



Araştırma Makalesi

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Hatice KAYA¹, Benian Pınar. AKTEPE², Yeşim AYSAN^{1*}

ÖZ

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Bakteriyel Solgunluk Hastalığı ekonomik anlamda domates bitkilerinde önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Hastalıkla mücadelede mikrobiyal gübreler, iki dezenfektan ve domateste ruhsatlı bir bakırlı preparatın domates bitkilerinde baskılayıcı etkisi ve yeşil aksamdaki toplam bakteriyel floraya etkisi bu çalışmada araştırılmıştır. Uygulamalar arasında, 14 farklı antagonist bakteri türünü içeren bir biyolojik mücadele ürünü olan Bio-Ag, hastalığı %51.07 oranında baskılayarak en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. SS-Süper Roots ve SS-Stomafix uygulamaları da etkili diğer uygulamalar olarak belirlenmiş ve hastalık sırasıyla %35.70 ve %35.17 oranında baskılanmıştır. Sonuç olarak mikrobiyal gübrelerin Bakteriyel Solgunluk Hastalığı'nın biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, Bakteriyel Solgunluk, Mikrobiyal Gübre, Dezenfektan, Biyolojik Mücadele.

Investigation of Chemical and Biological Control Possibilities of Tomato Bacterial Wilt Disease

ABSTRACT

Bacterial Wilt Disease caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* results in significant crop losses economically in tomato plants. This study investigated the suppressive effect of microbial fertilizers, two disinfectants, and a licensed copper based compound to control tomato bacterial wilt disease and the effect on the total bacterial flora on tomato leaves. Among the applications, Bio-Ag, a biological control product containing 14 different types of antagonistic bacteria, was determined the most effective treatment by suppressing the disease by 51.07%. Applications of SS-Super Roots and SS-Stomafix were also determined as other effective applications and the disease was suppressed by 35.70% and 35.17%, respectively. As a result, it was determined that microbial fertilizers have the potential to be used in the biological control of Bacterial Wilt Disease.

Keywords: Tomato, Bacterial Wilt, Microbial Fertilizer, Disinfectant, Biological Control

ORCID ID (Yazar Sırasına Göre)

0000-0002-4920-9660;0000-0002-4731-9954;0000-0003-2647-5111

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 10.04.2023

Kabul Tarihi: 30.06.2023

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Kadirli, Osmaniye

*E-posta: aysanys@gmail.com¹

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Giriş

Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dünyada ve ülkemizde üretim ve tüketim açısından önde gelen sebzelerdendir. Ülkemizin konumu nedeniyle sahip olduğu iklim koşulları sebze üretimini her geçen yıl arttırmakta ve hem açık alanda hem de örtü altında sofralık ve sanayi domatesinin üretilmesine olanak sağlamaktadır. 2021 yılı TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre ülkemizde toplam 13.095.258 ton (Anonim, 2022a), dünyada ise 186.821.216 ton domates üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 2022). Sebze üretiminde domatesin ilk sırada gelmesinin nedeni, zengin mineral ve vitamin içeriğiyle beslenmedeki önemi ve gıda sanayinde turşu, konserve, dondurulmuş, salça ve ketçap olarak farklı kullanım alanlarına sahip olmasıdır (Anonim, 2022b).

Sofralarımızda önemli bir yeri olan domates bitkisinde, birçok biyotik ve abiyotik kökenli hastalık etmenleri önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Ekonomik anlamda domates bitkilerinde önemli ürün kayıplarına sebep olan biyotik etmenlerden biri de *Microbacteriaceae* familyası içerisinde yer alan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.'in (*Cmm*) neden olduğu Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı'dır (Agrios, 2005; Fatmi ve ark., 2017; Peritore-Galve ve ark., 2021). Etmen *Solanaceae* familyasından domates (*Lycopersicon esculentum* L.), biber (*Capsicum annum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena*)'da hastalık oluştursa da ekonomik anlamda önemli olduğu tek kültür bitkisi domatestir (Jones ve ark., 2016). Hastalık etmeni ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nin Michigan eyaletindeki domates üretim alanlarında 1909 yılında saptanmıştır (Gleason ve ark., 1993). Tokgönül (1998)'in bildirdiğine göre bu hastalığın varlığı ülkemizde ilk olarak İç Anadolu bölgesinde belirlenmiş ve sonrasında diğer bölgelere bulaşık tohum veya fidelerle yayılım göstermiştir (Sahin ve ark., 2002; Basim ve ark., 2004; Belgüzar ve ark., 2019). Hastalığın belirtileri enfeksiyonun başlangıç yerine göre farklılık göstermektedir. Enfeksiyon, tohumdan gelişip iletim demetlerine girmiş ise sistemik enfeksiyondan, domates bitkisinde koltuk alma işlemi gibi kültürel işlemler

sırasında açılan yaralardan veya hidadot gibi doğal açıklıklardan oluşmuşsa lokal enfeksiyondan söz edilir. Sistemik enfeksiyonda ilk hastalık belirtisi solgunluktur. Bitki fide döneminde sistemik enfeksiyona yakalanmış ise genç fideler hızla solar, çöker ve ölür, olgun dönemde ise bitkilerde solgunluk semptomu daha yavaş ve dereceli olarak ilerler. Hastalıklı bitkiler boyuna kesildiğinde iletim demetlerindeki renk değişimi kolaylıkla görülebilir. Hastalık etmeninin erken dönemde iletim demetlerinde oluşturduğu sarımsı renklenme, ilerleyen dönemlerde kahverengileşir ve gövdelerde çatlama meydana gelir. Patojen bakterinin iletim demetlerindeki bu tahribatından dolayı yeterli su ve besin alamayan bitkiler solmuş bir hal alır. Hastalık adını spesifik koşullar altında gelişen gövde solgunluklarından alır. Lokal enfeksiyonlarda ise belirtiler, nekrozlar ve yaprak lekeleri ile başlayıp uygun şartlar altında ilerleyerek sistemik enfeksiyonu başlatabilirler. Meyve de ise ortası kahverengi ve çevresi beyaz bir hale ile çevrili kuş gözü lekeleri olarak adlandırılan semptomlar gösterir. Lokalize olmuş bir enfeksiyon zamanla, iletim demetlerine ilerleyerek uygun koşullar altında sistemik bir enfeksiyonu başlatabilir (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2008). Patojen latent dönemdeyken tohumda, bulaşık toprakta, topraktaki bitki artıklarında ve yabancı otlar üzerinde epifitik olarak yaşamını sürdürebilmektedir (Fatmi ve ark., 2017; Peritore-Galve ve ark., 2021). Etmenin farklı yerlerde yaşamını sürdürebilme yeteneğinden dolayı mücadelesi oldukça zordur. Bitki hastalıkları ile mücadelede yoğun biçimde kullanılan kimyasalların insan sağlığı ve doğa üzerine olan olumsuz etkilerinin olması, özellikle bakteriyel patojenlerin pestisitlere karşı direnç oluşturmaları, son yıllarda bakteriyel hastalıkların mücadelesinde doğa dostu alternatif yöntemlerin kullanılmasını öncelikli konular haline getirmiştir (Aktepe ve Aysan, 2022; Ercan ve ark., 2022; Tümen ve ark., 2023). Bu hastalığın mücadelesinde bakteriyofajlar (Cemen ve ark., 2018), bitki ekstraktları ile uçucu yağlarının (Oloyede ve ark., 2021), antagonist mikroorganizmaların ve yeni nesil gübrelerin (Belgüzar ve ark., 2021; Coşkun ve Horuz, 2023; Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2014;

