Doç. Dr. Ercan Çaçan

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmanın her anında yardımcı olan, yol gösteren, her anlamda destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Sabriye BELGÜZAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sırasında verdiği tavsiyeler ve yardımları için bölüm hocamız Sayın Prof. Dr. Yusuf YANAR'a, savunma sınavı jürilerimden Doç. Dr. Merve OĞUZ ve Dr. Öğr. Üyesi Zeliha KAYAASLAN'a bilgi ve tecrübelerini aktardıkları için minnettarım.

Vermikompostların temini noktasında ve vermikompostlar ile ilgili literatür konusunda değerli bilgi ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Sezer ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her safhasında yardımcı olan Ziraat Mühendisi Zehra ARSLAN, Kübra EROĞLU, Melike ÇETİNKAYA'ya, tez dönemimde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Arş. Gör. Funda ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince yanımda olan değerli arkadaşlarıma ve maddi-manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme ve babama sevgi, saygı ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sümeyye ALDIRMAZ

ÖZET

VERMİKOMPOSTTAN ELDE EDİLEN BAKTERİLERİN DOMATES BAKTERİYEL KANSER VE SOLGUNLUK HASTALIĞI (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ÜZERİNE ETKİSİ

Aldırmaz, Sümeyye
Yüksek Lisans, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sabriye Belgüzar
Ağustos 2025, ix+65 sayfa

Bu çalışmada vermikomposttan elde edilen bakterilerin domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucu vermikompostlardan 40 adet izolat elde edilmiştir. İzole edilen izolatlar ile patatesteki pektolitik aktivite testi, tütünde hipersensitif reaksiyon testi, 37 °C’de gelişim testi yapılmış, izolatların fosforu indirgeme ve azotu çözme özellikleri belirlenmiştir. Seçilen 22 izolat ve patojen bakteri *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ile ikili kültür testi yapılmış ve 10 bakteri izolatı 2.45-11.98 mm arasında değişen oranlarda patojen bakteri üzerinde etkili olmuştur. Bu testler sonucu seçilen 3 bakteri izolatı (SA-2, SA-5, SA-7) ile tohum çalışması yürütülmüştür. Patojen ile bulaşık tohumlara bakteri izolatları kaplama şeklinde uygulanmış ve sera koşullarında viyollere ekilmiştir. Sadece patojenin uygulandığı tohumlardaki fide gelişimleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde hastalığı baskılamada en yüksek etki %70 ile SA-7 (*Bacillus megaterium*) izolatında görülmüştür. Bu izolatı takiben SA-5 kod ile *Bacillus* sp. izolatı da %64 oranında etki göstermiştir. Buna ilaveten çalışmada izolatların fide gelişimi üzerine etkisi de araştırılmıştır. Kullanılan materyal ve yönteme göre patojenin uygulanmadığı yalnızca seçilen bakteri izolatlarının uygulandığı tohumlardan gelişen fidelerde bakterilerin bitki gelişimini artırıcı etkisi gözlenmemiştir. Yürütülen bu yüksek lisans tez çalışması sonucu, tohum çalışmasında etkili olan *Bacillus megaterium* SA-7 ve *Bacillus* sp. SA-5 izolatlarının etki mekanizmalarının belirlenmesi, sera ve tarla çalışmaları ile patojen üzerindeki etkinliğinin ortaya konulması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar ileride yapılacak çalışmalar için alt yapı oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Vermikompost, Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı, Tohum, Biyokontrol

ABSTRACT

EFFECT OF BACTERIA OBTAINED FROM VERMICOMPOST ON TOMATO BACTERIA CANCER AND WILT DISEASE (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

Aldırmaz, Sümeyye

Master's Thesis, Department of Plant Protection

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Sabriye BELGUZAR

August 2025, ix+65 pages

The aim of this study was to determine the effects of bacteria obtained from vermicompost on the bacterial canker and wilt disease (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). As a result of the isolations, 40 isolates were obtained from vermicomposts. Pectolytic activity test on potato, hypersensitive reaction test on tobacco, growth test at 37 °C were performed with the isolated isolates and phosphorus reducing and nitrogen solubilizing properties of the isolates were determined. A dual culture test was performed with 22 selected isolates and pathogen bacteria *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* and 10 bacterial isolates were effective on the pathogenic bacteria at rates ranging from 2.45 to 11.98 mm. Seed study was carried out with 3 bacterial isolates (SA-2, SA-5, SA-7) selected because of these tests. Bacterial isolates were applied to pathogen-contaminated seeds as coating and sown in vials under greenhouse conditions. Selected bacterial isolates were applied to the seeds contaminated with the pathogen as coating and sown in vials under greenhouse conditions. In the evaluations made by considering only the seedling development in the seeds applied with the pathogen, the highest effect in suppressing the disease was seen in the SA-7 (*Bacillus megaterium*) isolates with 70%. Following this isolate, the *Bacillus* sp. isolate with code SA-5 also showed 64% efficacy. In addition, the effect of isolates on seedling development was also investigated in the study. According to the materials and methods used, no plant growth enhancing effect of bacteria was observed in seedlings developed from seeds to which only selected bacterial isolates were applied and no pathogen applied. This master's thesis study aims to determine the mechanisms of actions *Bacillus megaterium* SA-7 and *Bacillus* sp. SA-5 isolates effective in seed treatment and to demonstrate their pathogen effectiveness through greenhouse and field studies. The results will provide a foundation for future studies.

Keywords: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Vermicompost, Tomato Bacterial Cancer and Wilt Disease, Seed, Biocontrol

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜRLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	5
1.1.Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı Hakkında Genel Bilgiler.....	5
2.2. Bitki Hastalıklarının Kontrolünde Vermikompostun Kullanımına Yönelik Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Vermikompost.....	19
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Patojen Bakteri.....	20
3.1.3. Çalışmada Kullanılan Tohum Çeşidi.....	20
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Besi Yerleri.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Laboratuvar Çalışmaları.....	20
3.2.2. Tohum Çalışmaları.....	27
3.3. İstatistiki Analizler.....	37
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	20
4.1. Laboratuvar Çalışmaları.....	20
4.2. Tohum Çalışmaları.....	20
4.3.Bakteri İzolatlarının Domates Bitkisinde Fide Gelişimine Etkisi.....	50
SONUÇ.....	52
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 'in dağılımı.....	7
Şekil 2.2. Tokat'ta domates tarlasında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı görülen bir arazi.....	8
Şekil 2.3. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığında tek taraflı solgunluk.....	9
Şekil 2.4. Domatesin iletim demetlerinde kahverengileşme ve koflaşma.....	9
Şekil 2.5. <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 'in domates meyvesinde oluşturduğu tipik belirti-kuş gözü semptomu.....	10
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompost.....	20
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan patojen izolatı <i>Cmm</i> -PK-1.....	21
Şekil 3.3. Vermikomposttan bakteri elde etme aşamaları a)Vermikompostların çalkalanması, b)Seyreltme serisinin hazırlanışı, c) Bakteri süspansiyonunun vortekslenmesi d)Yayma ekimin yapılışı, e)NA besi yerinde gelişen koloniler, f)Bakterilerin saflaştırılması	22
Şekil 3.4. Tütün bitkisine enjektör ile bakteri süspansiyonunun verililişi.....	23
Şekil 3.5. Patatesten yumuşak çürüklük testinin aşamaları a)Patateslerin alevden geçirilmesi b)Patates dilimlerinin petriye yerleştirilmesi c)Bakterilerin patates dilimi yüzeyine yayılması d)Kurutma kağıdının nemlendirilmesi.....	24
Şekil 3.6. NBRIP besi yerine kürdanla bakteri ekimi.....	25
Şekil 3.7. Jensen's besi yerine bakterilerin çizimi.....	26
Şekil 3.8. Bakterilerin kürdan ile besi yerine çizimi.....	27
Şekil 3.9. Patojenin bakterilere püskürtülmesi.....	27
Şekil 3.10. a) Tohumların bakteri süspansiyonu içerisinde çalkalanması, b)Patojen bakteri ile bulaşık tohumlara vakum işlemi c)Patojen bakteri ve bakteri süspansiyonlarına daldırılmış tohumlar, d)Tohumların steril kabinde kurutulması.....	29
Şekil 3.11. Tohum ekimi.....	29
Şekil 3.12. Tohum çalışmasından genel bir görüntü.....	30

Şekil 3.13. <i>Cmm</i> ile enfekteli domates fidelerinin izolasyonu a)Fidenin gövdesinden alınan kesit b)Fideden alınan kesitin yüzey sterilizasyonu c)Fide parçalarının havanda dövülmesi d)Gelişen kolonilerin saflaştırılması.....	31
Şekil 3.14. İzolatlara gram testinin uygulanması.....	32
Şekil 3.15. İzolatların domates fidesine enjektör ile inokulasyonu.....	33
Şekil 3.16. Patojenite uygulaması sonrası nem çemberine alınan inokule edilmiş domates fideleri.....	33
Şekil 3.17. Re-izolasyon için alınan örnek.....	34
Şekil 3.18. Uygulamadan genel bir görüntü.....	35
Şekil 3.19. Fide kök uzunluğunun ölçümü.....	35
Şekil 3.20. Fide kök kuru ağırlığının alınması.....	36
Şekil 4.1. Patateste pektolitik aktivite testinde pozitif sonuç.....	38
Şekil 4.2. Patateste pektolitik aktivite testinde negatif sonuç.....	39
Şekil 4.3. Tütünde aşırı duyarlılık testinde negatif sonuç.....	39
Şekil 4.4. İzolatlar ile yapılan azotu bağlama test sonucu.....	40
Şekil 4.5. NBRIP besi yerinde fosforu çözme test sonucu.....	40
Şekil 4.6. SA-7 izolatının patojen üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı.....	42
Şekil 4.7. SA-2 izolatının patojen üzerinde oluşturduğu inhibisyon alanı.....	42
Şekil 4.8. İkili kültür testinde engellemenin oluşmadığı petri görüntüsü.....	43
Şekil 4.9. Fidelerde gözlemlenen solgunluklar.....	45
Şekil 4.10. SA-7 kodlu <i>Bacillus megaterium</i> ile NK uygulaması yapılan fide arasındaki karşılaştırma.....	50
Şekil 4.11. SA-2 uygulaması ile NK uygulaması yapılan fide arasındaki karşılaştırma.....	50
Şekil 4.12. SA-5 uygulamasında ve NK'de fide gelişimi.....	51

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Tohum çalışmasında yapılan uygulamalar.....	28
Çizelge 4.1. Vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan testler ve sonuçları.....	37
Çizelge 4.2. İkili kültür test sonuçları.....	41
Çizelge 4.3. Tohum uygulamasında bakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.4. Bakteri izolatlarının domateste fide gelişimine etkisi.....	49

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
µl	Mikrolitre
°C	Santigrat derece
g	Gram
ha	Hektar
l	Litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
rpm:	Dakikadaki devir sayısı
v:	Hacim
n	Nanometre
Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DMPB	Dimetilpirazolyum gliseborat
DCD	Disiyandiamid
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
FAO	Food and Agriculture Organization
HCl	Hidroklorik Asit
IAA	Indol-3-asetik-asit
MALDI-TOF MS	Matrix Asisted Laser Desorption Ionization Time Of Flight
MBC	Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MIC	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
NA	Nutrient Agar
NaCl	Sodyum Klorür
NB	Nutrient Broth
PCR	Polimeraz Chain Reaction
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria
PSF	Pseudomonas Agar F
SCM	Semi-selective medium Phyto Cmm Agar Base

TÜİK
YDC

Türkiye İstatistik Kurumu
Yeast Extract Glucose Chloramphenicol



1.GİRİŞ

Dünyada ekonomik açıdan en önemli sebzelerin başında domates (*Solanum lycopersicum* L.) gelmektedir. Domates en fazla üretimi ve tüketimi gerçekleştirilen bir sebzedir. Domates günlük tüketim için sofralık olarak, sanayiye hammadde olarak aynı zamanda iç ve dış pazarlara işlenerek veya taze olarak ihraç edilmektedir. FAO (2024) verilerine göre Türkiye'deki domates üretimi yaklaşık 13 milyon ton olup, dünyada domates üretiminde Çin ve Hindistan'dan sonra 3. sırada yer almaktadır. 2023 yılında Türkiye'de yaklaşık 31.8 milyon ton sebze üretimi gerçekleştirilmiş olup sebze üretiminde %40.8'lik bir paya sahip olmuştur (TÜİK, 2024). Türkiye'de hem açık alanda hem de örtü altında domates üretimi yapılmaktadır. Örtü altında özellikle Antalya, Mersin, İzmir, Muğla gibi illerde üretim yapılmaktadır. Seralarda yapılan domates üretim miktarı yıllık toplam domates üretim miktarının %30'unu oluşturmaktadır (Öztürk, 2024). Bölgeler açısından bakıldığında sanayilik domates üretimi Doğu ve Batı Marmara ve Ege Bölgelerinde, sofralık domates üretimi ise Batı Karadeniz, Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde görülmektedir. Domates üretiminin %30.7'sini Akdeniz Bölgesi, %69'unu da diğer bölgeler karşılamaktadır (Anonim, 2023).

Dünyada açıkta ve örtü altında yetiştiriciliği yapılan domateslerde bakteriyel, fungal ve viral patojenlerden dolayı önemli ürün kayıpları oluşmaktadır. Domateste zarar oluşturan başlıca bakteriyel patojenler *Clavibacter*, *Erwinia*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas* ve *Agrobacterium* cinsleri içerisinde bulunmaktadır (Üstün, 2008). Bu etmenlerin içerisinde yer alan önemli hastalıklardan birisi de Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığına neden olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* [(Smith) Davis et al.]'dir. Domates bitkisinde ciddi ürün kayıplarına sebep olan hastalık etmeninin inokulum kaynağını bulaşık tohum, toprak, bitki artıkları ve yabancı otlar oluşturmaktadır. Patojen *Solanaceae* familyasında patlıcan ve biber gibi bitkilerde hastalık oluştursa da ekonomik olarak kaybı domateste oluşturmaktadır (Çetinkaya-Yıldız ve ark., 2019).

Patojen lokal ve sistemik enfeksiyon oluşturarak domateste ciddi ürün kayıplarına neden olur. Özellikle tohumla oluşan enfeksiyonda hastalığın ilk belirtileri; yapraklarda leke ve nekrotik alanlar, saplardaysa kahverengi ya da gümüşü çizgiler veya

noktalardır. Solgunluk domates bitkisinin öncelikle tek yönlü sürgün ve yaprakçıklarında görülmekte ve zamanla iletim demetlerinde iki farklı yönde yayılmaktadır. Solgunluktan kısa bir zaman sonra bitki kurumaya başlar. Enfeksiyon başlangıcında bitkiyi iletim demetleri boyunca kesip baktığımızda içinin sarı renk aldığı görülür. Ana saptaysa vasküler renklenme enfeksiyonun geç dönemlerinde görülür. Enfeksiyon çoğaldıkça gövde ve sürgünlerde yara ve çatlaklara sebep olur. Bakteri meyvede orta kısmı açık kahverengi, beyaz hale ile çevrelenmiş kuşgözü olarak ifade edilen karakteristik lekeler oluşturur ve böylece etmen meyveden tohuma taşınır (Mohammedi, 2018).

C. michiganensis subsp. *michiganensis* ilk olarak Amerika'nın Michigan eyaletinde görülmüş olup dünyada domates yetiştirilen bütün bölgelerde varlığı rapor edilmiştir (EPPO, 2025). Türkiye'de ise çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile domates üretiminin yapıldığı bölgelerde etmen tespit edilmiştir (Çınar, 1980; Şahin ve ark., 2002; Basım ve ark., 2004; Özdemir, 2005; Çetinkaya-Yıldız, 2007; Serin ve Horuz, 2022; Dönmez, 2024). Çalışmanın yürütüldüğü Tokat ilinde ise domates üretiminin sık görüldüğü Merkez, Erbaa, Niksar, Pazar, Turhal ilçelerinde hastalığın görülme oranı 2011 yılında %18-88, 2012 yılında ise %0-62 oranları arasında saptanmıştır (Belgüzar ve ark., 2016).

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı sistemik olarak yayılan bir hastalıktır. Patojenin primer inokulum kaynağı tohumdur ve hastalığı başlatabilecek potansiyeldedir. Tohumdan fideye %0.01-0.05 (1000 fideye 1-5 bulaşık tohum) gibi çok küçük bulaşıklık dahi tarlada ciddi bir epidemiyeye sebep olmaktadır (Chang ve ark., 1991). Bulaşık tohumlardan yetiştirilen fidelerin kullanımı ile de hastalık bulaşmakta ve ciddi ürün kayıpları meydana getirebilmektedir (Chang ve ark., 1992; Ricker ve Riedel, 1993). Tohuma ilaveten bulaşık fideler de önemli inokulum kaynağıdır. Tokat ilinde yürütülen bir çalışmada 2013, 2015 ve 2016 yıllarında toplanan domates fidelerinde *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ile bulaşıklık oranı sırasıyla %18.62, %8.53 ve %4.25 olarak belirlenmiştir. 2017 ve 2018 yıllarında ise bölgeye gelen fidelerde bulaşıklık oranında ciddi ölçüde azalma olmuştur (Belgüzar ve ark., 2019). Tohum ve fide dışında etmen bitki artıkları, toprak, sera malzemeleri gibi ortamlarda da yaşamını sürdürebilir. Çalışmanın yürütüldüğü Tokat ilinde etmenin farklı kaynaklarda yaşamına

yönelik yapılan epidemiyoloji çalışmalarında etmenin hastalıklı tohumlarda 370. güne kadar canlılığını koruduğu, toprak ve bitki artıklarında ise canlılığını devam ettiremediği belirlenmiştir (Belgüzar ve ark., 2018).

Hastalık ile mücadelede en etkin yol inokulum kaynaklarının azaltılmasıdır. Etmene karşı etkili bir kimyasal uygulamanın olmayışı özellikle sertifikalı tohum ve fide kullanımını ve tohuma yapılacak uygulamaların önemini ortaya koymaktadır. Bu sebeple kültürel mücadeleyi destekleyici kimyasal uygulamalara alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı antagonistik bakterilerle biyolojik mücadele çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Yapılan literatür taramalarında çalışmaların çoğu çeşitli bitkilerin rizosfer bölgelerinden elde edilen Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) ve farklı bitki aksamlarından elde edilen epifitik ve endofitik bakterilerin patojene etkileri üzerinedir (Özaktan, 1991; Boudyach ve ark., 2001; Akat ve Özaktan, 2011; Karut, 2011; Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2014; Jung ve ark., 2014; Özyılmaz ve Benlioğlu, 2015; Takishita ve ark; 2018; Abo- Elyousr ve ark., 2019; Gautam ve ark., 2019; Banayem ve ark., 2020; Oloyede ve ark., 2021; Belgüzar ve ark., 2021; Uçar ve Akköprü, 2022).

Son yıllarda bitki hastalıklarının mücadelesinde biyolojik mücadele kapsamında vermikompostun (solucan dışkısı; gübresi) kullanımı da çok büyük önem kazanmaktadır. Vermikompost, önemli organik gübrelerin başında yer almakta olup, toprağın besin elementi ve organik madde açısından zenginleşmesini sağlamaktadır. Mezofilik kompostlama yöntemiyle elde edilen vermikompost yapımında ileri kompostlama uygulaması solucanlara yaptırılmakta ve solucanların sindirim sisteminden geçirilmiş zengin içeriğe sahip bir son ürün ortaya çıkmaktadır (Fracchia ve ark., 2006; Dominguez ve Edwards, 2011; Adhikary, 2012). Vermikompost üretiminde yaygın bir şekilde kullanılan materyaller bitkisel atıklar, büyükbaş hayvan gübresi, evsel atıklar ve endüstriyel atıklardır. En çok kullanılan materyal ise sığır gübresidir. Bunun yanında vermikompost üretiminde kullanılan solucan türleri, üretim yöntemi, sıcaklık, kurutma teknikleri de önemlidir (Ceritoğlu ve ark., 2018). Vermikompost ürünlerinin, toprak düzenleme, bitki büyümesini sağlama, antioksidan özelliği olmasının yanında vermikompost her türlü atığın üretimde kullanılabilmesine olanak

sağlamaktadır. Vermikompost uygulaması toprağın organik madde miktarını artırması haricinde; toprağa makro ve mikro bitki besin elementleri, enzimler, hormonlar ve humik maddeler sağlamaktadır. Bununla birlikte mikrobiyal aktiviteyi çoğaltarak toprak canlılığını ve verimliliğini olumlu etkilemektedir (Ceritoğlu ve ark., 2018). Vermikompost kimyasal ürünlerin kullanımını azaltmada önemli bir role sahiptir (Şimşek-Erşahin, 2010). Solucan gübresi, bitkiler için temel besin elementlerinin dengeli bir şekilde alınımını sağlar. Bitki besin elementlerinin alınımını iyileştirdiği için bitki gelişimini arttırıcı etkiye sahiptir (Szczecz, 1999; Atiyeh ve ark., 2000; Nagavallemma ve ark., 2004). Vermikompost solucanların vücutlarından salgılanan sölom sıvısını içermektedir. Sölom sıvısının yapısındaki aglutinin, kitinaz, fetidin gibi enzimler ve proteinler bazı fungus, bakteri ve zararlılar üzerinde etkili olmaktadır (Wang ve ark., 2006; Yaviç ve ark., 2020).

Bitki hastalıklarının kontrolünde vermikompostun kullanımına yönelik çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar mevcuttur (Van Heerden ve ark., 1995; Pharand ve ark., 2002; Chaoui ve ark., 2002; Rose ve ark., 2003; Ascitutto ve ark., 2006; Sarma ve ark., 2010; Karnez ve ark., 2021). Özellikle çeşitli sebzelerde sorun olan fungal hastalıkların mücadelesinde vermikompostun etkili olduğu bildirilmiştir (Şimşek-Erşahin, 2009; Gopalakrishnan ve ark., 2011; Tutar, 2012; 2013; Zhao ve ark., 2019; Yaviç, 2019; Kawicha ve ark., 2020; Uzunok, 2021; Karak, 2021). Yapılan literatür taramalarında vermikompostun domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına etkisi üzerine çok az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır (Utkhede ve Koch, 2004; Yogev ve ark., 2009; Belgüzar, 2023). Yürütülen bu yüksek lisans tez çalışmasında vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları kullanılmış olup bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, Soylu ve ark. (2020)'nın vermikomposttan izole ettikleri mikrobiyomların *Botrytis cinerea*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Verticillium dahliae* üzerine olan antagonist etkilerini, Kawicha ve ark. (2020)'nın vermikomposttan izole ettikleri 30 izolatın *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. musae*, *Fusarium* sp. TFPK201, *Fusarium* sp. Foc 1699 ve *Pestalotia* sp. karşı antifungal etkilerini araştırdıkları görülmüştür.

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı gibi kültürel ve kimyasal yollar ile mücadelesi zor bakteriyel ve fungal hastalıklar ile yapılan biyokontrol çalışmaları son

dönemlerde oldukça önem arz etmektedir. *In vitro*-ikili kültür denemesi ve tohum uygulaması şeklinde yürütülen bu çalışmada vermikomposttan elde edilen bakteri izolatlarının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca seçilen bakteri izolatları domates tohumuna uygulanarak tohumdan fide gelişimi üzerinde bakterilerin etkisi ortaya konulmuştur.

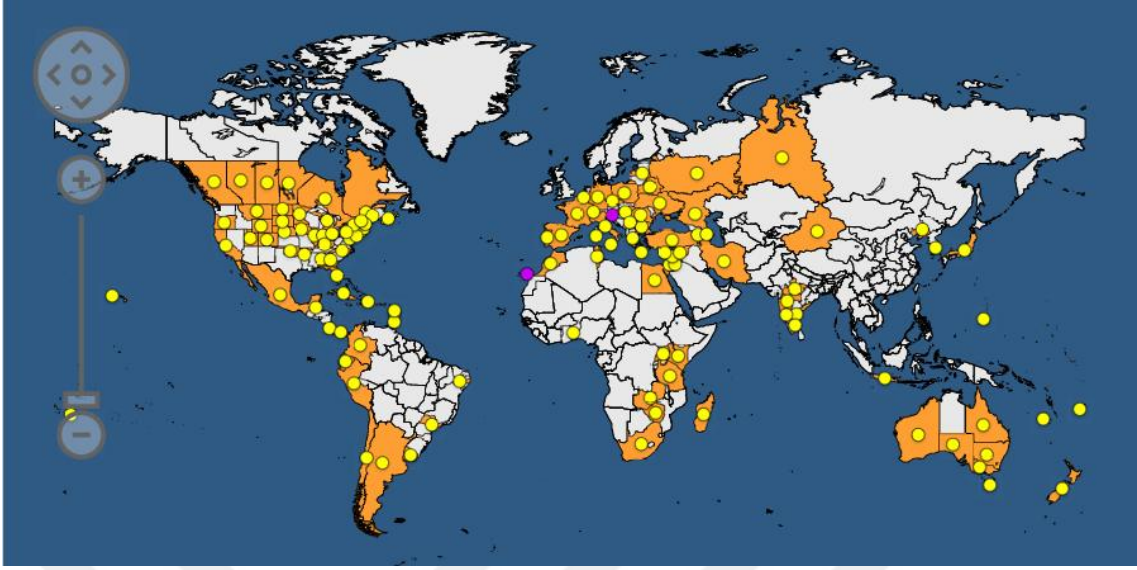


2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Domates Bakteriyeel Kansere ve Solgunluk Hastalığı Hakkında Genel Bilgiler

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* [(Smith) Davis et al.] Prokaryota aleminde, Firmicutes bölümü, Actinobacteria sınıfı, Microbacteriaceae familyası, Clavibacter cinsi içerisinde bulunmaktadır (EPPO, 2025). Patojenin taksonomik süreçteki isimlendirmeleri *Bacterium michiganense*, *Aplanobacter michiganense*, *Pseudomonas michiganensis*, *Phytomonas michiganensis*, *Mycobacterium michiganensis* ve *Corynebacterium michiganense*'dir. Etmenin *Clavibacter* cinsi içerisinde tanımlanması Gleason ve ark. (1993) tarafından yapılmıştır. Patojen aerobik ve gram pozitif bir bakteridir. Bakteri yarı seçici SCM (Semi-selective medium Phyto Cmm Agar Base) besi yerinde ortası koyu gri çevresi açık renkli ve haleli, Nutrient Agar besi yerinde parlak sarı renkli etrafı düz, YDC (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) besi yerinde koyu sarı etrafı düz, PSF (Pseudomonas Agar F) besi yerinde ise açık sarı koloni yapısına sahiptir (Çetinkaya-Yıldız, 2007).

Domates bakteriyeel kansere ve solgunluk hastalığı ilk defa 1909'da Amerika Birleşik Devletleri'nin Michigan eyaletinde domates yetiştiriciliği yapılan yerlerde görülmüş olup dünyanın domates üretimi yapılan tüm alanlarında kaydedilmiştir (Gleason ve ark., 1993; EPPO, 2025; Şekil 2.1). Domates üretimi yapılan alanlarda patojen bakteri sebebiyle %80'in üstünde zarar oluşmaktadır. Üründeki zarar, konukçu enfeksiyonu için yer, yıl, çeşit ve fenolojik zamana göre değişiklik göstermektedir. Kanada'nın Ontario eyaletinde domateslerde %84 (Poysa, 1993), Fransa'da %20-30 ve ABD'de Illinois'te %46 oranında ürün kayıpları rapor edilmiştir (Rat, 1991; Chang, 1992). Michigan eyaletinde patojenden kaynaklı zararın bir yıl içinde 300.000 dolar olduğu belirtilmiştir (Hausbeck ve ark., 2000).



Şekil 2.1. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in dağılımı (EPPO; European and Mediterranean Plant Protection Organization-IMI, 2025 www.eppo.int)

Türkiye'de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in varlığı ilk kez Bremer ve ark. (1952) tarafından Ankara'da rapor edilmiştir. Hastalığın Ankara ilinde %0.5-23 arasında bir epidemi gösterdiği tespit edilmiş olup bazı ilçelerde %100 bulaşık tarlalara rastlanılmıştır (Öktem, 1984). Orta Anadolu Bölgesi'nde 14 şehirde (Afyon, Ankara, Bolu, Burdur, Çankırı, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Yozgat ve Zonguldak) yapılan survey çalışmasında domates üretim alanlarında 354 örnekleme yapılmış, survey sonuçlarına göre Afyon haricinde 13 ilde 97 üretim alanında hastalık saptanmıştır. Isparta ilinde %5,25, Yozgat'ta %4.67, Ankara'da %3.71, Çankırı'da %1.8 ve Niğde'de %1.4 oranında hastalık tespit edilmiştir. Diğer illerde ise bu oran %0.07-0.71 arasında değişiklik göstermiştir (Öktem ve Benlioğlu, 1993). Aydın ilinde yapılan başka bir çalışmada ise hastalık yaygınlığının %1-10 arasında olduğu tespit edilmiştir (Özyılmaz, 2001). Şahin ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki İspir, Oltu ve Yusufeli ilçelerinde etmenin yaygınlığı %100 olarak saptanmıştır. Basım ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada da Antalya ve Isparta illerinde farklı domates çeşitlerinin yetiştirildiği seralardan alınan örnekler sonucunda %26-65 oranları arasında hastalık yoğunluğu saptanmıştır. Çetinkaya-Yıldız (2007) tarafından Adana ve Mersin illerinde yapılan surveylerde *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in yaygınlığının %15-25 arasında değişen oranlarda olduğu ifade edilmiştir. Tokat ilinde 2010 yılında yapılan çalışmada hastalığın görülme sıklığının %1.65 oranında olduğu belirlenmiştir (Saygı, 2010). Aynı

ilde yapılan diğer bir çalışmada etmenin domates üretim alanlarında görölme oranları 2011 yılında Merkez'de %88.88, Niksar'da %54.54, Erbaa'da %52,38, Turhal'da %46.15 ve Pazar'da %18.18, 2012'de Erbaa'da %61.90, Merkez'de %52.85, Turhal'da %47.72, Pazar'da %44.44 ve Niksar'da %0 olarak belirlenmiştir (Belgüzar ve ark., 2016; Şekil 2.2). Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde Mersin'in Silifke ilçesinde 2019 ve 2021 yıllarında yapılan bir çalışmada 31 farklı seradan alınan örnekler sonucu hastalık yaygınlığının %1.5 olduğu belirlenmiştir (Serin ve Horuz, 2022). 2024 yılında Iğdır'ın Aras Vadisinde yapılan başka bir çalışmada elde edilen 57 izolatın 18'inin *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* olduğu belirlenmiştir (Dönmez, 2024).



Şekil 2.2. Tokat'ta domates tarlasında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı görölen bir arazi (Belgüzar, 2014)

Etmenin birincil enfeksiyon kaynağı tohumdur (Özaktan, 1991). Tohumun kabuk kısmındaki etmen çimlenerek ksilemde kolonize olur, daha sonra bitkinin büyümesiyle yapraklara geçer. İkincil enfeksiyonlar ise stomalar, yaralar ve bitkinin doğal açıklıkları yolu ile oluşur (Peritore-Galve ve ark., 2019). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı bitkide oluştuğu yere göre farklı simptomlar göstermektedir. Hastalık tohumdan gelişmiş veya yaralardan iletim demetlerine geçiş yapmışsa sistemik enfeksiyon, bitkinin tüylerinin zarar görmesiyle oluşan yaralardan ya da bitkinin doğal açıklıklarından gelişmişse lokal enfeksiyon oluşur. Hastalığın en tipik belirtisi tek taraflı solgunluk (Şekil 2.3) ve iletim demetinde kahverengileşme ve koflaşmadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.3. Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığında tek taraflı solgunluk (Belgüzar, 2014)



Şekil 2.4. Domatesin iletim demetlerinde kahverengileşme ve koflaşma (Belgüzar, 2014)

Bitki fide döneminde sistemik enfeksiyona yakalanmış ise genç fideler hızla solar, çöker ve ölür. Olgun dönemde ise solgunluk simptomsu daha yavaş seyreder. Bu bitkiler boyuna kesildiğinde iletim demetlerinde önce sarımsı renklenme, ileri dönemlerde

kahverengileşme ve boğumlarda çatlamlar görülür. Bakterinin oluşturduğu tıkanmadan dolayı da yeterli besin ve su alamayan bitkiler zamanla yanar ve kurur (Çetinkaya-Yıldız ve ark., 2019). Lokal enfeksiyonlar ise nekrozlar ve yaprak lekeleri ile başlar. Yapraklarda yanmış faz olarak ifade edilen sarımsı-kahverengi renkte kuru dokular şeklinde belirtiler oluşur. Meyvelerde oluşan kuş gözü olarak ifade edilen semptom bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının tipik belirtisidir (Şekil 2.5). Beyaz, küçük haleyle çevrilmiş bu lekeler meyvenin pazar değerini düşürmektedir (Çetinkaya-Yıldız ve ark., 2019).



Şekil 2.5. *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in domates meyvesinde oluşturduğu tipik belirti-kuş gözü semptomu (Belgüzar, 2014)

Hastalık etmeni sistemik taşınan bir patojen olduğu için özellikle bulaşık tohumlar ile yayılmaktadır (Belgüzar ve ark., 2018). Bryan (1930) doğal enfekte olmuş tohumlarda hastalık etmeninin tohuma geçişinin %1.5, yapay enfekteli tohumlarda %21-40 oranında olduğunu ifade etmiştir. Strider (1967) tarafından yapılan çalışmada da patojenin tohuma geçme oranının %0.25-81 arasında değiştiği aynı zamanda %1 oranında tohuma geçişin tarlada %54 oranında enfeksiyona sebep olabileceği belirlenmiştir. Tokat ilinde Belgüzar ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada hastalık etmeninin tohumda yaşam süresi belirlenmiştir. Domates tohumları rifampicin antibiyotiklerine dayanıklı *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatıyla bulaştırılmış, patojenle bulaşık olan tohumlar aylık olarak antibiyotik içeren besi yerlerine ekilerek patojenle bulaşık tohum oranı saptanmıştır. Etmenle bulaşık tohumlarda inokulasyonun yapıldığı ilk gün (0. gün)

%100 oranında hastalık ile bulaşıklık görülürken, aylık yapılan izolasyonlarda bu oran düşmüş ve 370. gün %17 oranında bulaşıklık görülmüştür. Daha ileriki günlerde yapılan izolasyonlarda hastalık etmenine rastlanılmadığı belirtilmiştir. *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in bulaşma yolları arasında bulaşık toprak ve bitki artıkları da sayılabilir. Etmen toprakta belirli şartlarda canlılığını devam ettirir (Bryan, 1930). Yapılan çalışmalarda Newyork ve Washington'da patojen 11 ay, İtalya'da 8 ay toprakta canlılığını sürdürmüştür, sıcaklık ve nemin etmenin toprakta kalıcılık süresinde önemli olduğu ifade edilmiştir. Toprak içine gömülü bitki artıklarında patojen toprak yüzeyindekilere göre daha kısa yaşamını sürdürmüştür. Gleason ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışmada patojen toprak yüzeyinde 24 ay toprak içinde 7 ay canlılığını koruyabilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise patojenle bulaşık domates yapraklarında toprak sıcaklığı -20 °C olduğunda patojenin en az 36 hafta yaşamını sürdürdüğü, toprak sıcaklığı 5-35 °C iken 3 haftadan fazla canlılığını koruyamadığı belirlenmiştir (Basu, 1970). Belgüzar ve ark. (2018)'nin patojen bakterinin epidemiyolojisi üzerine yaptıkları araştırmada, Tokat ilinde etmenin toprak ve bitki artıklarındaki yaşam süresi belirlenmiştir. Araştırmada teneke kutulara patojenle bulaşık toprak konularak çalışma alanına gömülmüştür. Daha sonra yaz ve kış aylarında toprak numuneleri alınmış ve bakteri yoğunluğu belirlenmiştir. İzolasyon sonuçlarına göre Tokat ilinde etmen kışın 30 gün, yazın 15 gün yaşamını devam ettirmiştir. Çalışmanın diğer kısmında patojenle bulaşık bitki artıklarında etmenin canlılık süresi hesaplanmıştır. Hastalık etmeni ile bulaştırılmış bitki artıkları tülbentlere konularak toprağa gömülmüş ve aylık olarak örnekler alınmıştır. Örneklerden yapılan izolasyonlarda bakteri yoğunlukları hesaplanmıştır. Bir yıl boyunca aylık olarak yapılan izolasyon sonuçlarına göre 1. ay hastalık görülürken öbür aylar hastalık gözlenmemiştir.

C. michiganensis subsp. *michiganensis* ile mücadele oldukça zordur. Etmenin yaşam koşullarını farklı yerlerde geçirmesi etkili bir kimyasal uygulamanın olmayışı mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda yapılan literatür taramalarında domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı ile mücadelede kültürel tedbirlere, kimyasal ve biyolojik uygulamalara yönelik çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu kısımda çalışmaların hepsine yer verilmemiş olup özellikle faydalı bakteriler ile yapılan çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Boudyach ve ark. (2001)'nin yapmış olduğu çalışmada Fas'ın Souss-Masa Vadisindeki topraktan ve o bölgede üretim yapılan domateslerin rizosfer bölgesinden 178 adet bakteri izolatu elde edilmiştir. *In vitro* denemelerde bakteri izolatlarının patojen ile etkileşimi sonucu oluşturduğu zon değerleri 2-30 mm arasında değişmiştir. En etkili izolatların floresan *Pseudomonas* bakteri türüne ait olduğu belirlenmiştir. Etkili olan 18 izolatla serada saksı çalışması yapılmıştır. Bakteri izolatları ile sadece tohum uygulaması ve tohum uygulamasının ardından kökten muamele şeklinde uygulamalar yapılmıştır. Tohum uygulamasında izolatlardan 3 tanesi patojeni baskılamış, tohum ve kök kombine uygulamasında ise izolatların çoğu hastalığı tamamen engellemiştir.

Ege bölgesinde yapılan çalışmada ise 49 aday bakteri izolatuyla *in vitro* deneme ve saksı çalışması yapılmıştır. *In vitro* 'da testlenen bakterilerin %40'ı 2-37 mm arasında değişen oranlarda zon oluşturarak *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'i engellemiştir. Etkili olan antogonistlerin floresan *Pseudomonas*'lar olduğu saptanmıştır. *In vitro* testlemeler sonucu seçilen 4 bakteri izolatuyla saksı çalışması yapılmıştır. Sonuçlara göre yalnızca tohuma bakterinin uygulanmasıyla hastalık %54-86 arasında değişen oranlarda engellenmiştir. Fide şaşırtmasından önce tohuma bakterinin uygulaması+fide kök daldırma şeklinde yapılan uygulama %80-97 arasında değişen oranlarda hastalığı baskılamıştır (Akat ve Özaktan, 2011).

Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2014) tarafından Adana, Antalya, Artvin, Bursa, İzmir ve Mersin illerinden alınan 39 adet toprak örneğinden 499 aday bakteri izolatu elde edilmiştir. Yapılan biyokimyasal, patojenite, fosforu çözme, azotu bağlama gibi testler sonucu 8 izolat seçilerek *in vivo* saksı denemesi kurulmuştur. Deneme sonuçlarına göre Y1.6.7 ve N6.6.21 kodlu bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri izolatları hastalık gelişimini sırasıyla ortalama %38 ve %54 oranlarında azaltmıştır. Saksı denemesi sonucu seçilen 3 bakteri izolatu ve kombinesiyle tohum çalışması, 2 bakteri izolatu ve kombinesiyle tarla denemesi yapılmıştır. Deneme sonuçlarına bakıldığında Y1.6.7 + N6.6.21 kodlu kombine bakteri uygulaması tohum uygulamasında %46 oranında, tarla ortamında ortalama %43 oranında domateslerde hastalık şiddetini azaltmıştır.