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Gül ve Horuz, 2021) başarıyla kullanılabileceğini gösteren pek çok araştırma makalesi bulunmaktadır. Bakteriyel Solgunluk Hastalığı'nın biyolojik mücadelesinde *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Paenibacillus*, *Lactococcus*, *Pseudomonas*, *Aureobasidium*, *Pantoea*, *Bifidobacterium* ve *Saccharomyces* cinslerinin içerisinde yer alan türlerin dost mikroorganizma olarak kullanımı hakkında son yıllarda pek çok araştırma yayınlanmıştır (Abo-Elyousr ve Almasaudi, 2022; Hwajin ve ark., 2022; Uçar ve Akköprü, 2022). Bu antagonistler, farklı etki mekanizmalarıyla (yer ve besin rekabeti, antibiyosis, siderefor üretimi ve bitkide dayanıklılığın uyarılması) bitki gelişimini arttırdığı gibi patojenleri de baskılayarak hastalık oluşumunu engellerler (Özaktan ve ark., 2010). Özellikle toprak orijinli *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans* türlerini içeren ticari ürünler organik asit ve amino asit üretme özelliğine sahip olmaları nedeniyle bitkinin kök gelişimine olumlu etki sağladığı bilinmektedir. Ayrıca bu dost mikroorganizmalar bitkinin kök bölgesine veya yeşil aksamına kolonize olduğunda klorofil ve karotenoid içeriğinin artmasına katkı sağlamaktadır. Bitkideki faydalı mikroorganizma dengesinin olumlu yönde değişimiyle bitki sağlıklı büyürken hastalıklara da dayanıklı hale gelmektedir (Shoda, 2020). Ayrıca, bitkilerin kök bölgesinde yararlı mikroorganizma sayısını artırarak topraktaki fosfat, demir ve azot bitkiler tarafından alınabilir hale gelir. Buna bağlı olarak verim ve ürün kalitesini artırmaya yardımcı olur (Kumar ve ark., 2021). Bu hastalığın mücadelesinde üreticinin etkili bir şekilde kullanabileceği ruhsatlı bir kimyasal bulunmamaktadır. Entegre hastalık yönetimi kapsamında sağlıklı fide kullanımı, üretim alanında patojen bakterinin sekonder yayılmalarını önlemek için hijyen kurallarına uyulması ve bakırlı preparatların kullanımı, aktivatör veya biyolojik mücadele ürünlerinin kullanımı ile bitkide dayanıklılığın uyarılması önerilmektedir. Mikroorganizmalar üretim zincirinde çalışan personelin ellerine, kıyafetlerine (özellikle ayakkabılar) ve taşıma

materyaline yapışarak bir yerden diğerine veya bir bitkiden diğerine mekanik olarak kolaylıkla taşınır. Tarımsal üretim alanlarında patojenlerin bu bulaşma sorununu önlemek için genellikle hijyen kurallarına uyulur ve dezenfektanlar kullanılır (Wales ve ark., 2020). Örneğin üretim alanına giriş ve çıkış kapılarına dezenfektan içeren paspasların yerleştirilmesi, personelin el hijyenine dikkat etmesi ve günlük temiz kıyafet giymeleri bitki patojen bakterilerin yayılmasını önlemek için önemli kültürel önlemlerdir (Baysal-Gurel ve ark., 2013). Üretim alanında kullanılan budama makaslarının, bıçakların veya koltuk alımında işçi ellerinin dezenfeksiyonunda kullanılması gereken kimyasal dezenfektanların son yıllarda bitkiye püskürtülmesi işlemi ile karşılaşmaktayız.

Bu çalışmada iki dezenfektanın, domateste ruhsatlı bir bakırlı preparatın ve üç farklı mikrobiyal gübrenin domates bitkilerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Bakteriyel Solgunluk Hastalığı'na etkisi cam serada saksı denemesiyle araştırılmıştır. Ayrıca bu preparatların domates yeşil aksamındaki toplam bakteriyel floraya etkisi de ortaya konmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada patojen bakteri olarak, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan Prof. Dr. Yeşim Aysan tarafından izole edilip farklı metotlarla tanısı yapılmış YA-142 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatu kullanılmıştır. Çalışmada, domateste ruhsatlı bakırlı preparat Kocide, iki dezenfektan (klordioksit ve hidrojen peroksit), ve üç farklı mikrobiyal gübre olarak ruhsatlı biyolojik mücadele ürününün (SS-Stomafix, Bio-Ag ve SS-Süper Root) domates bitkilerinde *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Bakteriyel Solgunluk Hastalığına etkisini değerlendirirken kullanılmıştır (Çizelge 1). Patojenite testinde ve sera denemesinde Panzer F1 çeşidi domates fideleri kullanılmıştır.

Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Çizelge 1. Dezenfektanların, bakırlı preparatın ve biyolojik mücadele ürünlerinin içerik özellikleri

Ticari adı	İçerik	Üretici Firma
Kocide 2000	%35'lik metalik bakıra eşdeğer bakır hidroksit	Corteva Agriscience
Best Clean	pH düzenleyici (belirsiz oranda hidrojen peroksit)	Agro Flora Kimya Tarım Ürünleri San. ve Tic. Ltd
SMC-000	pH düzenleyici (belirsiz oranda klordioksit)	Semica Kimya A.Ş
SS-Stomafix	<i>Bacillus subtilis</i> (1×10^{10} hücre/ml)	Supersol Biyoteknoloji AŞ.
SS-Süper Root	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> karışımı (1×10^7 hücre/ml)	Supersol Biyoteknoloji AŞ.
Bio-Ag	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bifidobacterium animalis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus termophilus</i> , <i>Rhodopseudomonas palustris</i> , <i>R. spheroides</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> karışımı (1×10^7 hücre/ml)	Agrotrade Kimya

Clavibacter michiganensis izolatının virülensliğinin artırılması ve patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

Bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan YA-142 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatı altı aydan fazla süredir %40'lık gliserol içerisinde -20 °C'de saklandığından dolayı virülensliğinde azalma olduğu düşünülmüştür. Bu izolat besi yerinde geliştirildikten sonra belirli süspansiyondaki bakteri koloni sayısı tespit edilmiş, domateste patojenite çalışması yapılarak izolatın virülensliği artırılmış ve denemelerde kullanılmak üzere geri izole edilmiştir. TSA besi yerinde 25 °C'de 48 saat geliştirildikten sonra steril bir öze ile toplanmış ve steril saline buffer (%0.85'lik NaCl) ile bir bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonun yoğunluğu macfarland dansiyometresinde 0.70 ölçüm değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan patojen bakteri süspansiyonundan 1 ml alınıp içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplerle 6 kez seyreltilerek seyreltme serileri hazırlanmıştır. Her bir seyreltme serisinden 100 µl alınarak TSA besi yeri içeren petrilere steril cam bagetle yayma işlemi yapılmıştır. Her bir seyreltmeden iki tekrarlı olmak üzere toplam 12 petriye farklı oranlarda seyreltilmiş bakteri süspansiyonu yayılmıştır. Petriler 25 °C'de 72 saat inkübe

edildikten sonra gelişen sarı renkli koloniler sayılarak macfarland dansiyometresinde 0.70 ölçüm değerinde hazırlanan süspansiyonun içerdiği ml'deki bakteri koloni sayısı hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990).