Tireng Karut ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı K2C kodlu antogonist bakteri, ISR 2000, Serenade, Sodyum hipoklorit, üzüm sirkesi, elma sirkesi, laktik asit ve sıcak su ile tohum

uygulamasını yapmıştır. Her bir uygulama için patojenle bulaştırılmış 100 tohum, K2C kodlu antagonist bakteri süspansiyonuna (10^9 hücre/ml), ISR 2000 (1 ml/l dozunda), Serenade (15 ml/l dozunda), %0.25'lik NaOCl, %10'luk üzüm ve elma sirkesine ve %30'luk laktik asit çözeltisine içerisine ayrı ayrı konulup 30 dakika 150 rpm hızdaki çalkalayıcıda 25 °C'de çalkalanmıştır. Aynı zamanda bulaşık tohumlar 55 °C'deki sıcak suda 25 dakika bekletilmiştir. Çalışma sonucunda uygulamaların tohumdaki bakteri varlığını %77-100, bulaşık tohum miktarını %31-100 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir. En başarılı uygulamalar ise elma sirkesi ve üzüm sirkesi uygulamaları olup tohumdaki bakteri varlığını ve bulaşık tohum miktarını tamamen azaltmıştır.

Abo-Elyousr ve ark. (2019)'nın yapmış olduğu çalışmada formüle edilmiş *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. aeruginosa* bakteri izolatlarının süspansiyonları *in vitro* ve sera koşullarında *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerine denenmiştir. *In vitro* denemede izolatlar patojenin gelişimini engellemiştir. *In vivo* çalışmada ise bakteri süspansiyonları tohum, yaprak ve kök olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme sonuçlarına göre hastalık şiddetinde en yüksek azalma %74.4 oranla *B. amyloliquefaciens* izolatında, ardından %66.7 oranla *P. aeruginosa* izolatında belirlenmiştir. *B. subtilis* uygulanan bitkilerde %53.3 ve *P. fluorescens* uygulanan bitkilerde %40 oranında hastalıkta azalma tespit edilmiştir.

Gautam (2019)'ın yapmış olduğu çalışmada elma, kayısı ve çilek bitkilerinden elde edilen rizobakteri izolatlarının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı etkisi araştırılmıştır. *In vitro* koşullar altında patojen üzerinde 5 antagonistten S-1 izolatı %0.25 konsantrasyonunda 9.90 mm, %1 konsantrasyonunda 15.40 mm zon değeri oluşturarak en etkili izolat olmuştur. *In vivo* koşullarda yapılan çalışmada ise aynı şekilde S-1 izolatı hastalık şiddetini %28.55, hastalık yoğunluğunu %70 oranında azaltmıştır. Yapılan tanı testi sonucu S-1 izolatı *Bacillus amyloliquefaciens* olarak belirlenmiştir.

Oleyede ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada tıbbi bitkilerin rizosfer bölgesinden elde edilen 21 bakteri izolatının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e etkisinin incelendiği araştırmada *in vitro*da yapılan petri çalışmasında *Alcaligenes faecalis* (38 mm) ve *Acinetobacter* sp. (19.5 mm) zon oluşturan en etkili iki izolat olarak seçilmiştir. Bu izolatların tek başına ve kombine şeklindeki süspansiyonları ile sera çalışması

yapılmıştır. İlk uygulama tohum uygulaması olarak ikinci uygulama ise patojen inokülasyonundan 1 hafta önce toprak ıslatması şeklinde yapılmıştır. *Acinetobacter* sp. ve *A. faecalis* izolatları hastalık gelişimini baskılanmış ve hastalık yoğunluğunu sırasıyla %28.4-47.4 ve %30.0-50.0 oranında azaltmıştır. Kombine uygulamada ise hastalık yoğunluğu birinci ve ikinci denemede sırasıyla %28-30 oranlarında azalmıştır.

Takishita ve ark. (2021)'nin yapmış olduğu çalışmada daha önceden rizosfer bölgesinden elde edilmiş ve *in vitro*da yapılan çalışmada yüksek antagonistik etki göstermiş olan *Pseudomonas* 23S izolatının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının şiddetini azaltma potansiyeli PR1a salisilik asit (SA), PI2 jasmonik asit (JA) ve ACO etilen (ET) gibi iyi karakterize edilmiş markör genler kullanılarak araştırılmıştır. İki haftalık domates bitkilerine *Pseudomonas* sp. 23S topraktan uygulanmış ve *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* *Pseudomonas* sp. 23S uygulamasından 5 gün sonra gövdeye aşılanmıştır. Bu uygulama sonucu hastalık yoğunluğunda önemli bir azalma olmuştur. Gerçek zamanlı kantitatif PCR analiz sonuçlarına göre sadece *Pseudomonas* sp. 23S ile domates bitkilerinde PR1a transkriptlerinin seviyesinde önemli bir artış sağlanmıştır. Bitkiler *Pseudomonas* sp. 23S uygulaması sonrası *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ile aşılandığında, PR1a ve ACO transkriptlerinin seviyesi artmıştır ve bu artma *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* uygulanan ancak *Pseudomonas* sp. 23S uygulaması yapılmayan bitkilerde daha hızlı ve büyük olmuştur.

Farklı bitkilerden elde edilen 120 bakteri izolatıyla *in vitro* ve *in vivo*'da yapılan çalışmalarda *in vitro* testlerde 19 tane antagonistik izolatın *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'i baskıladığı tespit edilmiştir. En etkili izolatın 11 mm zon ile *Brevibacillus parablenis* GC subgroup A strain ÖSLM 5/6 olduğu görülmüştür. Diğer strainlerin 3 tanesi (*Bacillus cereus* GC subgroup B strain Ö75, *Bacillus megaterium* GC subgroup A strain Ö75 ve *Bacillus thuringiensis israelensis* strain ÖSLM 3/2) hastalığa karşı hiperparazitik etki göstermiştir. *In vitro* testlerde hastalığa karşı başarılı bulunan bakterilerden 8 tanesi seçilmiş ve *in vivo* koşullarda patojene karşı test edilmiştir. *B. thuringiensis israelensis* ve *B. parablenis* strainlerinin hastalığı %100 oranında baskıladığı ve yüksek oranda biyokontrol etkisinin olduğu saptanmıştır (Kurt, 2023).

Kaya (2023) tarafından yapılan çalışmada *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı ruhsatı olan bakırlı bir preparat (Kocide), mikrobiyal gübre (Bio-Ag, SS-Stomafix, SS-Süper Root) ve iki dezenfektan (klordioksit ve hidrojen peroksit) ile saksı çalışması yürütülmüştür. 14 farklı rizobakteri türünü içeren Bio-Ag gübresiyle yapılan uygulama hastalığı %51.07 oranında engelleyerek en etkili uygulama olmuştur.

2.2. Bitki Hastalıklarının Kontrolünde Vermikompostun Kullanımına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Önemli organik gübrelerden biri olan vermikompost (vermikest), bitkisel ve hayvansal atıkların solucanların sindirim sisteminden geçirilmesiyle elde edilen son üründür. Vermikompost, toprağın organik maddesini ve besin elementini artırıcı etkiye sahiptir. Vermikompost, temel besin elementlerinin yavaş salınımı ile dengeli olarak alınımını sağlar (Kaya ve ark., 2022). Vermikompost üretiminin az girdisi olduğu ve organik atıkları kolayca değerlendirme avantajı bulunduğundan kimyasal gübrelemeye alternatif olarak tercih edilmektedir. Vermikompost üretiminde bitkisel, hayvansal, endüstriyel atıklar en çok da sığır gübresi kullanılmaktadır. Vermikompost, makro ve mikro besin elementlerini, azot fikse eden ve fosfat çözücü bakterilerini, mikorizal fungusları, humik maddeleri, hormonları ve enzimleri içeren önemli bir materyaldir (Karak, 2021). Yapılan araştırmalarda vermikompostun bitkiler tarafından doğrudan alınabilir formdaki temel besin elementleri olan azot, fosfor ve potasyumu barındırdığı ifade edilmiştir (Soylu ve ark., 2020). Vermikompost, toprağın; verimini, havalanmasını, gözenekliliğini ve su tutma kapasitesini artırır. Topraktaki mikrobiyal aktiviteyi artırarak bitki büyümesini sağlayan vermikompost ürettiği antibiyotikler ile patojenlere karşı savunma mekanizmasını geliştirmekte ve böylece bitki hastalıklarına karşı direnç sağlamaktadır (Karnez ve ark., 2021).

Son yıllarda vermikompostla yapılan biyolojik mücadele çalışmaları dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların birçoğu fungal etmenler üzerinedir. Bu kısımda vermikompostun bitki hastalıklarının kontrolünde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Uthede ve Koch (2004) tarafından yapılan çalışmada vermikomposttan elde edilen kompost çayının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'i %63 oranında engellediği

saptanmıştır. Bu çalışmada Dombito çeşidi domates bitkilerine biyolojik ve kimyasal uygulamalar yapılmıştır. Patojen bakteri kotiledon yapraklara püskürtme şeklinde uygulanmıştır. İnokulasyondan 42 gün sonra yapılan değerlendirmelerde *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in uygulandığı bitkilerde enfeksiyon oranı 71.6 iken vermikompost uygulamasında 26.6 oranında düşük bir enfeksiyon tespit edilmiştir.

Vermikomposta benzer şekilde, Yogev ve ark. (2009) tavuk ve sığır gübreleri ile kombine edilen domates ve biber atıklarından oluşan kompostun hastalığa etkisi torf ile karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Yapılan çalışmada kompost hem doğal enfeksiyonda hem de aşılama ile inokulasyonlarda domates bakteriyel kanser ve solgunluk yoğunluğunu %70 ile %100 oranları arasında azaltmıştır. Kompostlardaki *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* popülasyonları 15-20 gün içinde tespit edilemez seviyelere düşerken, torftaki popülasyonlar 35-40 gün boyunca yüksek kalmıştır. Benzer şekilde kompostta yetiştirilen domates-bitki dokularının patojen tarafından kolonizasyonu torfta (%53-90 kolonizasyon) veya perlitte (%30-90 kolonizasyon) yetiştirilen bitkilere kıyasla azalmıştır (%0-20 kolonizasyon).

Şimsek-Erşahin ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada sığır gübresi, ağaç kabuğu, patates kabuğu ve elmadan oluşan tarımsal atıklardan üretilen vermikompostun hıyarda *Rhizoctonia solani* Kühn. hastalığına karşı etkisi araştırılmıştır. *In vitro* denemede vermikompostun su ekstraktları kullanılmıştır. Saksı çalışmasında ise *Trichoderma harzianum* ile karıştırılmış vermikompostun %0, 10, 20 ve 30 dozları ayrıca *T. harzianum* kullanılmıştır. Fideler patojenle aşılandıktan 4 hafta sonra 0-5 arası endeks kullanılarak hastalığın etkisi değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre vermikompostun su ekstraktları *R. solani*'nin misel gelişimini baskılamış, saksı çalışmasında ise *T. harzianum* ile karıştırılmamış vermikompostun %20 ve %30 dozları hastalığı baskılamıştır. Vermikompostun %30 dozunda, *T. harzianum* ile karıştırılmamış fidelerin hastalık endeksi 5.0 üzerinden 0.4 olarak belirlenmiştir. *T. harzianum* ile karıştırılmamış olanla karşılaştırıldığında, karıştırılmış vermikompost düşük bir değişiklik oranında (%10) bile etkili bir hastalık kontrolü (0.74) sağlamıştır.

Gopalakrishnan ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada 25 farklı bitkisel vermikomposttan elde edilen toplam 137 izolattan ikili kültür testi sonucu antagonistik potansiyelleri yüksek olan CAI- 24, CAI-121, CAI-127, KAI-32 ve KAI-90 kodlu 5

izolat ile nohutta *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* (FOC) hastalığı üzerine yapılan çalışmada sera ve tarla koşullarında hastalık sırasıyla %45-76 ve %4-19 oranında engellenmiştir. Seçilen CAI- 24, CAI-121, CAI-127, KAI-32 ve KAI-90 kodlu izolatların sırasıyla *Streptomyces tsusimaensis*, *S. caviscabies*, *S. setonii*, *S. africanus* ve tanımlanmış bir *Streptomyces* türüne ait olduğu belirlenmiştir.

Tutar (2013) tarafından yürütülen araştırmada *Eisenia fetida* türü toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun kloroform ve etanol ekstraktlarının, bitkilerde hastalıklara neden olan toprak kaynaklı 9 adet bakteri ve 9 adet fungusa karşı etkinliklerinin tespit edilmesi için “disk difüzyon”, “MIC” (Minimum İnhibitör Konsantrasyon) ve “MBC” (Minimum Bakterisidal Konsantrasyon) testleri uygulanmıştır. Sonuçlara göre kloroform ekstraktları kullanılarak yapılan çalışmada *Pseudomonas syringae* (20.3 mm±1.52), *Xanthomonas carotae* (31.6 mm±0.57), *Sclerotinia sclerotiorum* (25.3 mm±2.08), *Fusarium oxysporum* (13.6 mm±0.57), *Aspergillus humicola* (20 mm±1.73) ve *A. fumigatus* (24.6 mm±1.52)’a karşı vermikompost güçlü bir etkiye sahipken; *Erwinia chrysanthemi* (13 mm±1.73), *P. fluorescens* (12.6 mm±0.57) ve *Penicillium brevicompactum* (18.3mm±1.15)’ a karşı etkilerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Etanol ekstraktları kullanılarak yapılan çalışmada ise *P. syringae* (24 mm±1.73), *X. campestris* (32.3 mm±1.52) ve *A. fumigatus* (21 mm±1.00)’ a karşı vermikompostun güçlü bir etki gösterdiği, *E. herbicola* (14 mm±1.00), *E. chrysanthemi* (17.6 mm±0.57) ve *S. sclerotiorum* (12.3 mm± 0.57)’ a karşı daha zayıf bir etki gösterdiği saptanmıştır.

Basco (2017)’nun yapmış olduğu çalışmada biyolojik kontrol ajanları olan *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Bacillus subtilis* ile güçlendirilmiş vermikompost *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*’ye karşı kullanılmıştır. Kullanılan biyolojik ajanlar *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’ye karşı antagonistik aktivite açısından değerlendirilmiştir. *T. harzianum*, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’nin misel büyümesini %95 oranında azaltmıştır *B. subtilis* %88 ve *P. fluorescens* ise %83 oranında antagonistik etki göstermiştir. Saksı çalışmasında ise patojenin spor süspansiyonu, pipet ile toprak ıslatma yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Uygulamadan önce, kökler gövdeden 1 cm uzakta bir iğne sokularak hafifçe kesilmiştir. Deneme sonuçlarına göre biyolojik olarak güçlendirilmiş solucan gübresi uygulanan domates bitkilerinde kontrole

kıyasla hastalık insidansında azalma görülmüştür. Maksimum azalma ise *T. harzianum* ile güçlendirilmiş vermikompost uygulaması yapılan bitkilerde kaydedilmiştir.

Kawicha ve ark. (2020)'nin yaptığı çalışmada *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. musae*, *Fusarium* sp. TFPK201, *Fusarium* sp. Foc 1699 ve *Pestalotia* sp. funguslarına karşı vermikomposttan elde edilen 30 izolatın antifungal özellikleri incelenmiştir. SEF1, SEF8, SEF47, SEF48, SEF49 kodlu *Streptomyces* cinsine ait 5 izolat kullanılarak yapılan ikili etki çalışmasında fungusların miselyum büyümesi ve sklerot çimlenmesi baskılanmıştır. *C. gloeosporioides*'te SEF48 (%77.93±0.79), *C. musae*'de SEF47 (%53.62±1.45), *Fusarium* sp. TFPK201'de SEF49 (%58.88±1.11), *Fusarium* sp. Foc 1699'da SEF1 (%62.59±2.20) izolatları miselyal büyümeyi azaltmada en yüksek etkiyi göstermişlerdir. Seçilen bu izolatlarla *Fusarium* sp. TFPK201'e karşı yapılan *in vivo* çalışmada izolatlar patojen uygulamasından 2 gün önce uygulandığında domateste *Fusarium* solgunluğunu önemli ölçüde (%12.5-25) baskılamışlardır ve SEF49 izolatu hastalık insidansını (%12.5) ve şiddetini (1.5) azaltmada en yüksek etkiye sahip olmuştur. İzolatlar patojen uygulamasından 2 gün sonra uygulandığında yalnızca SEF47 hastalık görüldükten sonra da hastalık yoğunluğunu %25 oranında azaltmış ve hastalık şiddeti 2 olarak ölçülmüştür.

Yaviç (2020) tarafından yürütülen çalışmada domateste kök çürüklüğü etmeni *Sclerotinia sclerotiorum* hastalığına karşı vermikompostun etkisi araştırılmıştır. İki aşamada yapılan çalışmanın ilk aşamasında petri çalışması yapılarak *S. sclerotiorum*'un koloni gelişimine etkisi belirlenmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre patojen her petride gelişmiş ve vermikompost emdirilen diskler patojenin koloni gelişimini engellememiş ancak sklerot oluşumunu engellemiştir. *In vivo* koşullarda gerçekleştirilen çalışmada ise vermikompostun fidelerdeki hastalık şiddetine engelleyici etkisi olmamıştır.

Karak (2021) tarafından yapılan çalışmada patateste *Rhizoctania solani* Kühn.'ye karşı mikorizal fungus olan *Glomus intraradices*'in vermikompost ve vermikompost çayı ile tek ve kombine uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Mikorizal fungusun vermikompost ve çayı ile tek ve kombine uygulamalarında hem patojen varlığında hem de yokluğunda %35-51 oranlarında kolonizasyon sağlanmıştır. Hastalık şiddeti üzerine en düşük etkiyi vermikompost çayı uygulaması (%43.5) gösterirken, en yüksek etkiyi

tek başına fungusit uygulaması (%82.3) ve vermikompost-mikorizal fungus uygulaması (%80.6) göstermiştir.

Karnez ve ark. (2021) vermikompostun domates bakteriyel benek hastalığını (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) baskılamadaki etkisi araştırılmıştır. Cam serada ve iklim odasında saksı çalışması şeklinde gerçekleştirilen denemede vermikompostun katı formu topraktan verilmiş sıvı formu ise yapraktan uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre cam serada yapılan çalışmada hastalık, %34-39 oranında, iklim odasında yapılan çalışmada ise %12-42 oranında engellenmiştir.

Belgüzar (2023)'ın vermikompostun *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e etkisi üzerine yapmış olduğu saksı denemesinde vermikompost saksı toprağına %10, %20, %30, %40 dozlarında açık alan denemesinde ise toprağına 600 kg/da dozunda uygulanmıştır. Saksı çalışmasında hastalık şiddeti %53.4 ile %90.8 arasında değişen oranlarda baskılanmıştır. %40'luk dozda iletim demetlerinde düşük oranda lezyon ve hastalık enfeksiyonu tespit edilmiş ve hastalık %66.77 oranında baskılanmıştır. Açık alan denemesinde ise vermikompost uygulanan bitkilerde düşük oranda hastalık tespit edilmiş ve hastalık şiddeti %66.6 oranında saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan vermikompost

Çalışmada kullanılan vermikompostlar Tokat ve İstanbul'da vermikompost üreten özel firmalar tarafından temin edilmiştir (Şekil 3.1). Firma tarafından etiketlenerek gönderilen vermikompostlar serin bir yerde muhafaza edilmiştir. Vermikompostların özellikleri EK 1'de verildiği gibidir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompost

3.1.2. Çalışmada kullanılan patojen bakteri

Çalışmada Tokat ili domates üretim alanlarından hastalıklı domates bitkilerinin iletim demetlerinden elde edilen (*Cmm*-PK-1 kodlu; Şekil 3.2) patojen bakteri izolatu kullanılmıştır. Bakteri izolatu Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarında -20 °C'de buzdolabında Nutrient Broth (NB) ve Gliserol içerisinde stok kültür olarak bulunmaktadır.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan patojen izolat *Cmm*-PK-1

3.1.3. Çalışmada kullanılan tohum çeşidi

Tohum çalışmalarında Alsancak RN-F1 domates çeşidi tohum kullanılmıştır.