Her bir patojen bakteri süspansiyonuna ait altı farklı seyreltme serisinden 100'er µl alınıp steril şırınga ile domates fidelerinin (Panzer F1) kök boğazından yaklaşık 1 cm yukarıdaki kabuk altı dokusuna enjekte edilmiştir. Her bir seyreltmeden iki tekrarlı olmak üzere toplam 12 domates fidesine bakteri aşılması yapılmıştır. Patojenle inokule edilen bitkiler Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde bulunan 25±2 °C sıcaklık, %75 nem ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık iklim odası koşullarında muhafaza edilmiştir. Domates fideleri günlük olarak kontrol edilmiş ve patojen inokulasyonundan 25 gün sonra yapraklarda solgunluk ve sararma belirtileri gözlemlendiğinde, boyuna kesilerek iletim demetlerinde görülen lezyon boyu ölçülerek bitki boyuna oranlanıp hastalık oranı (%) hesaplanmıştır. Toplamda altı farklı bakteri yoğunluğu içeren süspansiyonla bulaştırılan bitkilerde gözlenen hastalık oranı ayrı ayrı not edilmiştir. Hastalık belirtisinin görüldüğü en düşük bakteri konsantrasyonu saksı çalışmasında kullanılmak üzere seçilmiştir. En iyi hastalık belirtisinin gözlemlendiği bir

Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

bitkiden TSA besi yeri kullanılarak yeniden patojen izolasyonu yapılmış ve Koch postulatı aşamaları tamamlanmıştır. İzolasyon petrisinden saflaştırılan YA-142 kodlu re-izolatın hastalık yapma yeteneği belirlenip virülensliği artırılmıştır. Bu izolatın gram reaksiyonu, TSA besi yerindeki koloni rengi ve akşam sefası bitkisinde aşırı duyarlılık reaksiyonu (Lelliott ve Stead, 1987; Gitaitis, 1990) belirlendikten sonra ileriki çalışmalarda patojen izolat olarak kullanılmak üzere, eğik olarak hazırlanmış YDCA besi yerinde 4 °C'deki buzdolabında saklanmıştır.

Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Deneme, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü araştırma ve deneme parselinde ısıtmasız cam serada 25 Mart 2022 tarihinde saksı denemesi olarak kurulmuştur. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Bakteriye Solgunluk Hastalığına biyolojik (Bio-Ag, SS-Stomafix, SS-Süper Root) ve kimyasal (bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit) ürünlerin etkinliği araştırılırken bu ürünler kök daldırması ve yeşil aksama püskürtme şeklinde Çizelge 2. Uygulama zamanları ve dozları

uygulama yapılmıştır.

Antagonist bakterileri içeren biyolojik mücadele ürünleri bitkide dayanıklılık mekanizmalarını uyarma yetenekleri olduğu bildirildiğinden fide dikimi öncesi köke uygulanmış ve ardından yeşil aksam püskürtmeleri yapılmıştır. Kimyasal ürünler olan bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit sadece yeşil aksama püskürtme şeklinde uygulaması yapılmıştır (Soykan ve Aysan, 2011).

Kimyasalların ve Biyolojik Mücadele Ürünlerinin Hazırlanması ve Uygulama Şekilleri:

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, denemeye alınan tüm biyolojik ve kimyasal ürünler üretici firmanın önerdiği dozlarda hazırlanmıştır. Kimyasallardan bakır hidroksit içerikli Kocide 2000 adlı ürünün tavsiye dozu 100 litre suya 150-200 gr olduğu için denemede kullanılmak üzere bir litre saf suya 2 gr eklenerek küçük bir miktarda hazırlanmıştır. Dezenfektanlar olan klordioksit ve hidrojen peroksit için bir litre saf suya 2.5 ml eklenerek hazırlanmıştır. Biyolojik mücadele ürünleri olan Bio-Ag ve SS-Stomafix bir litre saf suya 5 ml eklenerek hazırlanırken SS-Süper Root adlı ürün bir litre saf suya 3.5 ml eklenerek hazırlanmıştır.

Uygulamalar	Uygulama zamanı			Uygulama dozu
	1. uygulama	2. uygulama	3. uygulama	
Bakır Hidroksit	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	2.0 gr/lt
Hidrojen Peroksit	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	2.5 ml/lt
Klordioksit	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	2.5 ml/lt
Bio-Ag	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	5.0 ml/1lt
SS-Stomafix	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	5.0 ml/1lt
SS-Süper Root	Şaşırtmadan üç gün sonra	10 gün sonra	17 gün sonra	3.5 ml/1lt
<i>Clavibacter michiganensis</i>	Şaşırtmadan altı gün sonra			2.1x10 ⁶ hücre/ml

Biyolojik mücadele ürünlerini (Bio-Ag, SS-Stomafix ve SS-Süper Root) içeren antagonist bakteri süspansiyonları ikişer litrelik plastik beher içine alınıp Panzer çeşidi domates fidelerinin kökleri bu süspansiyona 15 dakika daldırılarak kök uygulamaları yapılmıştır (Şekil 1). Biyolojik mücadele ürünleriyle muamele görmüş fideler eşit oranda toprak ve torf içeren plastik saksılara şaşırtılmış ve eşit oranda can suyu verilmiştir. Sulama esnasında suyun

saksılardan akıp gitmesini önleyecek şekilde her bir saksıya 250 ml su verilmiş saksılar cam seraya yerleştirilmiştir. Kimyasal ürünlerin (bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit) bulunduğu parseldeki fidelere herhangi bir kök uygulaması yapılmadan 25 Mart tarihinde sadece saksılara şaşırtma işlemi yapılmıştır. Çeşme suyuyla eşit oranda can suyu verilen bitkiler birbirine değmeyecek şekilde cam serada konumlandırılmıştır.

Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Saksılara fide şaşırtma işleminden üç gün sonra, Çizelge 2’de belirtilen dozlarda taze hazırlanan biyolojik ve kimyasal ürünler temiz bir el pülverizatörü yardımıyla domates bitkilerinin toprak üstünde kalan tüm aksamına eşit oranda denk gelecek şekilde yeşil aksam püskürtmesi yapılmıştır (Şekil 1). Çizelge 2’de görüldüğü gibi, yeşil aksam püskürtme uygulaması yedi günlük aralıklarla iki kez daha yinelenmiştir. Bitkilerin rutin bakım ve sulama işlemleri yapılmış ve ek olarak herhangi bir organik ve inorganik gübre beslemesi yapılmamıştır.

Patojen Bakteri Süspansiyonunun Hazırlanması ve Bitkilere Uygulanması: TSA besi yerinde 25 °C’de 48 saat geliştirilmiş olan YA-142 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatının steril su ile hazırlanan süspansiyonunun yoğunluğu macfarland dansiyometresinde 0.70 ölçüm değerine ayarlanmıştır (Klement ve ark., 1990). Mikrobiyal gübrelerin (Bio-Ag SS-Stomafix ve SS-Süper Root) ve kimyasal ürünlerin (bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit) bitkiye ilk püskürtülmesinden üç gün sonra, yani fidelerin saksılara şaşırtılmasından 6 gün sonra domates bitkilerinin kök boğazı kısmına kabuk altına steril bir enjektör yardımıyla patojen bakteri süspansiyonundan 100 µl inokule edilmiştir (Soykan ve Aysan, 2011). **Deneme Deseni ve Uygulamalar:** Mikrobiyal ürünler (Bio-Ag SS-Stomafix ve SS-Süper Root), kimyasallar (bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit), pozitif ve negatif kontroller olmak üzere 8 uygulama denemede yer almıştır. Her bir uygulama üç tekrar ve her tekrarda altı domates fidesi olacak şekilde deneme planı hazırlanmıştır. Çalışma toplam 160 domates bitkisiyle yürütülmüştür. Pozitif kontrol uygulamasında yer alan domates fideleri sadece patojenle bulaştırılırken, negatif kontrol parselinde yer alan fidelere aynı yöntemlerle sadece steril su uygulaması yapılmıştır.

Değerlendirme: Bitkilerin *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile inokülasyonundan sonra rutin uygulama olarak bakım ve sulama işlemlerine devam edilmiştir. Bitkiler hastalık gelişimi açısından günlük olarak incelenmiştir. Pozitif kontrolde gözle görülür hastalık belirtileri (solgunluk, yaprak yanıklığı, dallarda çatlama) gözlemlendikten sonra,

patojen uygulamasından 30 gün sonra, denemede tüm bitkiler bir bıçak yardımıyla boyuna kesilip bitkilerin iletim demetlerindeki lezyon boyu ölçülmüş ve tüm bitki boyuna oranlanarak hastalık oranı % olarak hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990). Uygulamaların etkinliği, pozitif kontroldeki hastalık yüzdesinin uygulamaların hastalık yüzdesine oranlanmasıyla % Abbot formülüne göre hesaplanmıştır (Little ve Hills, 1978). Uygulamalar arasındaki istatistiksel farklar Anova istatistik programında LSD çoklu karşılaştırma testinde $p \leq 0.05$ önem düzeyine göre yapılmıştır. Aynı istatistiksel grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Farklı Uygulamaların Yapraktaki Toplam Bakteriye Floraya Etkisi

Denemelerde kullanılan hidrojen peroksit ve klordioksit içeren iki dezenfektan, bakır hidroksit ve farklı antagonist bakterileri içeren üç farklı biyolojik mücadele ürününün sağlıklı domates bitkilerinin yeşil aksamında yaşamını sürdüren toplam bakteriye flora etkisi çalışmanın bu kısmında ortaya konmuştur. Çalışma iklim odası koşullarında Panzer çeşidi domates fideleri kullanılarak ve her uygulamada 10 bitki olacak şekilde toplam 80 domates fidesiyle kurulmuştur. Bu amaçla üretici firmaların önerdiği şekilde hazırlanan altı farklı ticari preparat sağlıklı domates yapraklarına püskürtülmüştür. Kontrol olarak aynı sayıda domates bitkisine aynı yöntemle steril su püskürtülmüştür. Uygulamadan 1, 4, 7 ve 14 gün sonra, her bir uygulamadaki domates bitkilerinin tüm dallarından, orta kısmındaki yapraklardan yeşil aksam örnekleri alınıp seyreltme tekniği kullanılarak bakteri izolasyonları yapılmış ve 1 gram yapraktaki toplam bakteri popülasyonu Klement ve ark. (1990)’na göre hesaplanmıştır. Bakteri izolasyonu için alınan 10 gram yaprak örneği toplam 90 ml steril saline buffer içeren erlen mayerlere konup dakikada 200 devirde dönen bir erlen çalkalayıcısında 2 saat oda sıcaklığında çalkalanmıştır. Yeşil aksamdaki bakteriler saline buffer içine geçtikten sonra, buradan 1 ml alınıp içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplere aktarılmış ve aynı şekilde toplamda 6 kez seyreltme işlemi yapılmıştır. Her bir seyreltmeden 100 µl alınarak TSA besi yeri içeren steril petrilere cam bagele yayma işlemi

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

iki tekrarlı olarak yapılmıştır. İzolasyon petrileri 25 °C'de 48 saat inkübe edildikten sonra tüm petriler ışıklı ve büyütmeli koloni sayım aletinde incelenerek gelişen tüm koloniler sayılarak not edilmiş ve gram yapraktaki toplam bakteri popülasyonu hesaplanmıştır. Ayrıca, her bir uygulamadan yapılan izolasyonlarda petrilerde gelişen farklı tipteki bakteri kolonileri sayısı da not edilmiş ve çeşitlilik değerlendirilmiştir. Sonuçta steril su uygulanmış kontrol uygulamasıyla kıyaslanarak dezenfektanların, bakırlı preparatın ve biyolojik mücadele ürünlerinin yapraktaki toplam bakteriyel floraya etkisi ortaya konmuştur. Elde edilen veriler Log10 tabanında dönüştürüldükten sonra uygulamalar arasındaki istatistiki farklar Anova istatistik programında LSD çoklu karşılaştırma testinde $p \leq 0.05$ önem düzeyine göre yapılmıştır. Aynı istatistiki grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Clavibacter michiganensis izolatının virülensliğinin artırılması ve denemelerde kullanılacak patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

YA-142 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatının macfarland dansiyometresinde 0.70 ölçüm değerinde hazırlanan süspansiyonunun ml'de 2.1×10^7 hücre/ml bakteri kolonisi içerdiği hesaplanmıştır. YA-142 kodlu patojen bakterinin, farklı konsantrasyonlardaki süspansiyonu Panzer çeşidi domates bitkilerinin gövdesine enjekte edildiğinde, inokulasyondan 25 gün sonra hastalık belirtileri oluşmuştur (Çizelge 3). Patojen bakterinin 2.1×10^7 hücre/ml, 2.1×10^6 hücre/ml ve 2.1×10^5 hücre/ml popülasyonunu içeren bakteri süspansiyonu domates fidelerinde sırasıyla %50.5, %31 ve %18.6 oranında hastalık oluşturmuştur. Değerlendirmenin yapıldığı inokulasyondan sonraki 25. günde diğer patojen popülasyonlarında herhangi bir hastalık gözlenmemiştir. Saksı çalışmasında kullanılmak üzere patojen bakterinin 2.1×10^6 hücre/ml yoğunluğundaki konsantrasyonu seçilmiştir.

Çizelge 3. YA-142 kodlu patojen izolatın farklı seyreltmelerinin domates bitkisinde oluşturduğu hastalık oranları (%)

Popülasyon	Enfeksiyon oranı (%)				
	Hücre/ml	1	2	3	Ortalama
2.1×10^7		50.5	50.0	51.0	50.5
2.1×10^6		34.5	32.5	26.0	31.0
2.1×10^5		16.0	21.0	19.0	18.6
2.1×10^4		0.0	0.0	0.0	0.0
2.1×10^3		0.0	0.0	0.0	0.0

En iyi hastalık belirtisinin gözlemlendiği bir bitkiden TSA besi yeri kullanılarak yeniden patojen izolasyonu yapılmış ve 5 adet re-izolat elde edilmiştir. Bu izolatların gram pozitif özellikte, TSA besi yerinde sarı renkli koloniler oluşturduğu ve akşam sefası yapraklarında aşırı duyarlılık reaksiyonu pozitif olduğu belirlenmiş ve bu hastalık belirtilerinin patojen bakteri *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatının tarafından oluşturulduğu teyit edilmiştir.