3.1.4. Çalışmada kullanılan besi yerleri

Çalışmada Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), King's B (KB; King ve ark., 1954), Jensen's (Ahmad ve ark., 2005) ve National Botanical Research Institute' phosphate growth medium (NIBRIP; Nautiyal, 1999) besi yerleri kullanılmıştır. Kullanılan besi yerlerinin içeriği EK 2'de verilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Laboratuvar çalışmaları

3.2.1.1. Bitki patojeni bakterinin geliştirilmesi

Çalışmada kullanılan bakteri izolatu Fitopatoloji laboratuvarında -20 °C'de NB ve gliserol içerisinde stok kültür olarak bulunmaktadır. Bakteri NA besi yerine çizildikten sonra 25±2 °C'de inkübatörde geliştirilmiş olup çalışmada 2 günlük taze kültürler kullanılmıştır. Gelişen kültürden 1×10⁶ hücre/ml yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır.

3.2.1.2. Vermikomposttan bakteri izolatlarının elde edilmesi

Vermikompostlardan bakteriler izole edilirken 90 ml NB bulunan erlenmayerlere 10 g vermikompost tartılıp konulmuş ve 2 saat 150 rpm'de çalkalanmıştır. Çalkalanan süspansiyonlardan 10⁰⁶ seyreltme serisi hazırlanmış ve serilerden 100'er µl alınarak NA besi yerine steril cam çubuk ile yayma ekim yapılmıştır. Petriler 25±2 °C'de inkübe edilmiş ve iki gün sonrasında besi yerinde gelişen bakteri kolonileri saflaştırılmıştır

(Şekil 3.3). Saflaştırılan bakteriler buzdolabında NB ve Gliserol içerisinde stok kültür olarak -20 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3. Vermikomposttan bakteri elde etme aşamaları a) Vermikompostların çalkalanması, b) Seyreltme serisinin hazırlanışı, c) Bakteri süspansiyonunun vortekslenmesi d) Yayma ekimin yapılması, e) NA besiyeri üzerinde gelişen koloniler, f) Bakterilerin saflaştırılması

3.2.1.3. Vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan tütünde aşırı duyarlılık testi

Elde edilen bakteriler ile tütün bitkisinde aşırı duyarlılık (Hipersentitive Reaksiyon) testi yapılmıştır. Tütünde aşırı duyarlılık testi için 24 saat geliştirilen izolatlardan spektrofotometrede hazırlanan 10^6 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonlar steril enjektörler yardımı ile tütün yaprağının alt yüzeyine damar aralarına verilmiştir (Şekil 3.4). 48 saat sonra inokule edilen alanlarda oluşan çökme ve su emmiş gibi bir görünüm pozitif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir. Çökme olmadan sararma negatif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir (Saygılı ve ark., 2006). Pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, negatif kontrol olarak saf su kullanılmıştır.

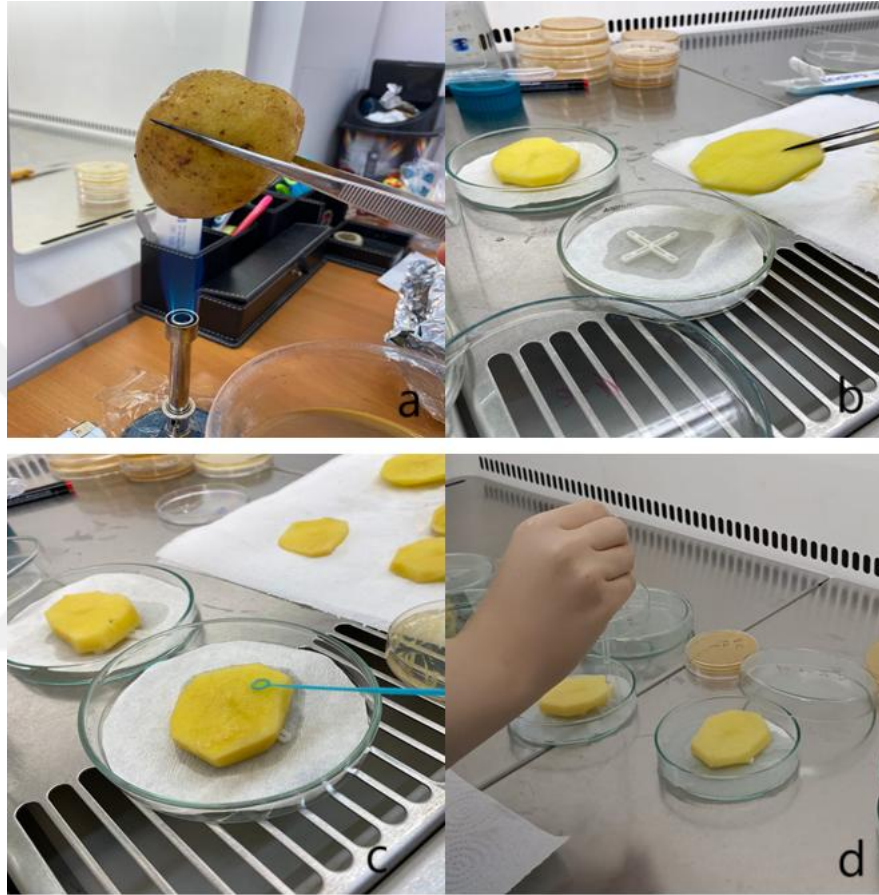


Şekil 3.4. Tütün bitkisine enjektör ile bakteri süspansiyonunun verilmesi

3.2.1.4. Vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan patatesteki yumuşak çürüklük testi

Vermikomposttan elde edilen bakteriler ile patatesteki doku yumuşaması testi yapılmıştır. Patates yumruları önce %5'lik sodyum hipoklorit solüsyonuna 10 dk daldırılmış sonra alevden geçirilmiştir. Yüzeiden dezenfekte edilen yumruların kabuğu soyularak dilimlenmiş ve steril nemli kurutma kâğıdı içeren steril cam petri kaplarına yerleştirilmiştir. NA besi yerinde 24 saat geliştirilen bakterilerden bir öze dolusu alınarak dilimlerin yüzeyine yayılmıştır (Şekil 3.5). 27 °C'de 3-4 günlük inkubasyondan sonra patates dilimlerinde meydana gelen doku yumuşaması kürdan yardımıyla kontrol

edilmiş, yumuşama veya doku çökmesi oluşturan izolatlar pektolitik aktivite açısından pozitif, herhangi bir değişimin görülmediği izolatlar ise negatif olarak değerlendirilmiştir (Saygılı ve ark., 2006). Negatif kontrol olarak saf su, pozitif kontrol olarak stok kültürde bulunan *Pectobacterium* spp. (MÇ-14 (r)) izolatı kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Patatesteki yumuşak çürüklük testinin aşamaları a) Patateslerin alevden geçirilmesi b) Patates dilimlerinin petriye yerleştirilmesi c) Bakterilerin patates dilimi yüzeyine yayılması d) Kurutma kağıdının nemlendirilmesi

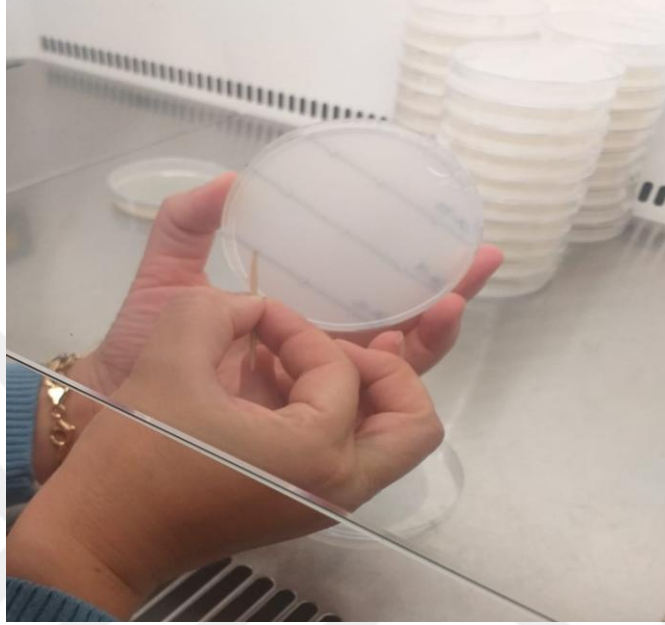
3.2.1.5. Bakteri izolatlarının 37 °C’de gelişim testi

Bakteri izolatlarının insan patojeni olup olmadığını belirlemek için bakteriler King B besi yerine çizilerek 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Besi yerinde gelişim gösteren izolatlar elenmiş, çalışmada kullanılmamıştır (Berg ve Hartmann, 2005).

3.2.1.6. Bakteri izolatlarının fosforu indirgeme özelliklerinin belirlenmesi

Vermikomposttan elde edilen bakterilerin fosforu indirgeme özelliklerini belirlemek için yürütülen çalışmada katı NBRIP besi yeri kullanılmıştır. Hazırlanan besi yeri 121 °C’de 15 dakika otoklav edilmiş ve 90 mm çaplı steril petrilere dökülmüştür. Elde edilen izolatlar KB besi yerinde geliştirildikten sonra, steril kürdan yardımı ile katı

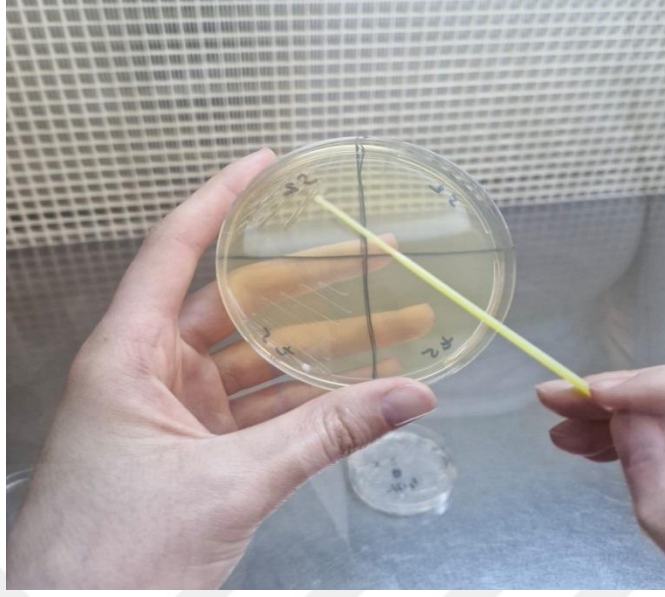
NBRIP besi yeri içeren petrilere nokta ekimi yapılmıştır (Şekil 3.6). Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Petriler 25 ± 2 °C’ de bir hafta inkübe edilmiştir. Besi yerinde bakteri kolonilerinin etrafında şeffaf zon oluşturan izolatlar seçilmiştir (Johri ve ark., 1999; Mirik ve ark., 2008).



Şekil 3.6. NBRIP besi yerine kürdanla bakteri ekimi

3.2.1.7. Bakteri izolatlarının azot fiksasyon özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu kısmında Jensen’s besi yeri kullanılmıştır. Hazırlanan besi yeri 121 °C’de 15 dakika otoklav edilmiş ve 90 mm çaplı petrilere dökülmüştür. Elde edilen izolatlar Jensen’s besi yerine çizilmiş ve besi yerinde gelişim gösteren izolatlar pozitif olarak kabul edilmiştir (Şekil, 3.7).



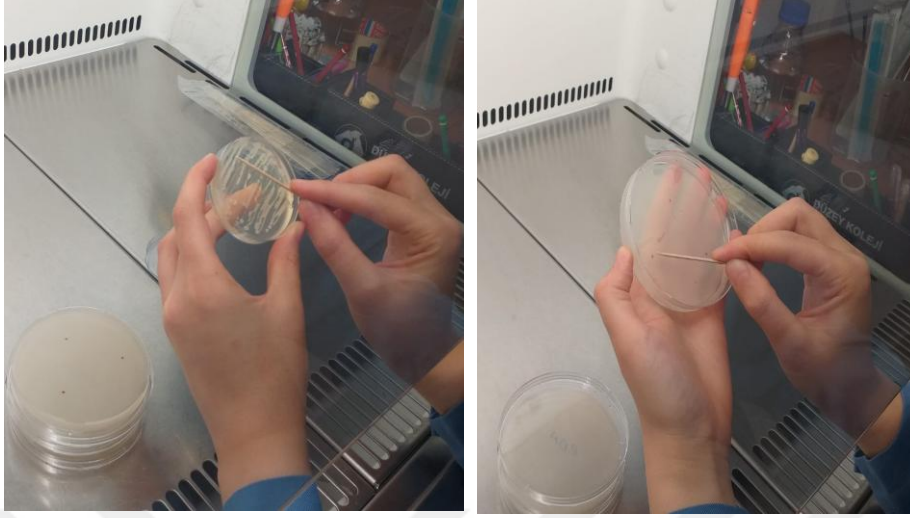
Şekil 3.7. Jensen's besi yerine bakterilerin çizimi

3.2.1.8. Bakteri izolatların MALDITOF-MS tekniği ile tanısı

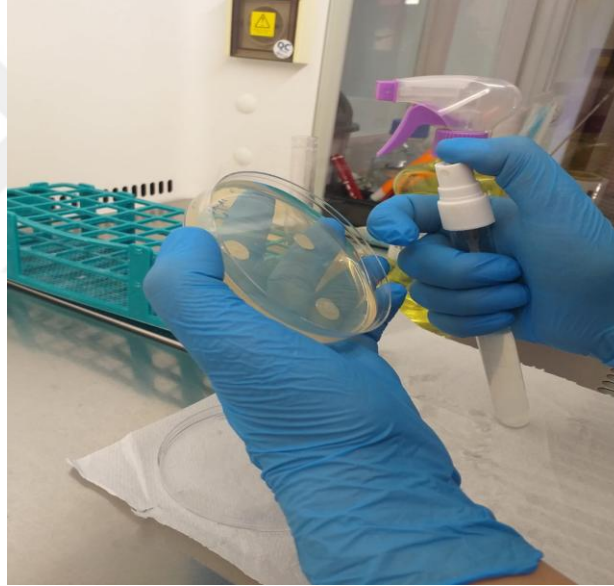
Seçilen bakteri izolatları Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Araştırma ve Uygulama Merkezine gönderilmiş ve Matris yardımcı lazer desorpsiyon/ionizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDITOF-MS) tekniği ile bakterilerin protein parmak izine dayanarak hızlı tanısı yapılmıştır (Uysal ve ark., 2018). Bu yöntem, protein yapısının iyonizasyonu ile mikroorganizmaların protein profilinin ortaya çıkarılmasına ve bu iyonize kütlelerin elektrik alanından geçmesine dayanır. Mikroorganizmalardan elde edilen profiller, sistemin veri tabanıyla karşılaştırılarak tanımlama yapılır (Soner ve ark. 2014).

3.2.1.9. Seçilen bakteri izolatlarının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e olan etkisinin belirlenmesi

Çalışmada ilk olarak bakteri izolatları NA besi yerine nokta şeklinde ekilmiş ve petriler 24 saat 25 ± 2 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.8). İnkübasyon süresi sonunda 1×10^6 hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* süspansiyonu bir el pülverizatörü ile gelişen bakterilerin üzerine püskürtülmüştür (Şekil 3.9). 25 ± 2 °C'de iki günlük inkübasyona bırakılan petrilerde izolatların etrafında oluşan zonlar bir kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Horuz ve Aysan, 2018). Kontrol olarak bakterilerin ekilmediği besi yerlerine sadece patojen bakteri püskürtülmüştür. Her bir bakteri için 3 petri kullanılmış olup çalışma bir kez daha tekrarlanmıştır.



Şekil 3.8. Bakterilerin kürdan ile besi yerine çizimi



Şekil 3.9. Patojenin bakterilere püskürtülmesi

3.2.2. Tohum çalışmaları

İkili etki çalışmasında patojen bakteri *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde yüksek etkiye sahip olan (Çizelge 4.2) ve MALDITOF-MS tekniği ile tanılanan üç izolat ile (*Bacillus* sp. SA-2, *Bacillus* sp. SA-5, *B. megaterium* SA-7) ile tohum çalışması yürütülmüştür (Çizelge 3.1). Çalışma Araştırma ve Uygulama Merkez Müdürlüğü Bitki Koruma Bölümü serasında Alsancak RN F1 domates tohumları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak tohumlar patojen ile bulaştırılmıştır. Bu aşamada patojen bakteri *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* NA besi yerinde 25 ± 2

°C'de 48 saat geliştirilmiştir. Gelişen bakteriden saline buffer ile süspansiyon hazırlanmış ve spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda absorbans değeri 0.2 olacak şekilde bakteri yoğunluğu 1×10^6 hücre/ml olarak belirlenmiştir. Tohumlar bakteri süspansiyonuna konulmuş ve erlenmayerler 30 dakika süreyle 150 rpm'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır (Umarusman ve ark., 2019; Horuz ve Aysan, 2018). Çalkalama işleminden sonra iki saat vakum yöntemi kullanılarak patojenin tohumlara inokulasyonu sağlanmıştır (Belgüzar ve ark., 2019). Süspansiyondan süzdürülen tohumlar steril kurutma kâğıdı üzerinde kurumaya bırakılmıştır. Patojenle bulaşık tohumlar daha sonra SA-2, SA-5 ve SA-7 kodlu bakteri izolatlarından hazırlanan 1×10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonlara konulmuş ve 30 dk süre ile çalkalanmıştır. Bu süre sonunda süzgeçle süzülen tohumlar kuruduktan sonra steril torf ve perlit (2:1) bulunan viyollere ekilmiştir (Şekil 3.10, Şekil 3.11). Negatif kontrol uygulaması olarak sadece steril suya daldırılan tohumlar, pozitif kontrol olarak ise sadece patojenle bulaştırılan tohumlar kullanılmıştır.

Deneme, her bir uygulama için 2 tekrar ve her tekrarda 50 tohum olacak şekilde kurulmuş olup 100 tohum üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 3.12). Tohumlar çimlendikten sonra günlük takipler yapılarak kotiledon yapraklardaki hastalık belirtileri incelenmiştir. Fidelerde gelişmeler takip edilmiş ve pozitif kontrol fidelerinde 30 gün sonra hastalık belirtileri oluştuğunda yapılan tüm uygulamalarda solgun bitki ve canlı bitki sayılmıştır. Pozitif kontrol ile kıyaslanarak uygulamaların etki oranı belirlenmiştir. Etki oranı (%), $[(\text{Kontrol}-\text{Uygulama}) / (\text{Kontrol})] \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

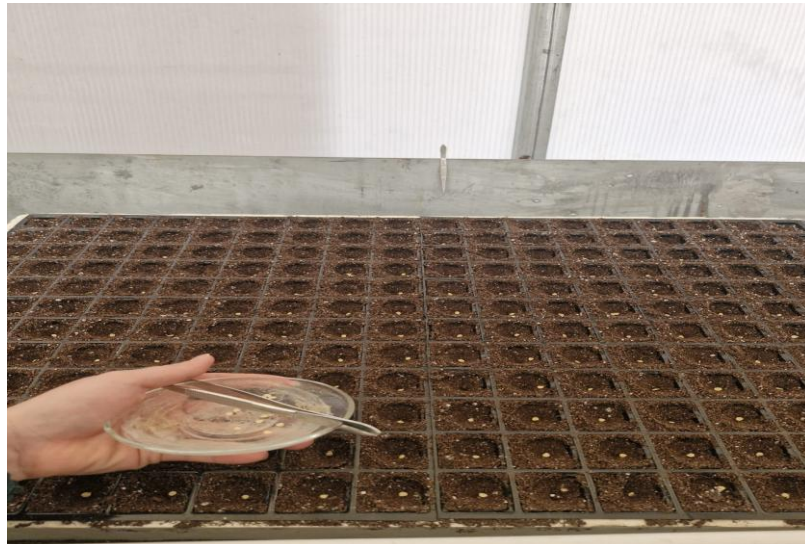
Yapılan değerlendirmeler sonrasında her uygulamadan hastalık belirtisi gösteren fidelerin iletim demetlerinden örnekler alınmış ve bakteri izolasyonu yapılarak hastalık belirtilerinin patojen bakteriden kaynaklanıp kaynaklanmadığı ortaya konulmuştur.