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

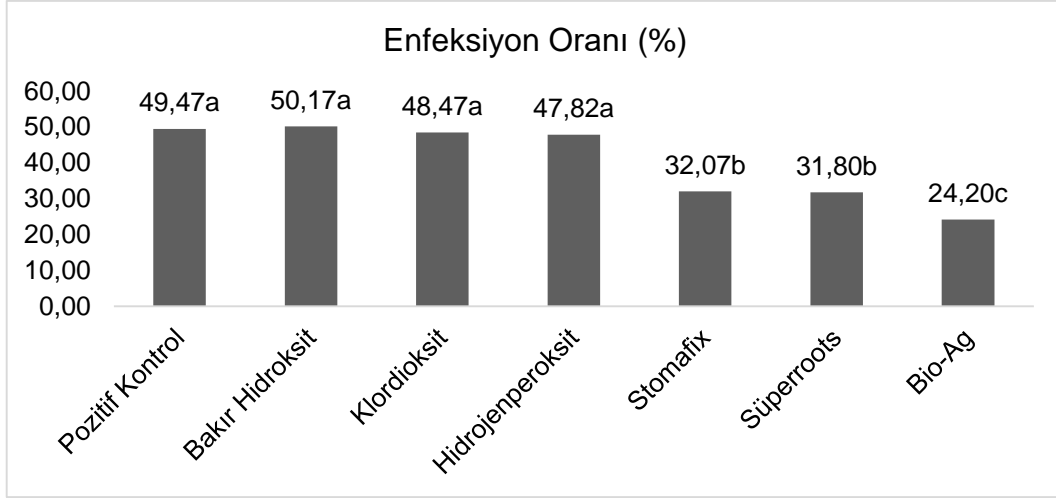
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü araştırma ve deneme parselinde ısıtmasız cam serada yapılan saksı denemesinde sadece patojenle bulaştırılmış pozitif kontrolde yer alan bitkilerde hastalık belirtileri olarak alt yapraklarda tek taraflı solgunluk, yaprakların kıvrılması, aşağıya sarkması, ardından sararma ve kuruma belirtileri gözlenmiştir. Patojenin inokule edildiği noktada kahverengi yanıklık alanları tespit edilmiştir.

Pozitif kontroldeki hastalık belirtileri ilerledikten sonra patojen inokulasyonundan 30 gün sonra tüm bitkiler kesilerek değerlendirilmiş ve pozitif kontrolde yer alan bitkilerin iletim demetlerinde hastalık oranının ortalama %49.47 olduğu tespit edilmiştir. Bakır hidroksit uygulamasında enfeksiyon oranının ortalama %50.17 ile pozitif kontrolden de yüksek bir değerde olduğu tespit edilmiştir. Bir dezenfektan olan klordioksit uygulaması yapılmış bitkilerde enfeksiyon ortalama %48.47 iken, diğer bir dezenfektan olan hidrojen peroksit uygulanmış bitkilerdeki hastalık oranı da benzer şekilde %47.82 olarak saptanmıştır (Şekil 3). İstatistik analizlerine göre pozitif kontrol, bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit uygulanmış

Domates Bakteriyeel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

parsellerdeki hastalık düzeyi aynı grupta yer almış ve aynı harfle işaretlenmiştir. Bu uygulamalar pozitif kontrolle aynı grupta

bulduğundan etkisiz uygulamalar olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3. Kimyasal ve biyolojik ürünlerin uygulandığı bitkilerdeki hastalık oranları

Biyolojik ürünler olan SS-Stomafix, SS-Süper Root ve Bio-Ag uygulanmış domates bitkilerinde ortalama hastalık oranı sırasıyla %32.7, %31.80 ve %24.20 olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak incelendiğinde bu üç uygulama pozitif kontrolden farklı harfle işaretlendiğinden etkili uygulamalar olarak tespit edilmiştir. Etkili uygulamalar içerisinde SS-Stomafix ve SS-Süper Root uygulamaları aynı istatistiki grupta yer alırken, Bio-Ag uygulaması tek başına ayrı bir istatistiki grupta yer almıştır. Bio-Ag uygulaması en az hastalık oranının belirlendiği en başarılı uygulama olarak tespit edilmiştir. Ayrıca biyolojik ürünlerin uygulandığı bitkilerde, hastalığın patojenin inokule edildiği bölgede sınırlı kaldığı, pozitif kontroldeki gibi enfeksiyonun iletim demetlerinde ilerlemediği gözlenmiştir. Negatif kontrol olarak sadece steril suyla uygulama görmüş bitkilerde herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmemiştir.

Çizelge 4'te görüldüğü gibi, 14 farklı antagonist bakteri türünü içeren bir biyolojik mücadele ürünü olan Bio-Ag, domates fidelerinin köklerine ve yeşil aksamına uygulandığında, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Bakteriyeel Solgunluk Hastalığını %51.07 oranında baskılamıştır. Bu hastalığa en etkili ve en başarılı uygulamanın Bio-Ag olduğu belirlenmiştir. Bunu takiben, SS-Süper Roots ve SS-Stomafix uygulamaları da etkili diğer uygulamalar olarak

belirlenmiş ve hastalık sırasıyla %35.70 ve %35.17 oranında baskılanmıştır.

Dezenfektan ürünler olan hidrojen peroksit ve klordioksit uygulanmış bitkilerde, hastalık sırasıyla %3.33 ve %2.02 oranında azalmıştır. Bakır hidroksit uygulaması hastalığı azaltmada etkili olmayan bir kimyasal olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, bu üç uygulama pozitif kontrol ile aynı grupta yer aldığından *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden olduğu Domates Solgunluk Hastalığını engellemede başarısız uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Dezenfektanların, bakırlı preparatın ve biyolojik mücadele ürünlerinin Domates Bakteriyeel Solgunluk Hastalığına etkisi

Uygulamalar	Enfeksiyon Oranı (%)	Etki (%)
Pozitif Kontrol	49.47 a*	0
Bakır hidroksit	50.17 a	-1.45
Klordioksit	48.47 a	2.02
Hidrojenperoksit	47.82 a	3.33
SS-Stomafix	32.07 b	35.17
SS-Süperroots	31.80 b	35.70
Bio-Ag	24.20 c	51.07
Negatif Kontrol	0.00	0.00

*: LSD çoklu testine göre aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

Üretim alanında patojen bakterilerin sekonder yayılmalarını önlemek için kültürel işlemler esnasında kullanılan makasların, bıçakların ve ellerin dezenfekte edilmesi hastalık yönetimi açısından oldukça önemlidir ve hijyen uygulamalarıyla patojenin üretim alanında yayılımı engellenmektedir (Baysal-Gürel ve ark., 2013). Ülkemizde domates üreticisinin dezenfektanları yeşil aksamı püskürtmesi yerine kültürel işlemler esnasında kullanılan makasların, bıçakların ve ellerin dezenfeksiyonunda kullanması gerektiği bu çalışmayla da gösterilmiştir. İletim demetlerinde yaşamını devam ettiren ve iletim demetlerinde hastalığa neden olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'nin baskılanmasında bakırlı preparatların azaltıcı etkisinin olmadığı bu çalışmayla bir kez daha belirlenmiştir. Bakırlı preparatlar yeşil aksamda yaşayan ve domateste yaprak lekelerine neden olan *Xanthomonas* türleri ve *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* gibi bakteriyel etmenlerin mücadelesinde oldukça başarıyla kullanılırken (Gül, 2019) iletim demetlerinde bulunan patojen bakterilere maalesef etkileri olmamaktadır. Ancak bu patojenlerin bir bitkiden diğerine değme veya su sıçraması yoluyla gerçekleşen sekonder yayılmalarını önlemede başarıyla kullanılmaktadır. Pek çok patojen bakterinin sekonder yayılmasını önlemede, üreticilerin dezenfektanları tercih etmeleri sonucu yeşil aksamdaki saprofitik ve/veya antagonistik bakterilerin yaşamı olumsuz yönde etkilenmektedir.

Dezenfektanların uygulanmasından sonra bunlardan olumsuz etkilenen türler yok olurken ortamda kalan veya o alana sonradan gelen bakteri türleri o yaşam yerinde çoğalmaya ve yerleşmeye başlar. Değişen mikrobiyal yaşam ve ekolojik denge hastalık etmenlerini baskılamada yeterli olamayabilir.

Doğal hayatı ve mikrobiyal çeşitliliği korumak için kimyasal mücadeleye alternatif birçok yöntem son yıllarda araştırmacıların ortak çalışma konusudur. Özellikle farklı çevre dostu mikroorganizmaların ve bitkide hastalıklara dayanıklılığı uyaran bitki aktivatörlerinin kullanımıyla bakteriyel hastalıkların azaltılabileceğini gösteren birçok araştırma mevcuttur (Ghadamgahi ve ark., 2022;

Panebianco ve ark. 2022; Belguzar ve ark., 2021; Li ve ark., 2021; Yin ve ark., 2021; Banayem ve ark., 2020). Bu uygulamalar hem kimyasal kullanımını azaltacak hem de *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerine ait bakteriyel antagonistlerin domates rizosferine ve/veya filosferine yerleşerek doğal hayatın korunmasına katkı sağlamaktadır (Esquivel-Cervantes ve ark., 2022). Son yıllarda yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak çevre dostu mikroorganizmaların hastalığı baskılayıcı etkisi üzerine olmuştur. Bu çalışmada olduğu gibi çoğu araştırmacı bu hastalığın yönetiminde faydalı bakterilerle hastalık etmeninin baskı altına alınarak biyolojik mücadelede kullanımında başarı sağlayacağını belirtmişlerdir (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2014; Abo-Elyousr ve ark., 2019; Banayem ve ark., 2020; Golembiovska ve ark., 2020; Lee ve ark., 2020). Kimyasal mücadeleye alternatif bir uygulama olarak mikrobiyal ürünlerin *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'nin neden olduğu domateste Solgunluk Hastalığını baskılayıcı etkisine yönelik yapılmış önceki çalışmalarda da farklı *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'ye ait bakteriyel izolatların antagonistik etki gösterdiği bildirilmiştir (Ghadamgahi ve ark., 2022; Panebianco ve ark. 2022; Belguzar ve ark., 2021; Li ve ark., 2021; Yin ve ark., 2021; Banayem ve ark., 2020). Yapılan bu çalışmada domatesteki bu hastalığı baskılamada başarı gösteren biyolojik mücadele ürünleri (SS-Stomafix, SS-Süper Root ve Bio-Ag) farklı *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Rhodopseudomonas* ve *Saccharomyces* cinslerine ait farklı türlerin karışımını içermektedir. Bu dost mikroorganizmalar antimikrobiyal madde üreterek, patojenle besin ve yer rekabetine girerek, bitkinin dayanıklılık mekanizmalarını harekete geçirerek bitki hastalıklarına karşı etkili olmaktadır. Benzer şekilde bu antagonistler domateste bakteriyel kökenli yaprak leke hastalıkları (Aktepe, 2021; Güldoğan ve ark., 2022), fungal hastalıkların (Xinyu ve ark., 2020; Yu ve ark., 2022; Medeiros ve Bettiol, 2021) ve nematodların (Akbay ve ark., 2021) biyolojik mücadelesinde kullanımı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Sonuç olarak, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in neden

Domates Bakteriye Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

olduğu domateste Bakteriye Solgunluk Hastalığının mücadelesinde hastaliksız tohum ve üretim materyali kullanımına öncelik verilerek, üretim alanında kullanılan aletlerin ve ellerin dezenfeksiyonu, kültürel işlemlerden sonra bakırlı preparatların koruyucu olarak kullanımı, dengeli bitki besleme ve biyolojik mücadele preparatlarıyla hastalıklara dayanıklılığın sağlanmasıyla bir entegre hastalık yönetimi uygulanmalıdır.

Çizelge 5. Dezenfektanların, bakırlı preparatın ve biyolojik mücadele ürünleri uygulanmış bitkilerin yapraklarındaki toplam bakteriye popülasyonları

Uygulamalar	Yapraktaki Bakteriye Flora (hücre/ml)			
	1 gün sonra	4 gün sonra	7 gün sonra	14 gün sonra
Kontrol	$4.1 \times 10^5 b^*$	$2.2 \times 10^4 e$	$3.0 \times 10^4 c$	$6.0 \times 10^8 b$
SS-Stomafix	$4.5 \times 10^5 a$	$2.8 \times 10^3 d$	$2.8 \times 10^4 c$	$5.0 \times 10^8 c$
Bakır Hidroksit	$4.6 \times 10^4 c$	$1.0 \times 10^3 a$	$2.5 \times 10^4 a$	$7.5 \times 10^8 a$
SS-Süperroots	$2.4 \times 10^4 d$	$3.0 \times 10^3 g$	$8.0 \times 10^4 e$	$2.9 \times 10^8 d$
Bio-Ag	$1.2 \times 10^4 e$	$6.4 \times 10^3 f$	$2.0 \times 10^4 d$	$6.0 \times 10^8 b$
Klordioksit	$9.0 \times 10^3 f$	$7.2 \times 10^3 b$	$7.2 \times 10^3 b$	$2.3 \times 10^8 e$
Hidrojen peroksit	$1.2 \times 10^3 g$	$5.9 \times 10^3 c$	$2.6 \times 10^3 c$	$1.4 \times 10^7 f$

*: LSD çoklu testine göre aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Uygulamadan bir gün sonra, sadece steril suyla püskürtme yapılan yaprakların 1 gramında 4.1×10^5 hücre/ml bakteri popülasyonu bulunurken dezenfektanlar olan hidrojen peroksit ve klordioksit püskürmesi sonucu bakteri popülasyonu sırasıyla 9.0×10^3 hücre/ml ve 1.2×10^3 hücre/ml'ye düşmüştür. Benzer şekilde yaklaşık 10 kat azalış bakır hidroksit, SS-Süperroots ve Bio-Ag'de tespit edilmiştir. Bu verilerden farklı olarak biyolojik mücadele ürünlerinden biri olan SS-Stomafix uygulamasında bakteri popülasyonunun kontrol kadar olduğu hatta daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar dördüncü ve yedinci günde yapılan izolasyonlarda da elde edilmiştir. Uygulamadan 14 gün sonra yapılan izolasyonlarda tüm uygulamalarda, bir gram yapraktaki toplam bakteri popülasyonunun benzer olduğu, kimyasal kullanımı sonucu azalan popülasyonun tekrar arttığı belirlenmiştir.

Sonuç

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*'in neden olduğu, Bakteriye Solgunluk Hastalığı, domates bitkilerinde önemli verim kaybına sebep olan önemli bir bakteriye hastalıktır. Bu hastalığa biyolojik

Dezenfektanların, Bakırlı Preparatın ve Biyolojik Mücadele Ürünlerinin Yapraktaki Toplam Bakteriye Floraya Etkisi

Çizelge 5'te görüldüğü gibi, dezenfektanlar, bakır hidroksit ve biyolojik mücadele ürünleri domates bitkilerinin yeşil aksamına püskürtüldüğünde, bu alanda yaşamını sürdüren bakteriye popülasyonda değişimler olduğu tespit edilmiş ve bu durum istatistiksel olarak da teyit edilmiştir.