Çizelge 3.1. Tohum çalışmasında yapılan uygulamalar

Kodlar	Uygulamalar
Pozitif Kontrol	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>
Negatif Kontrol	Saf su
SA-2	<i>Bacillus</i> sp.
SA-5	<i>Bacillus</i> sp.
SA-7	<i>Bacillus megaterium</i>



Şekil 3.10. a) Tohumların bakteri süspansiyonu içerisinde çalkalanması, b) Vakum işlemi ile patojenin tohumlara bulaştırılması c) Patojen bakteri ve bakteri süspansiyonlarına daldırılmış tohumlar d) Tohumların steril kabinde kurutulması



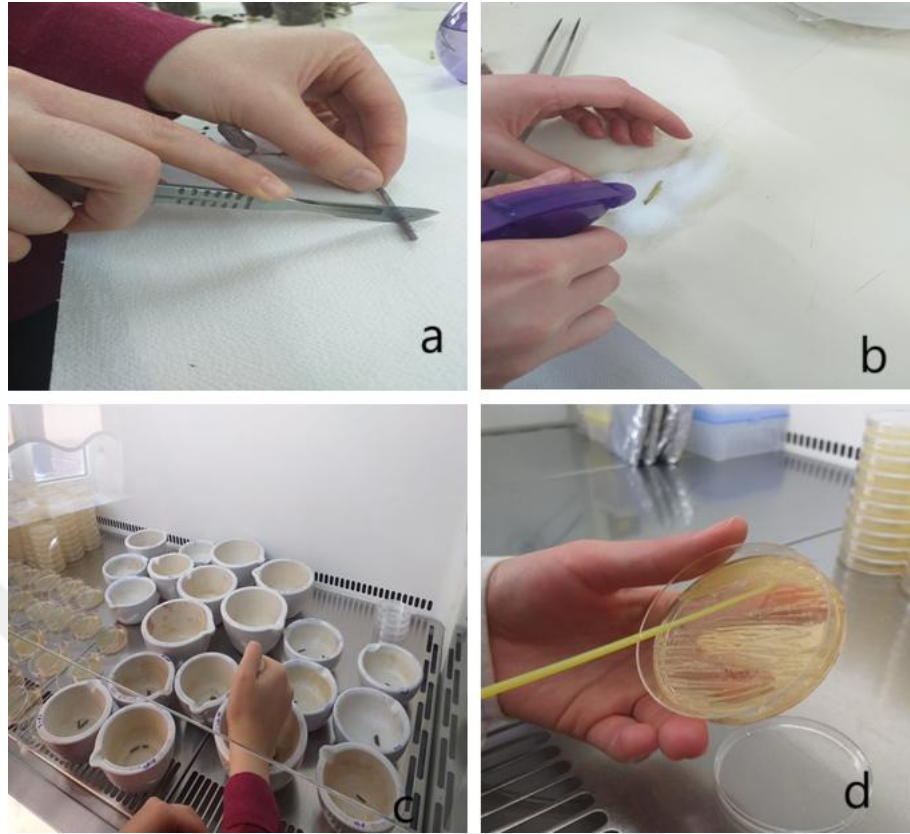
Şekil 3.11. Tohum ekimi



Şekil 3.12. Tohum çalışmasından genel bir görüntü

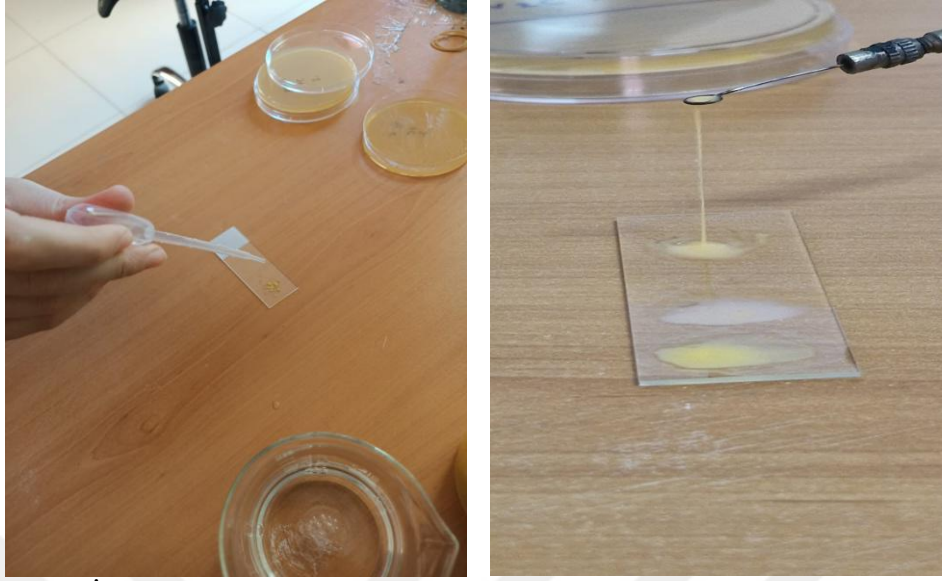
3.2.2.1. Gelişen fidelerden yapılan izolasyon çalışmaları

Deneme sonlandırıldıktan sonra solgun ve lekeli domates fidelerinden örnekler alınmış ve kese kağıdının içerisine koyularak polietilen torba içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Fidelerin gövde kısmından (iletim demetlerinden) steril bistüri ile 2 parça alınarak %70'lik etil alkol ile yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Sterilize edilen parçalar steril porselen havan içerisinde fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile ezilmiştir. Bir öze dolusu süspansiyon KB besi yeri içeren petrilere çizgi ekim ile çizilmiş ve petrilere 25±2 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edilmiştir (Şekil 3.13). İnkübasyon süresi boyunca petrilere gelişen koloniler incelenerek, sarı renkli koloni morfolojisine sahip olanlar saflaştırılmıştır.



Şekil 3.13. Fidelerden yapılan izolasyon çalışmaları a) Fidenin gövdesinden alınan kesit b) Fideden alınan kesitin yüzey sterilizasyonu c) Dezenfekte edilen parçaların havanda ezilmesi d) Gelişen kolonilerin saflaştırılması

Saflaştırılan izolatların *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* olup olmadığını belirlemek için potasyum hidroksit ile Gram reaksiyon testi, patatestte pektolitik aktivite testi, tütünde aşırı duyarlılık reaksiyon testi ve domates bitkisinde patojenite testi yapılmıştır. Gram reaksiyon testinde taze hazırlanmış %3'lük potasyum hidroksit solüsyonu kullanılmıştır. Lam üzerine hazırlanan solüsyondan bir damla damlatılmış ve fidelerden alınan izolatlardan bir plastik öze ile alınarak solüsyonla karıştırılmıştır. Öze yukarı doğru kaldırıldığında lam üzerinde viskoz, yapışkanimsi bir uzamanın oluşması ile sonuç negatif (-), uzamanın oluşmaması ile pozitif (+) olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.13). Referans izolat olarak Gram (+) hücre yapısına sahip *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm-PK-1) izolatı ve Gram (-) hücre yapısına sahip *Xanthomonas euvesicatoria* (SB-2c (r)) izolatı kullanılmıştır.



Şekil 3.14. İzolatlara gram testinin uygulanması

Fidelerden elde edilen izolatlara patatestte pektolitik aktivite testi ve tütünde aşırı duyarlılık testi yapılmıştır. Her iki test 3.2.1. Laboratuvar Çalışmaları başlığı altında bahsedildiği gibidir. Pektolitik aktivite testinde patates dilimlerinde meydana gelen doku yumuşaması pozitif, herhangi bir değişimin görülmediği izolatlar ise negatif olarak değerlendirilmiştir. Tütünde aşırı duyarlılık testinde izolatların inokule edildiği alanlarda oluşan nekrotik görünüm pozitif olarak kabul edilmiştir.

Fidelerden elde edilen izolatlar ile domates bitkisinde patojenisite testi yapılmıştır. Tüm izolatlar ve *Cmm*-PK-1 referans izolatı KB besiyeri yerine çizilerek 48 saat geliştirilmiştir. İzolatlardan hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nm'de 0.2 absorbans değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar domates fidesinin gövde kısımlarında kabuk altına steril bir enjektör yardımı ile enjekte edilmiştir (Şekil 3.15). İnokulasyon sonrası bitkiler bir gün boyunca nem çemberine alınmıştır (Şekil 3.16). Her bir izolat için üç bitki kullanılmıştır. Pozitif kontrol bitkilerindeki gelişmelere bakılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bitkilerde belirgin hastalık belirtilerinden re-izolasyon için laboratuvara getirilen (Şekil 3.17) fide örneklerinin gövde kısımlarından bakteri izolasyonu yapılmıştır. %70'lik alkol ile yüzeyden dezenfekte edilen parçalar steril havanda fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik NaCl çözeltisi) ile homojenize edilmiştir. Bir öze dolusu süspansiyon, KB besiyeri içeren petrilere çizgi ekim ile çizilmiş ve 25±2 °C'deki inkübatörde 2-3 gün inkübe edildikten sonra bakteri kolonileri saflaştırılmıştır. Re-izolasyonlar sonucu elde edilen re-izolatlar MALDITOF-MS tekniği ile tanımlanmıştır.



Şekil 3.15. İzolatların domates fidesine enjektör ile inokulasyonu



Şekil 3.16. Patogenisite uygulaması sonrası nem çemberine alınan inokule edilmiş domates fideleri



Şekil 3.17. Re-izolasyon için alınan örnek

3.2.2.2. Vermikompostlardan elde edilen bakteri izolatlarının fide gelişimine olan etkisinin belirlenmesi

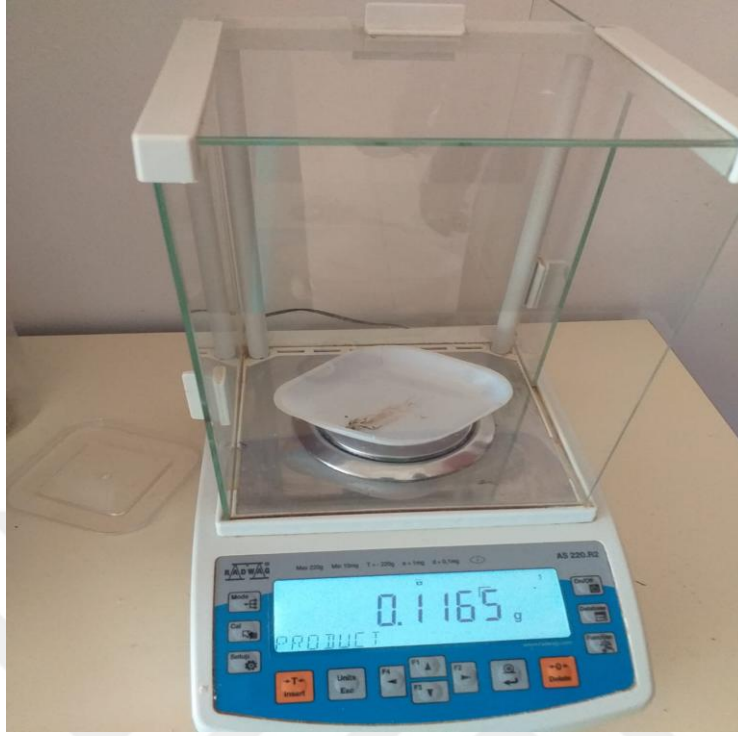
Çalışma biyolojik kontrol çalışmasıyla eş zamanlı olarak Bitki Koruma serasında yapılmıştır. Çalışmada Alsancak RN-F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmanın bu kısmında pozitif kontrol uygulaması hariç Çizelge 3.1’de verilen uygulamalar yapılmıştır. İzolatlar NA besi yerinde 25 ± 2 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen izolatlardan saline buffer (%0.85’lik NaCl çözeltisi) ile süspansiyonlar hazırlanmıştır. Süspansiyonlar 1×10^8 hücre ml (spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda, absorbans değeri:0.2) yoğunluğuna ayarlanmıştır. Sonra tohumlar tülbentten geçirilerek steril kabinde kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra tohumlar içerisinde torf ve perlit (1:1/2) bulunan viyollere ekilmiştir. Kontrol grubu olarak sadece steril saf suya daldırılan tohumlar kullanılmıştır. Ekim tarihinden itibaren günlük bakım-sulama işlemleri yapılarak 45 gün sonunda deneme sonlandırılmıştır. Kontrol grubundaki fideler ile uygulama yapılan fidelerin gövde çapı, yaprak sayısı, yaprakçık sayısı, köksüz bitki boyu, kök boy uzunluğu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı değerleri alınmıştır (Şekil 3.18, Şekil 3.19, Şekil 3.20).



Şekil 3.18. Uygulamadan genel bir görüntü



Şekil 3.19. Fide kök uzunluğu ölçümü



Şekil 3.20. Fide kök kuru ağırlığının alınması

3.3. İstatistiki 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 istatistiki grupta yer alan uygulamalar aynı harf ile ifade edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Laboratuvar Çalışmaları

Vermikomposttan yapılan izolasyonlar sonucu besi yerlerinde gelişen bakterilerden 40 tane bakteri saflaştırılmıştır. Saf kültürler ile tütünde aşırı duyarlılık ve patatesteki pektolitik aktivite testleri, 37 °C’de gelişim testi yapılmış. Jensen’s besi yerinde azotu bağlama özellikleri ve NBRIP besi yerinde fosforu çözme özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5).

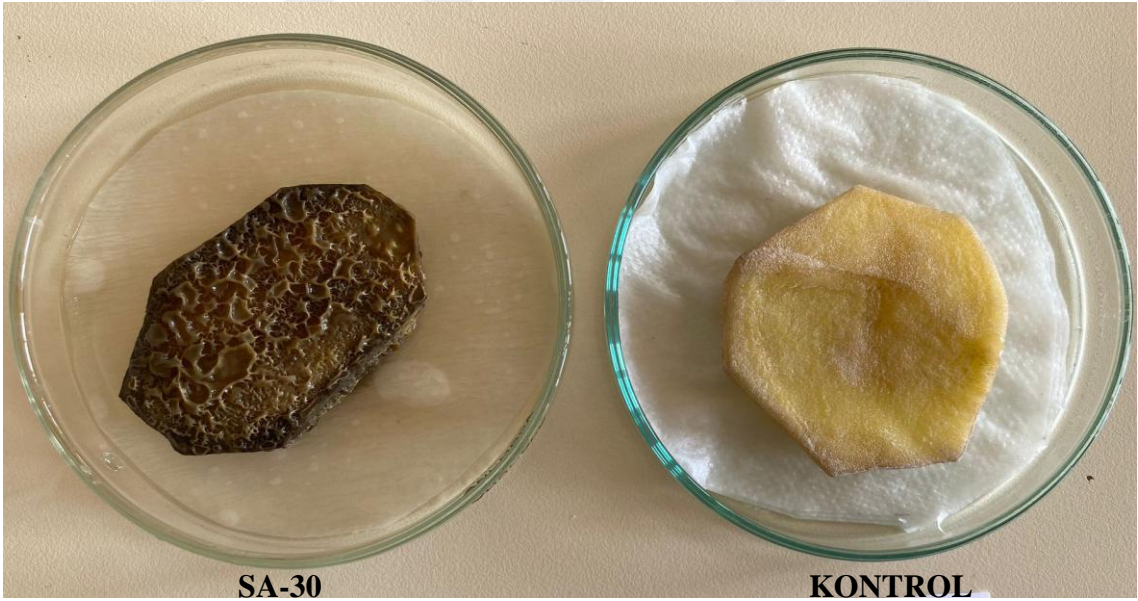
Çizelge 4.1. Vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan testler ve sonuçları

Kod	Patatesteki pektolitik aktivite testi	37 °C Testi	Tütünde HR testi	Azotu bağlama testi	Fosforu çözme testi
S-1	-	-	-	+	-
S-2	-	-	-	+	-
S-3	-	-	-	+	-
S-4	-	-	-	+	-
S-5	-	-	-	+	-
S-6	-	-	-	+	-
S-7	-	-	-	+	-
S-8	-	-	-	+	-
S-9	-	-	-	+	-
S-10	-	-	-	+	-
S-11	-	-	-	+	-
S-12	-	-	-	+	-
S-13	-	-	-	+	-
S-14	-	-	-	+	-
S-15	-	-	-	+	-
S-16	-	-	-	+	-
S-17	-	-	-	+	-
S-18	-	-	-	+	-
S-19	-	-	-	+	-
S-20	-	-	-	+	-
S-21	-	-	-	+	-
S-22	-	-	-	+	-
S-23	-	-	-	+	-
S-24	+	+	-	+	-
S-25	+	-	-	+	-
S-26	+	-	-	+	-
S-27	-	+	-	+	-
S-28	+	-	-	+	-

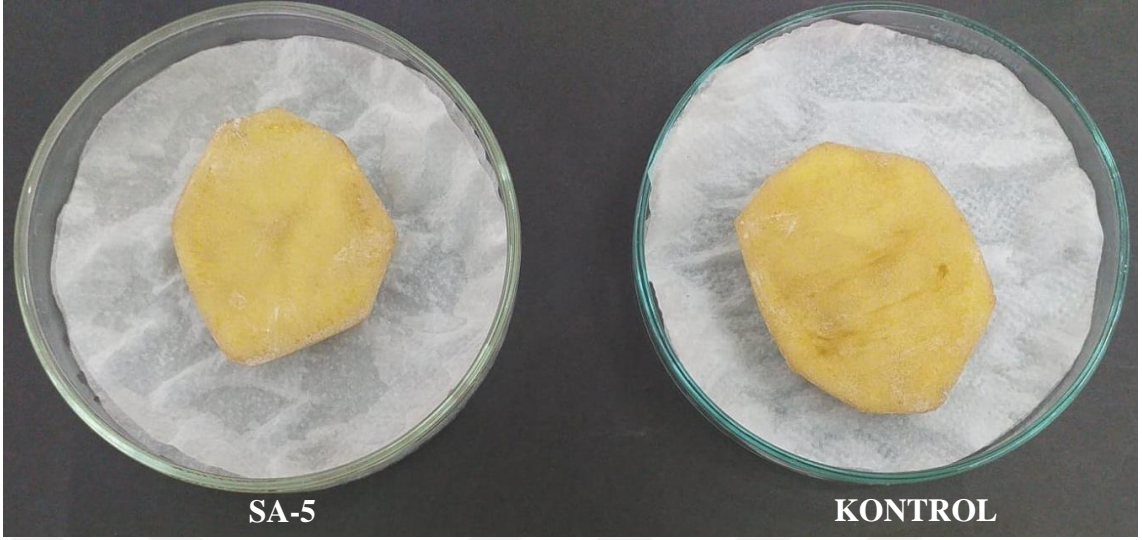
Çizelge 4.1. (Devam) Vermikomposttan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan testler ve sonuçları

S-29	+	-	-	+	-
S-30	+	-	-	+	-
S-31	-	+	-	+	-
S-32	+	-	-	+	-
S-33	-	+	-	+	-
S-34	+	-	-	+	-
S-35	+	-	-	+	-
S-36	-	+	-	+	-
S-37	+	+	-	+	-
S-38	-	+	-	+	-
S-39	+	-	-	+	-
S-40	+	+	-	+	-

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, test edilen 40 izolattan 12 tanesi (S-24, S-25, S-26, S-28, S-29, S-30, S-32, S-34, S-35, S-37, S-39, S-40) patatesteki pektolitik aktivite testinde yumuşama göstermiş (Şekil 4.1), diğer izolatlar yumuşama göstermemiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Patatesteki pektolitik aktivite testinde pozitif sonuç



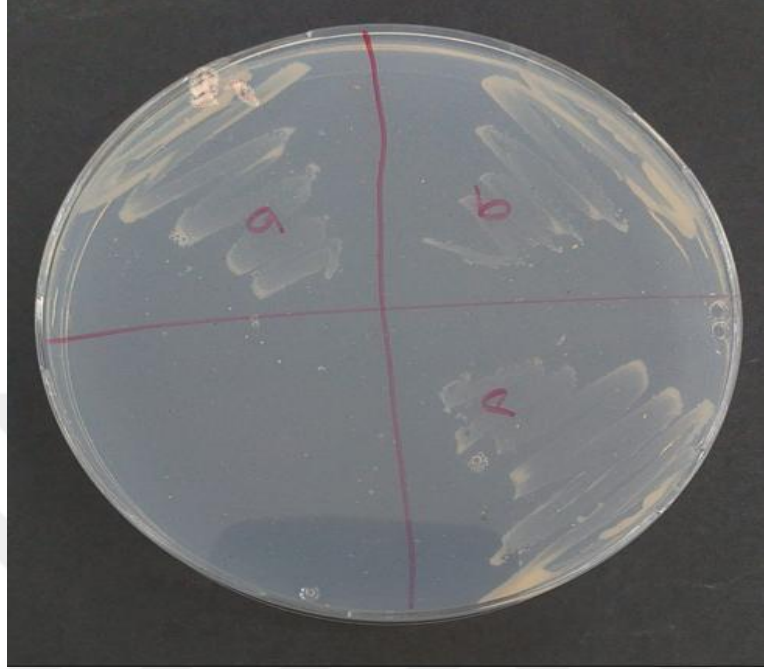
Şekil 4.2. Patateste pektolitik aktivite testinde negatif sonuç

Tütünde aşırı duyarlılık testinde test edilen tüm izolatlar yaprakta verilen alan içerisinde herhangi bir çökme meydana getirmediği için negatif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Tütünde aşırı duyarlılık testinde negatif sonuç

Test edilen aday izolatların Jensen's besi yerinde ise gelişim gösterdikleri (Şekil 4.4), NBRIP besi yerinde zon oluşturmadığı (Şekil 4.5) belirlenmiştir.