Çizelge 5. Dezenfektanların, bakırlı preparatın ve biyolojik mücadele ürünleri uygulanmış bitkilerin

yapraklarındaki toplam bakteriye popülasyonları

(Bio-Ag, SS-Stomafix, SS-Süper Root) ve kimyasal (bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit) ürünlerin etkinliği ve bu ürünlerin domates yapraklarında bakteriye floraya etkisi bu çalışma çerçevesinde araştırılmıştır. Kimyasal uygulamalar olarak bakır hidroksit, klordioksit ve hidrojen peroksit uygulaması hastalığı azaltmada etkisiz uygulamalar olarak tespit edilmiştir. Domates fidelerinin köklerine ve yeşil aksamına uygulanan mikrobiyal gübrelerden SS-Süper Root ve SS-Stomafix hastalığı %35.70 ve %35.17 oranında baskılayan başarılı uygulamalar olarak saptanmıştır. Bio-Ag uygulaması ise hastalığı %51.07 oranında baskılayarak en başarılı uygulama olmuştur. Dezenfektanlar (hidrojen peroksit ve klordioksit), bakır hidroksit ve biyolojik mücadele ürünleri domates bitkilerinin yeşil aksamına püskürtüldüğünde, bu alanda yaşamını sürdüren bakteriye popülasyonda değişimler olduğu tespit edilmiştir. Sadece SS-Stomafix uygulaması yeşil aksamdaki toplam bakteriye popülasyonuna olumsuz bir etki yapmamıştır. Uygulamadan 14 gün sonra tüm uygulamalarda, bir gram yapraktaki toplam bakteriye

Domates Bakteriyeel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

popülasyonunun benzer olduğu, kimyasal kullanımı sonucu azalan popülasyonun tekrar arttığı belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma doğrultusunda domates üreticisi, kültürel işlemler esnasında kullanılan aletlerin ve ellerin dezenfeksiyonda hidrojen peroksit ve klordioksit kullanımı, kültürel işlemlerden sonra bakırlı preparatların koruyucu ilaçlama olarak kullanımı ve biyolojik mücadele ürünlerini bu hastalığı baskılamada entegre hastalık yönetimin bir parçası olarak kullanımı önerilebilir.

Teşekkür

FYL-2021-13395 nolu bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abo-Elyousr, K. A. M., Khalil Bagy, H. M., Hashem, M., Alamri, S. A., 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 (1) 1-8.
- Abo-Elyousr, K. A. M., Almasaudi, N. M. 2022. Application of *Trichoderma harzianum* strain KABOFT4 for management of tomato bacterial wilt under greenhouse conditions. Gesunde Pflanzen 74 (2) 413-421.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elviesier Academic Press. London, UK. 530p.
- Akbay, N. G., Çetintaş, R., Küsek, M. 2021. Bazı toprak bakterilerinin domates bitkisindeki kök-ur nematodu *Meloidogyne javanica* (Treb) chitwood popülasyonlarına etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 24 (2) 337-343.
- Aktepe, B. P. 2021. Domateste bakteriyel benek hastalığının biyolojik mücadelesinde farklı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26 (2) 355-364.

- Aktepe, B.P., Aysan, Y. 2022. Biological Control of Fire Blight Disease Caused by *Erwinia amylovora* on Apple. Erwerbs-Obstbau, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00751-1>
- Anonim, 2022a. TÜİK salçalık ve sofralık domates üretim verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 13.11.2022).
- Anonim, 2022b. Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü). [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepgge/Belgeler/PDF%](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepgge/Belgeler/PDF%20) (Erişim Tarihi: 14.11.2022).
- Anonymous, 2022. FAOSTAT domates üretim verileri. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Banayem, H. H., Shahryari, F, Ghasemi A. 2020. Survey of fluorescent pseudomonads from rhizosphere and rhizoplane of tomato for biocontrol of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Journal of Crop Science 9 (3) 395-410.
- Basim, E., Basim, H., Dickstein, E. R., Jones, J. B. 2004. Bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on greenhouse-grown tomato in the Western Mediterranean Region of Turkey. Plant Disease 88: 1048. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.9.1048B>
- Baysal-Gurel, F., Kurowski, C. J., Li, R., Ling, K. S., Miller, S. A. 2013. Developing hygiene protocols against mechanically transmitted pathogens in greenhouse tomato production systems. In: IV International Symposium on Tomato Diseases, Acta Horticulturae 1069: 275-280.
- Belguzar, S., Ciner, I., Eroglu, Z., Yanar, Y. 2021. Effects of rhizobacteria on tomato bacterial cancer and wilt disease. Fresenius Environmental Bulletin 30 (2) 1075-1081.
- Cemen, A., Saygılı, H., Horuz, S., Aysan, Y. 2018. Potential of bacteriophages to

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

- control bacterial speck of tomato (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). Fresenius Environ Bull, 27 (12A) 9366-9373.
- Coşkun T.A Horuz, S. 2023. Phosphites for the management of tomato bacterial canker and stem rot. Journal of Plant Diseases and Protection, 130 (3): 609-617.
- Çetinkaya-Yıldız, R., Aysan, Y. 2008. Domateste bakteriyel solgunluk hastalığı. In: Bitki Bakteri Hastalıkları (H. Saygılı, F. Şahin, Y. Aysan, Editörler), Meta Basım, İzmir, ISBN 978-9944-5882-1-8, s. 49-52.
- Çetinkaya-Yıldız, R., Aysan, Y. 2014. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının bitki büyüme düzenleyici kökbakterileri ile biyolojik mücadelesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi 5 (1) 9-22.
- Çınar, Ö. 1980. Bakteriyel Domates solgunluğu hastalığı (*Corynebacterium michiganense* (Erwin. F. Smith) Jensen)'nin tanımı, savaş yöntemleri ve etmene karşı dayanıklı domates çeşitleri üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 139- Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri.
- Ercan, N., Karnez, E., Aktepe, B. P., Aysan, Y. 2022. Domates Öz Nekrozu Hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin etkinliğinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 27 (2) 299-308.
- Esquivel-Cervantes, L. F., Tlapal-Bolaños, B., Tovar-Pedraza, J. M., Pérez-Hernández, O., Leyva-Mir, S. G., Camacho-Tapia, M. 2022. Efficacy of biorational products for managing diseases of tomato in greenhouse production. Plants 11(13) ref.30. DOI : 10.3390/plants11131638.
- Fatmi, M., Bolkan, H., Schaad, N. W. 2017. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato transplants. In: Detection of Plant Pathogenic Bacteria in Seed and Other Planting Material, Second Edition (R. R. Walcott and N. W. Schaad Edts.). APS Press, Print: 978-0-89054-539-3, The American Phytopathological Society, Minnesota, USA, 111-117s.
- Gautama, S., Chauhanb, A., Sharmac, R., Sehgal, R., Shirkota, C.K. 2019. Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* for biocontrol of bacterial canker of tomato incited by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. Microbial Pathogenesis 130: 196-203.
- Ghadamgahi, F., Tarighi, S., Taheri, P., Saripella, G.V., Anzalone, A., Kalyandurg, P.B., Catara, V., Ortiz, R., Vetukuri, R.R. 2022. Plant growth-promoting activity of *Pseudomonas aeruginosa* FG106 and its ability to act as a biocontrol agent against potato, tomato and taro pathogens. Biology 11 (1) 140.
- Gitaitis, R.D. 1990. Induction of a hypersensitive-like reaction in 4-oclock by *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*. Plant Disease 74 (1) 58-60.
- Gleason, M. L., Braun, E. J., Carlton, W. M., Peterson, R. H. 1991. Survival and dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. Phytopathology 81: 1519-1523.
- Golembiowska, S.L., Bambura, O.I., Volska, T.V., Matselykhdoi, B.P. 2020. Antagonistic action of *Streptomyces* species to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂. Mikrobiology Journal 82 (2) <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.02.060>.
- Gül, M. A. 2019. Adana'da Domateste Görülen Bakteriyel Benek Hastalığının Bakırlı Preparatlara Duyarlılıklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora tezi, Adana, 41 s.
- Gül, A. T., Horuz, S. 2021. Efficacy of nitrification inhibitors on tomato bacterial canker and wilt (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). Turkish Journal of Agriculture-Food