Şekil 4.4. İzolatlar ile yapılan azotu bağlama test sonucu



Şekil 4.5. NBRIP besi yerinde fosforu çözme test sonucu

Bu testlemeler sonucunda patatestte pektolitik aktivite, tütünde aşırı duyarlılık, 37 °C gelişim testlerine göre negatif sonuç veren 22 tane bakteri izolatu ve patojen bakteri *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ile ikili kültür testi yapılmıştır. Bu aşamada besi yerine seçilen bakteri izolatları nokta olarak ekilmiş ve bakterilerin üzerine 1×10^6 hücre/ml yoğunluğunda patojen bakteri püskürtülmüştür. İnkübasyon süresi sonunda bakteriler etrafında oluşan alan kumpas ile ölçülmüş ve kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. İkili kültür testinde bakteri izolatlarının patojen ile etkileşimde oluşan engelleme alanı Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İkili kültür test sonuçları

İzolat Kodu	Engelleme alanı (mm) (ortalama)
SA-7	11.98±0.58 ^a
SA-2	10.19±0.44 ^b
SA-5	6.78±0.69 ^c
SA-8	5.11±0.01 ^d
SA-20	4.80±0.41 ^d
SA-13	3.67±0.20 ^e
SA-9	3.14±0.43 ^{ef}
SA-19	3.12±0.19 ^{ef}
SA-6	2.93±0.16 ^{ef}
SA-16	2.45±0.24 ^f
SA-11	0.00±0.00 ^g
SA-12	0.00±0.00 ^g
SA-10	0.00±0.00 ^g
SA-14	0.00±0.00 ^g
SA-15	0.00±0.00 ^g
SA-1	0.00±0.00 ^g
SA-17	0.00±0.00 ^g
SA-18	0.00±0.00 ^g
SA-4	0.00±0.00 ^g
SA-3	0.00±0.00 ^g
SA-21	0.00±0.00 ^g
SA-22	0.00±0.00 ^g

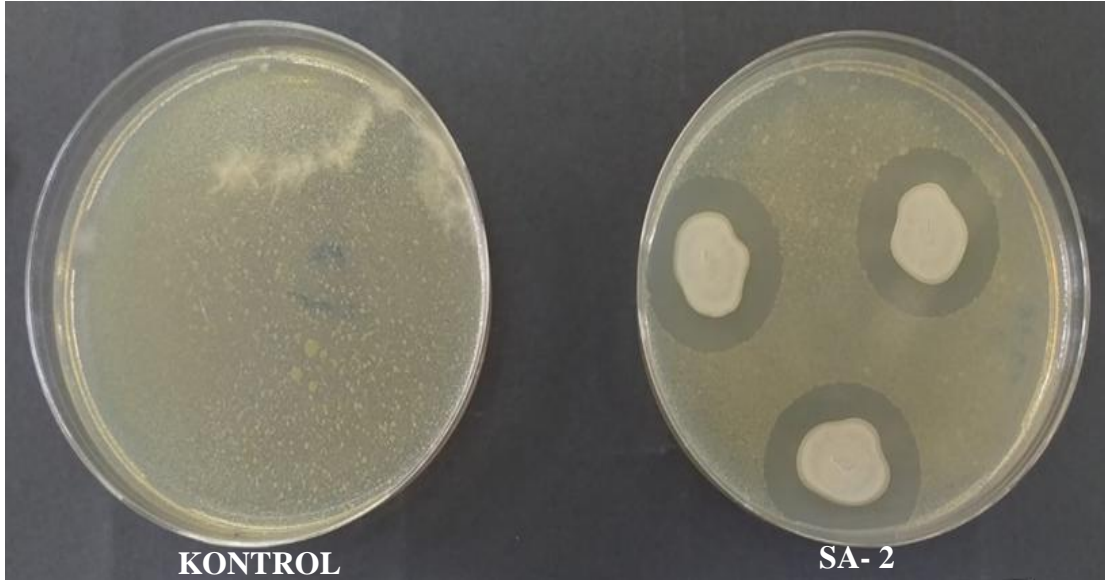
* Aynı sütun içerisinde ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$).

Seçilen 22 izolat ile yapılan ikili kültür testinde bakteri izolatları patojen bakteri üzerinde 0.00-11.98 mm arasında değişen oranlarda engelleme alanı oluşturmuştur (Çizelge 4.2). *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde en yüksek etki (11.98 mm) SA-7 kodlu izolatta belirlenmiştir (Şekil 4.6). SA-7’yi takiben 10.19 mm alan ile SA-2 kodlu bakteri izolatu ve 6.78 mm engelleme alanı ile SA-5 izolatu patojen üzerinde

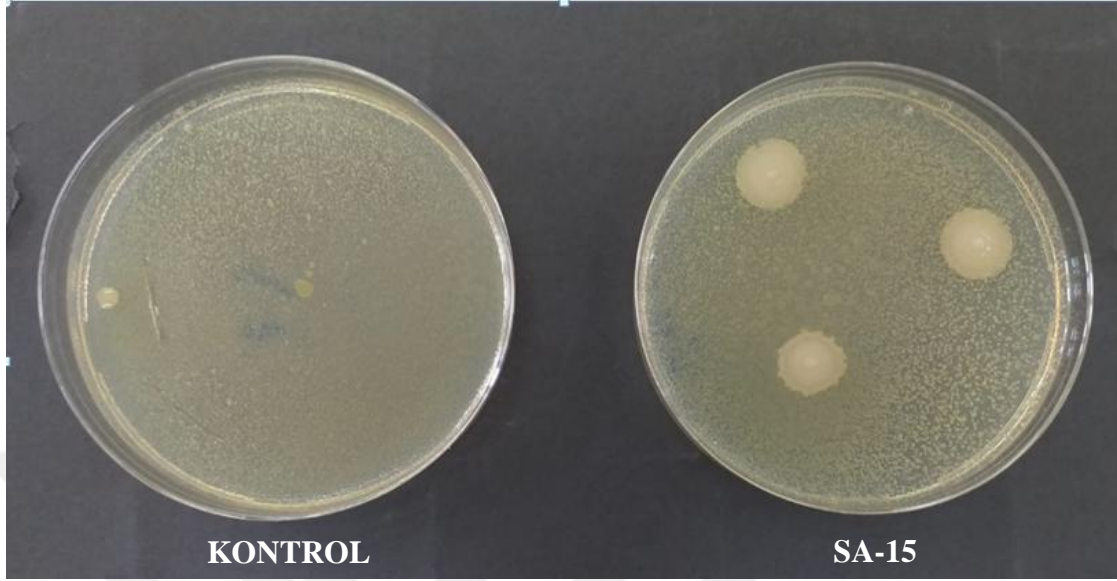
yüksek etki göstermiştir (Şekil 4.7). Bu üç izolata ilaveten SA-8 (5.11 mm), S-20 (4.80 mm), SA-13 (3.67 mm), SA-9 (3.14 mm), SA-19 (3.12 mm), SA-6 (2.93 mm) ve SA-16 (2.45 mm) izolatları da patojen üzerinde etki göstermiştir. Diğer izolatlar ise herhangi bir engelleme alanı (0.00 mm) oluşturmamış olup patojen üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir (Şekil, 4,8).



Şekil 4.6. SA-7 izolatının patojen üzerinde oluşturduğu engelleme alanı



Şekil 4.7. SA-2 izolatının patojen üzerinde oluşturduğu engelleme alanı



Şekil 4.8. İkili kültür testinde engellenmenin oluşmadığı petri görüntüsü (SA-15)

İkili kültür testleri etkili bir biyolojik mücadele elemanı bulmanın temel evrelerini oluşturmaktadır. Bu testler ile antagonist izolatlar ile patojen besi yerinde karşılaştırılmış olmaktadır. Böylece testlenen bakteri izolatlarının patojen üzerinde antagonistik etkisinin olup olmadığı belirlenir. Aynı zamanda rekabet, mikoparazitizm ve antibiyosis mekaizmaları da bu testler ile ortaya konulmaktadır (Bora ve Özaktan, 1998). Yürütülen ikili testlerde 22 izolattan 10 tanesi patojen üzerinde etkili olmuştur. Patojen üzerinde yüksek etkiye sahip olan üç izolat (SA-2, SA-5 ve SA-7) seçilmiş ve MALDI-TOF-MS tekniği ile tanısı yapılmıştır. MALDI-TOF-MS tekniği tüm hücre analizini esas alır, protein parmak izine dayanarak mikroorganizmaların tanılanmasını, tiplendirilmesini ve sınıflandırılmasını sağlar (Uysal ve ark., 2018). Yapılan analiz sonuçlarına göre SA-2 izolatı *Bacillus* sp., SA-5 izolatı *Bacillus* sp. ve SA-7 izolatı *Bacillus megaterium* olarak tanılanmıştır.

Elde edilen sonuçlar daha önceki yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında benzerlik göstermektedir. Mohammedi (2018) *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e kültür ve yabani bitkilerden elde ettiği 48 aday bakteri izolatını denemiş ve izolatların bakterisidal olarak 0-38 mm, bakteriyostatik olarak ise 0-16 mm zon değeri oluşturduğu, patojen üzerinde etkili olan grubun *Bacillus* türleri olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Boudyach ve ark. (2001)'nin yapmış olduğu çalışmada Fas'ın Souss-Masa Vadisindeki

toprakta ve domatesin rizosfer bölgesinden 178 tane bakteri izolatu elde edilmiş, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı yapılan ikili kültür testinde izolatların zon değerleri 2-30 mm arasında değişmiştir. En etkili izolatların ise fluoresan *Pseudomonas* bakteri türüne ait olduğu belirtilmiştir. Oleyede ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada da tıbbi bitkilerin rizosfer bölgesinden elde edilen 21 bakteri izolatının *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e etkisinin incelendiği petri çalışmasında *Alcaligenes faecalis* 38 mm, *Acinetobacter* sp. 9.5 mm değerinde engelleme alanları oluşturmuştur.

Yürütülen çalışmada testlenen bakteri izolatları vermikomposttan elde edilmiş olup bu kapsamda yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde özellikle fungal patojenlere karşı etkili olduğu ve etkili olan türlerin çoğunluğunun *Bacillus* türüne ait olduğu bildirilmiştir. Soylu ve ark. (2020)'nin yaptığı çalışmada vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae* fungal patojenlerine karşı antogonistik etkileri incelenmiştir. *In vitro*'da yapılan izolasyonlar sonucu 69 tane aday bakteriyel izolat elde edilmiştir. Bu izolatlar arasından 28 bakteriyel izolat *S. Sclerotiorum*'un gelişimini %1.72-75.43, *M. phaseolina*'nın gelişimini %1.67-65.83, *B. cinerea*'nin gelişimini %3.44-57.18, *V. dahliae*'nin gelişimini ise %2.28-58.74 oranında engellemiştir. Potansiyel bakteri izolatlarının çoğunluğunun *Bacillus* spp. olduğu görülmüştür.

Çalışma konusu olan patojen bakteri *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'in dışında da diğer patojenler üzerinde ikili kültür çalışmaları yürütülmüştür (Abo-Elyousr ve Hassan, 2021; Bitgen ve Mirik, 2021; Bozkurt ve Soylu, 2019; Erdevil ve Aysan, 2024, Keser ve ark., 2023). Bu çalışmalarda engelleme oranları aday biyolojik mücadele elemanına, patojene, kullanılan yöntemlere vb. diğer faktörlere göre değişebilmektedir. *In vitro* testler özellikle *in vivo* testlere girişmek açısından kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda yürütülecek diğer çalışmalara da yön vermektedir. Rekabet veya antibiyosis ilişkisi bu testler ile orataya konulabilmektedir. Çok sayıdaki izolatın karşılaştırılması da bu testler ile mümkün olabilmektedir.

4.2. Tohum Uygulamaları

In vitro çalışmalar sonucu seçilmiş, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* ile ikili kültür testinde yüksek etkiye sahip SA-2, SA-5, SA-7 kodlu bakteriler ile yapılan tohum

çalışmaları Nisan-Haziran 2023 ve Haziran-Temmuz 2023 tarihleri arasında sera koşullarında yürütülmüştür. Tohumlar çimlendikten sonra günlük takipler yapılarak kotiledon yapraklardaki hastalık belirtileri ve bitkilerde tek taraflı solgunluk belirtileri incelenmiştir. Tohumlar ekildikten 1 ay sonra çıkan fidelerde (ilk olarak pozitif kontrol fidelerinde) solgunluk gözlemlenmiş ve deneme sonlandırılmıştır (Şekil 4.9). Çalışma sonucuna göre, sadece hastalık etmeninin uygulandığı pozitif kontrol bitkilerinde 100 bitkinin 50'sinde solgunluk görülmüştür. Sadece saf su uygulaması yapılan negatif kontrol bitkilerinde ise herhangi bir hastalık belirtilerine rastlanılmamıştır. En fazla etki oranı SA-7 kodlu *Bacillus megaterium*'da görülmüştür. *B. megaterium* uygulanan bitkilerde 100 bitkiden 15'inde solgunluk gözlemlenmiştir (%70 etki). İkinci en yüksek etki SA-5 kodlu *Bacillus* sp. uygulamasında görülmüş ve 82 bitkiden 12'sinde (%64) solgunluk belirlenmiştir. SA-2 kodlu *Bacillus* sp.'de ise etki görülmemiş olup, 100 bitkiden 40'ında hastalık gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Tohum uygulamasında bakteri izolatlarının domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı üzerine etkisi

Kodlar	Uygulamalar	Solgun Fide Sayısı (adet)	Canlı Fide Sayısı (adet)	Etki Oranı (%)
PK	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	50	50	-
NK	Saf su uygulaması	0	100	-
SA-7	<i>Bacillus megaterium</i>	15	85	70
SA-5	<i>Bacillus</i> sp.	18	82	64
SA-2	<i>Bacillus</i> sp.	40	60	20



Şekil 4.9. Fidelerde gözlemlenen solgunluklar

Solgun fidelerden yapılan izolasyonlar sonucu saflaştırılan izolatların *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* olup olmadığını belirlemek için patatesteki pektolitik aktivite testi, potasyum hidroksit ile Gram reaksiyon testi (KOH), tütünde aşırı duyarlılık (HR) reaksiyon testi ve domates bitkisinde patojenite testi yapılmıştır. Patatesteki pektolitik aktivite testinde SA-7 izolatı için seçilen 10 izolattan 5'inde yumuşama olmamış ve negatif kabul edilmiştir. SA-5 izolatı için seçilen 7 izolattan 4'ünde yumuşama olmamıştır, SA-2 izolatında ise seçilen 5 izolattan sadece 1'inde yumuşama olmamıştır. PK izolatında ise izolatlardan hepsinde yumuşama görülmüştür. Yapılan KOH testinde izolatların hepsi pozitif sonuç göstermiştir. Tütünde HR testinde ise izolatların hiçbiri sonuç vermemiş ve negatif kabul edilmiştir. En son yapılan patojenite testinde fidelerin hepsinde hastalık belirtileri gözlenmiştir. Fidelerden yapılan re-izolasyondan sonra re-izolatlara uygulanan KOH testinde SA-7 izolatında 10 izolattan 6'sı pozitif kabul edilmiştir, SA-5 izolatında 7 izolattan sadece biri pozitif kabul edilmiştir, SA-2 izolatında ise aynı şekilde 1 izolat pozitif kabul edilmiştir. PK izolatında ise 10 izolattan 5'i pozitif kabul edilmiştir.

Mevcut çalışma sonuçlarına benzer şekilde, Akat ve Özaktan (2011)'in yapmış olduğu çalışmada S6/2EP, 19a (*Bacillus micoides*), 2/9, S6/3EP, 11/1, S5/4, 30 (*Pseudomonas putida*), 35EN (*Pseudomonas fluorescens*), P.f.Bo (*Pseudomonas fluorescens*), Serratia (*Serratia liquefaciens*), 51 (*Pseudomonas fluorescens*) kodlu 11 bakteri izolatı ile *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı tohum çalışması yürütülmüştür. Deneme sonucuna göre bakteriler hastalığı %54-86 arasında değişen oranlarda

engellemişlerdir. Bu bakterilerden 19a, S6/2 EP, S6/3 EP, 30 ve 51 kodlu izolatlar tohum uygulamasına ilave olarak şaşırtma esnasında köklere uygulandığında hastalık çıkışını %80-97 oranında baskılamış ve uygulama tohum uygulamasından daha başarılı olmuştur. Bu çalışmada da vurgulandığı gibi özellikle fide dikimi esnasında daldırma ile bakterilerin uygulanması hastalığı baskılamada daha etkili olmaktadır. Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2014) tarafından yapılan tohum çalışmasında da benzer oranlarda etki görülmüştür. Adana’da yapılan denemelerde çevre illerden (Antalya, Hatay, Osmaniye, Mersin, Muğla) temin edilen 39 farklı toprak örneğinden izole edilen 499 rizobakteri izolatıyla *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*’e karşı laboratuvarında yapılan testlemeler sonucu en etkili 8 izolatla saksı çalışması yürütülmüştür. Saksı denemesi sonucu seçilen 3 izolat ve kombinasyonlarıyla tohum çalışması yürütülmüştür. Hastalığı engelleyen en etkili izolat %46 etki ile Y1.6.7.+N6.6.21 kombine uygulaması olmuştur. İkinci en etkili uygulama ise %29 etki oranı ile Y1.6.7+Y6.4 kodlu uygulama olmuştur.

Yürütülen bu çalışmada *Bacillus* türüne ait bakteri izolatları kullanılmış olup türlere göre hastalıklar üzerindeki etki oranları da değişmektedir. En yüksek etki SA-7 kodlu *Bacillus megaterium* izolatında belirlenmiştir. Mohammedi ve Kotan (2024) tarafından yapılan *in vitro* ve *in vivo* denemelerde de *B. megaterium*, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde en yüksek etkiyi göstermiştir. Petri denemesinde testlenen 1150 bakteriyel antagonisten etkili olan 48 bakteri sıvı besi yerlerinde geliştirilerek patojen bakteriye karşı saksı denemesi ile denenmiştir. Deneme sonuçlarına göre en etkili izolat %93.4 ile *Bacillus megaterium* TV- 49A olmuştur (Mohammedi ve Kotan, 2024).

Abo-Elyousr (2019)’un yapmış olduğu çalışmada da formüle edilmiş *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. aeruginosa* bakterilerinin süspansiyonları ile tohum uygulaması yapılmış ve süspansiyonlar tohum uygulamasını takiben yaprak ve kök uygulaması şeklinde domateslere verilmiştir. Deneme sonuçlarına göre domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığında en yüksek etki %74,4 oranla *B. amyloliquefaciens* izolatında, ardından %66.7 oranla *P. aeruginosa* izolatında görülmüştür. *B. subtilis* ve *P. fluorescens* uygulamalarında ise sırasıyla %53.3 ve %40 oranında etki görülmüştür. Yine 4 endofit bakteri ile *Cmm*’ye karşı saksı denemesi şeklinde yapılan başka bir çalışmada hastalığı engellemede en etkili izolat %40 etki oranı ile *Bacillus pumilus* T2K21-1 izolatı olmuştur (Uçar ve Akköprü, 2022).

Biyolojik mücadelede son yıllarda *Bacillus* cinsine ait türler ile yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. Endospor oluşturabilen *Bacillus* türlerine ait izolatlar (özellikle *B. megaterium*, *B. cereus*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. thuringiensis*) bakteriyel ve fungal hastalık etmenlerine karşı yüksek antogonistik etki göstermektedir. Abbo ve ark. (2012)'nin domates rizosferinden elde ettikleri dört *Bacillus* türü kullanarak *Alternaria alternata*'ya karşı yaptıkları *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda *B. megaterium* hastalığı baskılamada en etkili izolatlardan biri olmuştur. *B. megaterium*'un 4 farklı izolatının (TV-60D, TV-87A, TV-91C ve KBA-1) kullanıldığı başka bir çalışmada *B. megaterium*'un bitki patojeni funguslara karşı etkisi araştırılmıştır. *B. megaterium* TV-91C izolatının özellikle *Alternaria alternata*, *Fusarium solani*, *Penicillium digitatum* ve *P. italicum* patojenlerine karşı fungusların miselyal gelişiminde önemli derecede etkili olduğu gözlenmiştir (Oral ve Kotan, 2021). Başka bir çalışmada buğdayda *Septoria tritici*'nin kontrolünde *B. megaterium* fide ve tarla çalışmalarında sırasıyla %62 ve %80 oranlarında etki göstermiştir. *B. megaterium* izolatını takiben etkili olan izolat *B. pumilus* olmuştur (Kildea ve ark., 2008). Agarwal ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada da *Bacillus pumilis* MSUA3 izolatı kara buğdayda görülen *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı sırasıyla %78.9 ve %72.8 inhibisyon göstererek misel gelişimini güçlü bir şekilde engellemiştir. *B. pumilis* MSUA3 izolatının hem *F. oxysporum* hem de *R. solani* ile kaplı tohumları ile yapılan tarla denemesinde ise *B. pumilis* MSUA3 izolatı hastalık yoğunluğunu %70 oranında azaltmıştır. Abbo (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada da, domates rizosferinden izole edilen 36 izolattan 4 *Bacillus* türü (*B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. cereus*) kullanılarak *in vitro* ve *in vivo* koşullarda *Alternaria alternata*'ya karşı etkisi araştırılmıştır. *In vitro* çalışmada *B. subtilis* ve *B. megaterium* *A. alternata*'nın büyümesini önemli ölçüde baskılamıştır. *In vivo* çalışmada ise izolatlar fidelere daldırma şeklinde uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, en düşük hastalık yoğunluğu %25.89 oranla *B. pumilus*'ta görülmüştür. En yüksek hastalık yoğunluğu ise %71.45 ile *B. cereus*'ta görülmüştür.

Biyolojik mücadele elemanlarının antagonistik etkilerinin antimikrobiyal bileşikler (siderofor, amonyak, proteaz, peptit ve lipopeptit gibi), indol-3 asetik asit, salisilik asit, biyofilm, biyosürefektant, organik uçucu yağlar, mikolojik enzimler, endoglukanaz ve beta-glukanaz gibi enzimlerinden kaynaklandığı olduğu vurgulanmaktadır. Bu mekanizmaların yanı sıra fosfatı çözme, azotu fikse etme mekanizmaları ile de patojen

biyokontrolünü ve konukçuda sistemik dayanıklılığı sağlamaktadırlar (Soylu, 2020; Keleş, 2021).

4.3. Bakteri İzolatlarının Domates Bitkisinde Fide Gelişimine Etkisi

Biyokontrol çalışmalarına ilaveten vermikomposttan elde edilen bakteri izolatların fide gelişimine olan etkisi Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’de verilmiştir. Değerlendirilen parametreler incelendiğinde; negatif kontrol (NK) fidelerinde gövde çapı 0.70 mm olarak ölçülmüştür. Yapılan üç uygulamada gövde çapları NK ile aynı grupta yer almış olup izolatların gövde çapını artırıcı bir etkisi belirlenmemiştir. Diğer bir parametre olan yaprak sayısında izolatlar ortalama bitki başına 3.16-3.40 adet yaprak oluşturmuştur. NK fidelerindeki yaprak sayısına göre (2.92 adet) artış gözlenmiş olup en yüksek etki (3.40 adet) *B. megaterium* (SA-7) uygulamasında görülmüştür. Yaprakçık sayısında ise SA-2 uygulamasında (9.26 adet) NK’ye (8.84 adet) göre fazla etki görülmüştür. Diğer uygulamalar NK ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Köksüz bitki boyu parametresinde tüm uygulamalar aynı istatistiki grupta yer almış olup NK’dan farklı bir etki göstermemiştir. Kök yapısı incelendiğinde kök boyunda SA-2 (11.09 cm) ve SA-5 (10.48 cm) uygulamaları NK (10.98 cm) ile aynı grupta yer almış olup, SA-7 (9.96 cm)’nin NK’ye göre daha düşük etki gösterdiği görülmüştür (Şekil 4.10, 4.11, 4.12). Bitki yaş ağırlığında negatif kontrolde (1.09 g) daha fazla ağırlık ölçülürken diğer bakteri uygulamalarında daha düşük (0.93-0.97 g) ağırlık ölçülmüştür. Aynı şekilde kök yaş ağırlığında da izolatlar uygulamalarında kök yaş ağırlığa etki NK’ye göre farklı gruplarda yer almıştır. NK (0.10 g)’e göre düşük ağırlık (0.04-0.07 g) ölçülmüştür. Bitki ve kök kuru ağırlığında uygulamalar ile NK arasında bir fark görülmemiştir.

Çizelge 4.4. Bakteri izolatlarının domateste fide gelişimine etkisi

Uygulamalar	Gövde çapı (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Yaprakçık sayısı (adet)	Köksüz bitki boyu (cm)	Kök boyu (cm)
NK*	0.70±0.08 ^a	2.92±0.16 ^c	8.84±0.52 ^{ab}	14.16±0.34 ^a	10.98±0.29 ^a
SA-2	0.72±0.01 ^a	3.16±0.11 ^b	9.26±0.54 ^a	14.13±0.13 ^a	11.09±0.28 ^a
SA-5	0.71±0.01 ^a	3.36±0.04 ^a	9.04±0.82 ^{ab}	13.77±0.25 ^a	10.48±0.53 ^{ab}
SA-7	0.71±0.00 ^a	3.40±0.00 ^a	8.04±0.11 ^b	13.94±0.79 ^a	9.96±0.08 ^b

*NK: Negatif kontrol, SA-2: *Bacillus* spp., SA-5: *Bacillus* spp., SA-7: *Bacillus megaterium*

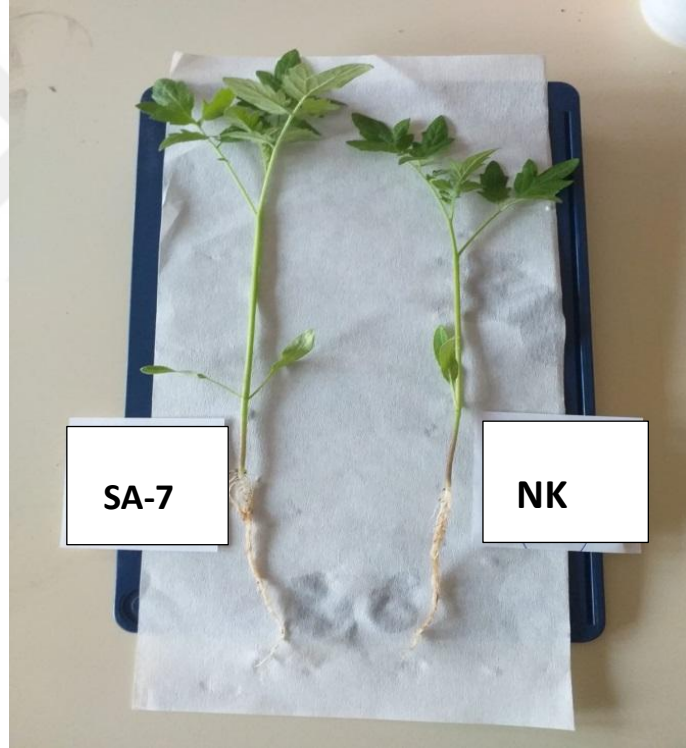
*Aynı sütun içerisinde ortalama değerlerin aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını göstermektedir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, p≤0.05)

Çizelge 4.4. (Devam) Bakteri izolatlarının domateste fide gelişimine etkisi

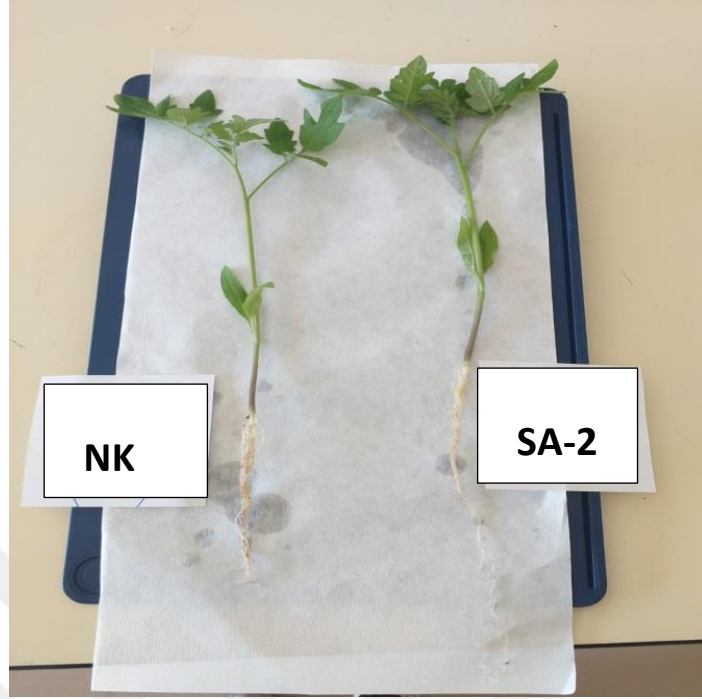
Uygulamalar	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
NK*	1.09±0.12 ^a	0.12±0.03 ^a	0.10±0.01 ^a	0.016±0.00 ^a
SA-2	0.97±0.01 ^{ab}	0.14±0.00 ^a	0.07±0.00 ^b	0.016±0.00 ^a
SA-5	0.94±0.02 ^b	0.14±0.00 ^a	0.05±0.00 ^c	0.013±0.00 ^a
SA-7	0.93±0.03 ^b	0.15±0.00 ^a	0.04±0.00 ^c	0.029±0.01 ^a

*NK: Negatif kontrol, SA-2: *Bacillus* spp., SA-5: *Bacillus* spp., SA-7: *Bacillus megaterium*

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



Şekil 4.10. SA-7 kodlu *Bacillus megaterium* ile NK uygulaması yapılan fide arasındaki karşılaştırma



Şekil 4.11. SA-2 uygulaması ile NK uygulaması yapılan fide arasındaki karşılaştırma



Şekil 4.12. SA-5 uygulamasında ve NK'de fide gelişimi

Yürütülen bu çalışmada uygulanan bakteri izolatlarının fide gelişiminde artış sağlamadığı görülmüştür. Ancak buna benzer çalışmalar incelendiğinde PGPR, antagonistik bakteri, faydalı bakteri, biyolojik mücadele uygulamalarının bitki gelişimi

üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Anith ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2006; Eşitken ve ark., 2006). Iğdır'da yapılan bir çalışmada topraktan elde edilen 25 PGPR izolatının domatesin bitki gelişim parametreleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre gövde uzunluğunu ve gövde kalınlığını en çok artıran izolat *Bacillus megaterium* olmuştur (Uysal-Şahin ve Dönmez, 2020).

Biyokontrol ve bitki gelişimi açısından yapılan ikili kültür testlerinde, sera ve saha çalışmalarında, tohum uygulamalarında kullanılan bakterilerin veya genel olarak biyolojik mücadele elemanlarının etkisi farklı olmaktadır veya etki görülmeyebilir. In vitro testlerde olumlu sonuç veren veya yüksek etki gösteren bakteri türleri bitki hastalıklarının engellenmesinde ve bitki gelişimini teşvik etmede etkili olmayabilir (Weller, 1998; Bennett ve ark., 1999). Yürütülen bu çalışmada da ikili kültür testinde ve tohum uygulamalarında etkili olan türler bitki gelişiminde etki göstermemiştir. Bu durumun nedenleri; uygulanan bakteri türlerinin yoğunluklarının yeterli olmayışı veya yeterince kolonize olamayışı, tekli uygulama yerine kombine uygulamanın yapılması gerektiği söylenebilir.

SONUÇ

Domateste yıkıcı kayıplar oluşturan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile kimyasal mücadelenin etkili olmamasından dolayı bilimsel araştırmalarda hastalık etmeni ile biyolojik mücadele çalışmaları dikkat çekmektedir. Bu çalışmada bitki hastalıklarının kontrolünde ve bitki gelişiminde olumlu sonuçları olan vermikompost materyalinden elde edilen bakterilerin *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerinde oluşturduğu etkiler ikili kùltür testleri ve tohum uygulamaları şeklinde araştırılmıştır. Çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Vermikompostlardan elde edilen bakteri izolatları ile yapılan ikili kùltür testlerinde izolatlar patojen üzerinde 2.45-11.98 mm arasında değişen oranlarda etki göstermiştir. Patojen üzerinde en başarılı izolat SA-7 kod ile *Bacillus megaterium* olmuştur.

Tohum çalışmasında ikili kùltür testi sonucu yüksek etki gösteren üç bakteri izolatu kullanılmıştır. Serada yürütölen tohum çalışmasında hastalığı baskılamada en yüksek etki %70 ile *Bacillus megaterium*'da görölmüştür. Diğer başarılı izolat ise %64 etki ile *Bacillus* sp. SA-5'de görölmüştür. Çalışmada aynı zamanda bakteri izolatlarının uygulandığı, patojenin uygulanmadığı tohumlarda izolatların fide gelişimi üzerine etkisi de incelenmiştir. Kullanılan izolatlar ve yöntemeye göre bakterilerin fide gelişimi üzerinde olumlu bir etkisi olmamıştır.

Sonuç olarak bu bakteriler ile tohum uygulamalarına ilaveten sera ve tarla denemelerinin yürütölmeye gerekmektedir. Özellikle etki mekanizmalarının belirlenmesi ve domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı gibi mücadelesi zor olan diğer patojenlerin mücadelelerinde kullanılması oldukça önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbo, A.S., Idris, M.O. ve Hammad, A.M., 2012. The Antifungal Effects of Four Tomato Rhizosphere *Bacillus* spp. against *Alternaria alternata*. International Journal of Science and Research, (2012), 3.358, 2319-7064.
- Abo-Elyousr, K.A.M., Khalil Bagy, H.M.M., Hashem, Alamri, S.A.M. ve Mostafa, Y.S., 2019. Biological control of the tomato wilt caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* using formulated plant growth-promoting bacteria. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 29,54.
- Abo-Elyousr, K.A.M. ve Hassan, S.A., 2021. Biological control of *Ralstonia solanacearum* (Smith), the causal pathogen of bacterial wilt disease by using *Pantoea* spp. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 31,113.
- Adhikary, S., 2012 Vermicompost, the story of organic gold: a review. Agricultural Sci, 3(7), 905–917.
- Agarwal, M., Dheeman, S., Dubey, R.C., Kumar, P., Maheshwari, D.K. ve Bajpcani, V.K., 2017. Differential Antagonistic Responses of *Bacillus pumilus* MSUA3 against *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* Causing Fungal Diseases in *Fagopyrum esculentum* Moench. Microbiology Research, 205, 40-47.
- Agrios, G., N., 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. London, UK. 530p.
- Ahmad, F., Ahmad, I. ve Khan, M.S., 2005. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of azotobacter and fluorescent pseudomonas in the presence and absence of tryptophan. Turk Journal of Biology, 29, 29-34.
- Akat, S. ve Özaktan, H., 2011. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ile Biyolojik Mücadelede Bakteriyel Antagonistlerin Etkinliğinin Araştırılması. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 2011, 2 (1), 3-18.
- 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, 2023. 2003 ve 2004 yıllarına ait Türkiye domates üretiminin değerlendirilmesi. [https://tarimgundemdergisi.com/2023-ve-2024-yillarina-ait-turkiye-domates-uretiminin-degerlendirilmesi/\(20.12.23\)](https://tarimgundemdergisi.com/2023-ve-2024-yillarina-ait-turkiye-domates-uretiminin-degerlendirilmesi/(20.12.23)).
- Atiyeh, K.M., Subler, S., Edwards, S.A., Bachman G., Metzgen, J. ve Shuster, W., 2000. Vermikompostların ve kompostların bahçecilik kap ortamlarında ve toprakta bitki büyümesi üzerindeki etkileri. Pedobiyoloji Dergisi, 579-590.
- Asciutto, K., Rivera, M. C., Wright, E. R., Morisigue, D. ve Lopez, M.V., 2006. Effect of vermicompost on the growth and health of *Impatiens wallerana*. International J of Experim Botany, 75, 115-123.
- Banayem, H.H, Shahryari, F. ve Ghasemi, A., 2020. Survey of fluorescent pseudomonads from rhizosphere and rhizoplane of tomato for biocontrol of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. J. Crop Prot., (9)3, 395-410.
- Basco, M.Y., Bisen, K., Keswani, C. ve Singh, H.B., 2017. Biological management of *Fusarium* wilt of tomato using biofortified vermicompost. Mycosphere, 8(3), 467-483.
- Basım, E., Basım, H., Dickstein, E.R. ve Jones I.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.