Domates Bakteriyeel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

- Science and Technology 9 (1) 124-129.
- Güldoğan, Ö., Aktepe, B. P., Aysan, Y. 2022. Domates Bakteriyeel Benek Hastalığının biyolojik mücadelesinde farklı *Bacillus* türlerinin kullanımı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (4) 829-839.
- Jones, J. B., Zitter, T. A., Momol, T. M., Miller, S. A., 2016. Compendium of tomato diseases and pests, second edition. American Phytopathology Society Press, 168 pages, ISBN:978-0-89054-434-1
- Karaca, İ. Saygılı, H. 1982. Batı Anadolunun bazı illerinde domates ve biberde görülen bakteriyeel hastalıkların oranı, etmenleri ve konukçu çeşitlerinin duyarlılığı üzerine araştırmalar. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 12-15 Ekim 1982, Adana, 12 (15) 182-192.
- Klement, Z., Mavridis, A., Rudolph. K., Vidaver, A., Perombelon, M.C.M. Moore, L.W. 1990. Inoculation of Plant Tissues. In Methods in Phytobacteriology. (Klement, Z., Rudolph. K. and Sands, D.C., Eds.) 95-103. Academia Kiado, Budapest, 567p.
- Kumar, K., Mhetre, A., Ratnaparkhi, G. S., Kamat, S. S. 2021. A superfamily-wide activity atlas of serine hydrolases in *Drosophila melanogaster*. Biochemistry 60 (16) 1312-1324.
- Le K. D., Kim J., Yu N. H., Kim B., Lee C. W., Kim J. C. 2020. Biological control of tomato bacterial wilt, kimchi cabbage soft rot, and red pepper bacterial leaf spot using *Paenibacillus elgii* JCK-5075. Frontiers in Plant Science 11:775. doi: 10.3389/fpls.2020.00775.
- Lelliott, R.A., Stead, D.E. 1987. Methods for The Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Methods in Plant Pathology, (T. F. Preece, Series editor), Volume 2, Published on behalf of the British Society for Plant Pathology by Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK., 219p.
- Li, M. S. M., Piccoli, D. A., McDowell, T., MacDonald, J., Renaud J. Yuan Z. C. 2021. Evaluating the biocontrol potential of Canadian strain *Bacillus velezensis* 1B-23 via its surfactin production at various pHs and temperatures. BMC Biotechnology 21: 31, <https://doi.org/10.1186/s12896-021-00690-x>.
- Little, T. M., Hills, F. J. 1978. Agricultural experimentation design and analysis (No. BOOK). John Wiley & Sons.
- Medeiros, C. A. A., Bettiol, W. 2021. Multifaceted intervention of *Bacillus* spp. against salinity stress and Fusarium Wilt in tomato. Journal of Applied Microbiology 131 (5) 2387-2401.
- Oloyede, A. R., Ogbuagor, C. J., Afolabi, C. G., 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) 1182-1203.
- Özaktan, H., Aysan, Y., Yıldız, F., Kınay, P. 2010. Fitopatolojide biyolojik mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi 1 (1) 61-78.
- Paguirigan, J. A., Liu, R., Im, S. M., Hur, J. S. Kim, W. 2022. Evaluation of antimicrobial properties of lichen substances against plant pathogens. The Plant Pathology Journal 38 (1) 25.
- Panbianco, S., Lombardo, M. F., Anzalone, A., Musumarra, A., Pellegriti, M. G., Catara, V., Cirvilleri, G. 2022. Epiphytic and endophytic microorganisms associated to different cultivar of tomato fruits in greenhouse environment and characterization of beneficial bacterial strains for the control of post-harvest tomato pathogens. International Journal of Food Microbiology, 379 (52) DOI :10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109861.
- Peritore-Galve, F. C., Tancos, M. A., Smart, C. D. 2021. Bacterial canker of tomato: revisiting a global and economically damaging seed-borne pathogen. Plant Disease 105 (6) 1581-1595.
- Sahin, F., Uslu, H., Kotan, R., Donmez, F. 2002. Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, on tomatoes in eastern Anatolia region of

Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Olanaklarının Araştırılması

- Turkey. Plant Pathology 51 (3) 399.
- Shoda, M. 2000. Bacterial control of plant diseases. Journal of Bioscience and Bioengineering 89 (6) 515-521.
- Soykan Ö, Aysan Y. 2011. Bazı bitki aktivatörleri ile organik ve inorganik gübrelerin domateste bakteriyel solgunluk hastalığına etkisi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Kahramanmaraş, Sayfa 317.
- Tokgönül, S. 1998. Ticari Domates Tohumlarında Bakteriyel Solgunluk Etmelinin (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Saptanması ve Mücadele Olanakları Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 93s.
- Tümen, B., Aktepe, B. P., Aysan, Y. 2022. Tohuma uygulanan bakteriyel antagonistlerin biberde bakteriyel leke hastalığına etkisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 37 (2) 211-220.
- Uçar, C. Akköprü, A. 2022. Domateste *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in ikincil enfeksiyonuna karşı endofitik bakterilerin biyokontrol kapasitesinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi (Harran Journal of Agricultural and Food Science) 26(1) 50-59.
- Üstün, N., Ulutas, E., Yaşarakıncı, N., Kılıç, T. 2009. Efficacy of some plant activators on bacterial canker of tomato in Aegean Region of Turkey. Acta Horticulturae 808:405-408.
- Wales, A. D., Gosling, R. J., Bare, H. L., Robert, H. D. 2021. Disinfectant testing for veterinary and agricultural applications: A review. Zoonoses and Public Health 68 (5) DOI: 10.1111/zph.12830.
- Xinyu, L. I., Lei, L. I., Lida, C. H. E. N., Yanxia, S. H. I., Ali, C. H. A. I., Xuewen, X. I. E., Baoju, L. I. 2020. Screening and identification of antagonistic bacteria against gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium solani*. Acta Horticulturae Sinica 47 (4) 741.
- Yeşilayer, A., Belgüzar, S., Aslan, H. N. 2019. Antibacterial activity of essential oil and extract of *Origanum onites* L. against bacterial speck of tomato and tomato bacterial wilt disease. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 36 (1) 30-35.
- Yin, J., Yu, Y., Zhang, Z., Chen, L., Ruan, L. 2021. Enrichment of potentially beneficial bacteria from the consistent microbial community confers canker resistance on tomato. Microbiological Research 234:126446. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126446>.
- Yu, Y. Y., Si, F. J., Wang, N., Wang, T., Jin, Y., Zheng, Y., Jiang, C. H. 2022. *Bacillus*-secreted oxalic acid induces tomato resistance against gray mold disease caused by *Botrytis cinerea* by Activating the JA/ET Pathway. Molecular Plant-Microbe Interactions 35(8) 659-671.