- Basu, P.K., 1970. Temperature an important factordetermining Survival of *Corynebacterium michiganense* in soil. *Phytopathology*, 60, 825-827.
- Berg, G. ve Hartmann, L.E., 2005. The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria. *Environmental Microbiology*, 7 (11), 1673-1685.
- Boudyach, E.H., Fatmi, M., Akhayat, O., Benizri, E. ve Ait Ben Aumar, 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.
- Bozkut, İ.A. ve Soylu, S., 2019. Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antogonistik potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 348-361.
- Belgüzar, S., 2014. Tokat Yöresinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'nin Tanılanması ve Epidemiyolojisi Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Belgüzar, S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2016. 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., 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 ilinde kullanılan domates fidelerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in varlığının belirlenmesi, *Bitki Koruma Bülteni*, 59(2), 33-37.
- Belgüzar, S., Ciner, İ., Eroğlu, Z. ve Yanar, Y., 2021. Effects of Rhizobacteria on tomato Bacterial Cancer and wilt disease. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2), 1075-1081.
- Belgüzar, S., 2023. Potential use of vermicompost against tomato bacterial canker and wilt disease. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130, 1083-1090.
- 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.
- Bitgen, E. ve Mirik, M., 2021. Tekirdağ ilinde yetişen zeytin ağaçlarında dal kanseri hastalığı etmeni *Pseudomonas savastonia* pv. *savastonia* tanısı ve antagonist bakteriyel izolatlar ile biyolojik mücadelesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 326-336.
- Bora, T. ve Özaktan, H., 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 205, İzmir.
- Bremer, H., G., Karel, K., Bıyıkoğlu, N., Göksel ve F. Petrak, 1952. Türkiye'nin parazit mantarları üzerinde incelemeler (Schizomycetes, Oomycetes, Ascomycetes 2). *İ.Ü Fen Fakültesi Mecmuası*, 17, 145-160.
- Bryan, M.K., 1930. Studies on Bacterial Canker of tomato *Journal of Agricultural Research*, 41,825-851.
- Ceritoğlu, M., Şahin, S. ve Erman, M., 2018. Vermicompost production technique and materials used in production. *Turk J of Agric Res*, 6(2), 230-236.

- Ceritoğlu, M., şahin, S. ve Erman, M., 2019. Vermikompost Üretim Tekniği ve Üretimde Kullanılan Materyaller, Siirt Üniversitesi Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 6(2),230-336.
- Chang, R.J., Ries, S.M. ve Pataky, J.K., 1991. Disemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* by practies 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 of tomatoes. *Phytopathology*, 82,553-560.
- Chau H., Edwards, C.A., Brickner, A., Lee, S.S. ve Arancon, N.Q., 2002. Suppression of theplant diseases, Pythium (damping-off), Rhizoctonia (root rot) and Verticillium (wilt) by vermicomposts. In: Brighton crop protection conference-pests and diseases, II(8B-3).
- Ciner, İ., 2019. Tokat İlinden Elde Edilen Rizobakterilerin Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth promotin rhizobacteria under greenhouse and two differentfield 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. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının 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)'ın Tanımı, Savaş yöntemleri ve Etmene Karşı Dayanıklı Domates Çeşitleri Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 139, Bilimsel Araştırmave İnceleme Tezleri.
- Dominguez, J.ve Edwards, C.A., 2011. Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Waste and Environmental Management: In: Sherman (Eds), Relationships between composting and vermicomposting: relative values of the products, 2nd edn., CRC Press. Boca Raton, Florida, pp 1-14.
- Dönmez, 2024. First Report of Bacterial wilt Caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Affecting Tomato in İğdir. *Journal of Agricultural Production*(2024), 5(24), 217-227.
- EPPO, 2025. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization-IMI, 2025-www.eppo.int),<https://gd.eppo.int/taxon/CORBMI/distribution> (12.12.2024).

- Erdevil, A. Z. ve Aysan, Y., 2024. Kavunda bakteriyel fide yanıklığı hastalığının biyolojik mücadelesinde rizosfer bakterilerinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarda kullanım olanaklarının belirlenmesi. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 39(29), 352-366.
- Eşitken, A., Pirlak, L., Turan, M. ve Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry, Scientia Horticulturae, 110, 324–327.
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical database.
- 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.
- Fracchia, L., Dohrmann, A.B., Martinotti, M.G. ve Tebbe, C.C., 2006. Bacterial diversity in a finished compost and vermicompost: differences revealed by cultivation independent analyses of PCR-amplified 16S rRNA genes. Applied Microbiology and Biotechnology, 71(6), 942–952.
- 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.
- Gautam, S., Chauhan, A., Sharma, R., Sehgal, R. ve Shirkot, C.K., 2019. Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* for biocontrol of bacterial canker of tomato incited by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. Microbial Pathogenesis, 130(2019),196-203.
- Gitaitis R.D., Beaver R.W. ve Voloudakis A.E., 1991. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in symptomless tomato transplants. Plant Disease, 75 (8), 834-838.
- Gleason, M.L., Braun, E.J., Carlton, W.M. ve Peterson, R.H., 1991. Survival, disesemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. Phytopathology, 81, 519-523.
- 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.
- Gopakrishnan, S., Pande, S., Sharma, M., Humayun, P., Kiran, B.K., Sandeep, D., Vidya, M.S., Deepthi, K. ve Rupela, O., 2011. Evaluation of actinomycete isolates obtained from herbal vermicompost for the biological control of *Fusarium* wilt of chickpea. Crop Protection, 30, 1070-1078.
- Hausbeck, M.K., Bell, J., Medina-Mora, C., Podolsky, R. ve Fulbright, D.W., 2000. Effect of bactericides on population sizes and spread of *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomatoes in the greenhouse and on disease development and crop yield in the field. Phytopathology, 90(1), 38-44.
- Horuz, S. ve Aysan, Y., 2018. Kabakgil tohumlarında Karpuz Bakteriyel Fide Yanıklığı ve Meyve Lekesi Hastalığı etmeni *Acidovorax citrulli*'nin varlığının belirlenmesinde kullanılacak uygun yöntemler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(3), 138-146.
- Jahri, H., Bahro, H., Burger, A., Ahlemeyer, J. ve Eichlaub, R., 1999. Interaction between *Clavibacter michiganensis* and its host plants. Environmental Microbiology, 1:113-118.

- Jung, W.J., Mabood, F., Souleimanov, A., Whyte, L.G., Niederberger, T.D. ve Smith, D.L., 2014. Antibacterial activity of antagonistic bacterium *Bacillus subtilis* DJM-51 against phytopathogenic *Clavibacter michiganense* subsp. *michiganense* ATCC 7429 *in vitro*. *Microbial Pathogenesis*, 77(2014), 13-16.
- Karak S., 2021. Mikorizal fungus ve vermikompost uygulamalarının patatestte *Rhizoctonia solani* Kühn. ve bitki gelişimi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Isparta.
- Karman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T. C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Kitaplar Serisi, 279.
- Karnez, E., Göldoğan, Ö., Ercan, N., Korkmaz, K. ve Aysan, Y., 2021. Domates Bakteriyel Benek Hastalığının Mücadelesinde Vermikompost Uygulamasının Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 726-735.
- Karut, Ş., 2011. Organik Tarımda Domates Bakteriyel Solgunluk Etmenine Karşı Kullanılabilecek Tohum Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. Bitki Koruma Bölümü, Adana.
- Kaya, N., Karnez, E., 2022, Aktepe, B.P. ve Aysan, Y., 2022. Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelenmesinin etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 299-308.
- Kaya, H., Aktepe, B.P. ve Aysan, Y., 2023. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 38(1), 1133-1146.
- Kawicha P., Laopha, A., Chamnansing, W., Sopawed, W., Woncharone, A. ve Sangdee A., 2020. Biocontrol and plant growth-promoting properties of *Streptomyces* isolated from vermicompost soil. *Indian Phytopathological Society*.
- Keleş, 2021. *Bacillus megaterium*'un *Fusarium* Türlerinde Antagonist Etkisinin İncelenmesi. Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Keser, M., Çetinkaya-Yıldız, R. ve Aysan, Y., 2023. Adana ve Osmaniye illerinde yetiştirilen mısır bitkilerinde bakteriyel gövde çürüküğü hastalığının saptanması ve biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 667-682.
- Kildea, S., Ransbotyn, V., Khan, M.R., Fagan, B., Leonard, G., Mullins, E. ve Doohan, F.M., 2008. *Bacillus megaterium* shows potential for the biocontrol of septoria tritici blotch of wheat. *Biological Control* 47 (2008) 37–45.
- 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.
- Kurt, Ö., 2023. Domates Bakteriyel ve Solgunluk Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'nin Biyolojik Kontrolünde Farklı Bakteri Strainlerinin Kullanımı. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Iğdır.
- Klement, Z. ve Goodman, R.N., 1967. The hypersensitive reaction to infection by Bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 5,17- 44.
- Mirik M., Aysan Y. ve Çınar, O., 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with *Bacillus* strains. *Turk. J. Agri. For.*, 32,381–390.

- Mohammedi, P., 2018. Domates Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı Etmeninin Biyoajan bakteriler kullanılarak mücadele imkanlarının araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Mohammedi, P.ve Kotan, R., 2024. Domates Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığının (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis *et al.*) bakteriyel antogonistler kullanılarak mücadele imkanlarının araştırılması. Türk Biyolojik Mücadele Dergisi, 15(1),1-20.
- Nautiyal, C.S., 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. FEMS Microbiology Letters, 170,265-270.
- Nagavallema, K. P., Wani, S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineala, C., Rao, M.B. ve Sahrawat, K.L., 2004. Vermicomposting: recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme Agroecosyst, 8,1–23.
- Oloyede, A.R., Ogbuagor, C.J., Afolabi C.G. ve Akintokun, A.K., 2021. Biological control of bacterial canker of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by use of non-native strains of plant growth-promoting rhizobacteria. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 54,15-16.
- Oral, S. ve Kotan, R., 2021. Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin domateste bitki gelişim parametreleri, verim ve bitki sağlığı üzerine etkisi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 12 (1), 47-65.
- Öktem, Y.E., 1984. Domates bakteriyel solgunluğu (*Corynebacterium michiganense*)’nun Ankara İlindeki yayılışı, etmenin toprak ve bitkiden izolasyonu ile bitki artıklarında yaşama süresi üzerine çalışmalar. Türkiye’de Sertifikalı ve Kontrol-lü 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.
- Özdemir, Z., 2005. First report of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, on processing tomato in Turkey. Plant Pathology Journal 4,143-145.
- Öztürk, İ., 2024. Seralarda Yetiştiriciliği Yapılan Domates Bitkisinde Görülen Domates Bakteriyel Benek Hastalığının Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Özyılmaz, Ü., 2001. Aydın İlinde Sera Domateslerinde Toprak Kaynaklı Bakteriyel Hastalıkların Saptanması. (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın.
- Özyılmaz, Ü. ve Benlioğlu, K., 2015. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığına Karşı Antagonistik Bakteriler ile Biyolojik Mücadele. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9.Ekim, 2015, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Peritore-Galve, F.C., Schneider, D. J., Yang, Y., Thannhouser, T.W., Smart, C.D. ve Stodgill, P., 2019. Proteomeprofile and genome refinement of the tomato – pathogenic bacterium. *Clavibacter michiganensis*. Proteomics, 19 (7), e1800224-e1800224.
- Poysa, V., 1993. Evaluation of tomato breeding lines resistant to bacterial canker. Canadian Journal of Plant Pathology, 15(4), 301-304.

- Pharand, B., Carisse, O. ve Benhamou, N., 2002. Cytological aspects of compost-mediated induced resistance against fusarium crown and root rot in tomato. *Phytopathology*, 92,424–438.
- Rat, B., Poissonnier, J., Goisque, M.J. ve Burgaud, A., 1991. Le point sur le chancre 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.
- Rose, S., Parker, M. ve Punja, Z.K., 2003. Efficacy of biological and chemical treatments for control of *Fusarium* root and stem rot on green house cucumber. *Plant Diseases*, 87,1462–1470.
- Sarma, B.K., Singh, P., Pandey. S.H. ve Singh, H.B., 2010. Vermicompost as modulator of plant growth and disease suppression. *Dyn Soil Dyn Plant*, 4 (1), 58-66.
- Serin, M. ve Horuz, S., 2022. Mersin ili Silifke ilçesinde yer alan domates seralarında görülen bakteriyel hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi, 2022. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1), 79-87.
- Soylu, E.M., Soylu S., Kara M. ve Kurt Ş., 2020. Sebzelerde Sorun Olan Önemli Bitki Fungal Hastalık Etmenlerine Karşı Vermikomposttan İzole Edilen Mikrobiyomların *In vitro* Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 7-18.
- Szcech, M., 1999. Suppressiveness of Vermicompost against Fusarium Wilt of Tomato. *Fitopatoloji Dergisi*, 7(3), 155-161.
- Şahin, F., Uslu, H., Kotan, R. ve Dönmez, M.F., 2002. Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* spp. *michiganensis*, on tomatoes in eastern Anatolia region of Turkey. *Plant Pathology*, 51, 399.
- Saygı, S., 2010. Tokat Domates Üretim Alanlarında Bakteriyel Kanser (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.) Hastalığının Rastlanma Sıklığı ve Bu Hastalığa Karşı Domates EBR3 Mutantlarının Reaksiyonlarının Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Saygılı, H., Şahin F. ve Aysan Y., 2006. *Fitobakteriyoloji*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 530s.
- Soner, Y., Serhat, D., Cumhuriyet, A. ve Diktaş, H., 2014. Mikrobiyolojik Tanımlamada MALDI-TOF MS Uygulamaları. *TAF Önleyici Hekimlik Bülteni*, 13(5), 421.
- Strider, D.L., 1967. Survival studies with the tomato bacterial canker organism. *Phytopathology*, 67, 1067-1071.
- Şimşek-Erşahin, Y., Haktanır K. ve Yanar, Y., 2009. Vermicompost suppresses *Rhizoctonia solani* Kühn. in cucumber seedlings. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116(4), 182-188.
- Şimşek-Erşahin, Y., 2010. Bitki Hastalıklarını ve Zararlılarını Kontrol Etmek için Vermikompost Ürünlerinin Kullanımı. *Solucanların Biyolojisi*, Ayten Karaca, Springer, Ankara, 191-213.
- Takishita, Y., Charron, J.B. ve Smith, D.L., 2018. Biocontrol Rhizobacterium *Pseudomonas* sp. 23 S Induces Systemic Resistance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Against Bacterial Canker *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Frontiers in microbiology*, 9(2119), 1-14.
- Takishita, Y., Soulemanov, A., Bourguet, C., Ohlund, L.B., Arnold, A.A., Sleno, L. ve Smith, D.L., 2021. *Pseudomonas entomophila* 23S Produces a Novel Antagonistic

- Compound against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, a Pathogen of Tomato Bacterial Canker. *Applied Microbiology*, 1, 60-73.
- Tekiner, N., Tozlu, E. ve Kotan, R., 2019. Biological control of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler's in *in vitro* conditions tomatoes by bacteria. *Ataturk University, Plant Protection Bulletin*, 59 (4) ,57-68.
- Tireng Karut, Ş., Horuz, S. ve Aysan, Y., 2019. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı Etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in Tohumda Aranması ve Farklı Tohum Uygulamalarının Hastalık Gelişimi Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 284-296.
- TÜİK, 2024. Türkiye Domates Üretim Rakamları. <https://biruni.tuik.gov.tr/>, (11.07.2024).
- Tutar, U., 2013. Solucan gübresinden elde edilen bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal etkinliğin araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Bilim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 1-12.
- Uçar, P.C. ve Akköprü, A., 2022. Domateste *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in ikincil enfeksiyonuna karşı endofitik bakterilerin biyokontrol kapasitesinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 50-59.
- Umarusman, M.A., Aysan, Y. ve Özgüven, M., 2019. Farklı bitki ekstratlarının Bezelye Bakteriyel Yaprak Yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) antibakteriyel etkilerinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 297-314.
- Utkhede R. ve Koch, C., 2004. Sera domateslerinin bakteriyel kanserini kontrol etmek için biyolojik tedaviler . *Biyokontrol Dergisi*, 49(3), 305-313.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, E.M., Kara, M. ve Soylu, S., 2018. Evaluation of the matrix-assisted laserdesorption/ionization time-of-flight (MALDI-TOF) mass spectrometry for identification of some plant fungal pathogenic species. *International Agricultural Science Congress*. 09-12 May Van/Turkey.
- Uysal-Şahin, B. ve Dönmez, M.F., 2020. Farklı Bakteri Uygulamalarının Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1507-1517.
- Uzunok, S., 2021. Vermikompost Ekstratlarının Bazı Havai Fungal Bitki Patojenlerini Baskılama Etkinliğinin Araştırılması.(Yüksek Lisan Tezi), Karatekin Üniversitesi. Bitki Koruma Bölümü, Çankırı.
- Üstün, N., 2008. Patates Kahverengi Çürüklük Hastalığı Brown Rot of Potato Domates ve Sardunya Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Southern Bacterial Wilt of Tomato and Geranium Muz Moko Hastalığı Moko Disease of Banana Tütün Granville Solgunluğu Granville Wilt of Tobacco *Ralstonia solanacearum*. *Bitki Bakteri Hastalıkları*, Hikmet Saygılı, Fikretin Şahin, Yeşim Aysan, Meta Basım Matbaacılık, Bornova-İzmir, 127-134.
- Van Heerden, I., Wehner, F.C. ve Kotze, J.M., 1995. Citrus waste compost for control of root-infecting *Phytophthora* species. *South Afr Avocado Growers Assoc Yearbook*, 18,38-40.
- Wang, C., Sun, Z. J. ve Zheng, D., 2006. Research advance in antibacterial immunity ecology of earthworm. *The J of Appl Ecol*, 17(3), 525-529.
- Weller, D.M., 1988. Biological control of Soilborne Plant Pathogens in the Rhizosphere with Bacteria. *Phytopathology*, 26, 379-407.
- Yaviç, Ş., Demir, Ş. ve Boyno, G., 2020. Solucan gübresinin domateste *Sclerotinia sclerotiorum* Bary' un neden olduğu kök çürüklüğü hastalığına etkilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 13-20.

- Yıldırım, N., 2019. Bazı Biyopreparatların Domates Bakteriyel ve Kanser ve Solgunluk Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Isparta.
- Yılmaz, M., 2014. Bazı Uçucu Yağların Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Etmeninin Kontrolündeki Etkinliğinin Belirlenmesi ve Bu Yağların Film Kaplamadaki Kullanımı.(Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.
- Yogev, A., Raviv, M., Kritzman, G., Hadar, Y., Cohen, R., Kirshner, B. ve Katan, J., 2009. Suppression of bacterial canker of tomato by composts. *Crop Protect*, 28, 97-103.
- Zhao, F., Zhang, Y., Dong, W., Zhang, Y., Zhang, G., Sun, Z. ve Yang, L., 2019. Vermicompost can suppress *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* via generation of beneficial bacteria in a long-term tomato monoculture soil. *Plant Soil*, 440, 491-505.

EKLER

EK 1

Yapılan analizler	Analiz sonuçları
Organik madde %	64.19
Toplam azot %	2.60
Nem %	76.55
pH	7.70
EC ms cm ⁻¹	4.75
Toplam fosfor %	1.59
Toplam potasyum %	1.43
Toplam kalsiyum ppm	17162
Toplam mağnezyum ppm	7060
Toplam demir ppm	5274
Toplam bakır ppm	76.16
Toplam çinko ppm	149.02
Toplam mangan ppm	289.02

EK 2

Çalısmada Kullanılan Besi Yerleri:

- King B

Proteose Peptone	10 g
Gliserin	5 ml
K ₂ PO ₄	0,75 g
MgSO ₄ 7H ₂ O	0,75 g
Agar	7,5 g
Saf su	500 ml

-Nutrient Agar (NA)

Nutrient Agar	20 gr
Saf su	1000 ml

-Nutrient Broth (NB)

Nutrient Broth	0,72 gr
Saf su	90 ml

-JENSEN' S

Sucrose	10 gr
K ₂ PO ₄	0,5 gr
MGSO	0,25 gr
NaCl	0,25 gr
FeSO ₄	0,0025 gr
Agar	10gr
Saf su	500 ml

-NBRIP

Glikoz	5 gr
Ca ₃ (PO ₄) ₂	2,5 gr
(NH ₄)SO ₄	0,05 gr
MgSO ₄ 7H ₂ O	0,125 gr
KCL	0,1 gr
MgCl ₂ 6H ₂ O	2,5 gr
Agar	7,5 gr
Saf su	500 ml