

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Adana ve Osmaniye İllerinde Mısırdaki Bakteriyel Gövde
Çürüklüğü Hastalığının Saptanması ve Biyolojik Mücadele
Olanaklarının Araştırılması**

Mizgin KESER

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Temmuz, 2023

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

**Adana ve Osmaniye İllerinde Mısırdaki Bakteriyel Gövde
Çürüklüğü Hastalığının Saptanması ve Biyolojik Mücadele
Olanaklarının Araştırılması**

Mizgin KESER

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 24/07/2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Yeşim AYSAN (Danışman)
: Prof. Dr. Mustafa MİRİK
: Doç. Dr. Sümer HORUZ

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Metod.....	9
3.2.1. Mısır Üretim Alanlarının Hastalık Yönünden İncelenmesi	9
3.2.2. Hasta Mısır Bitkisinde, Sulama Suyunda ve Toprakta Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması	11
3.2.3. Biyolojik Mücadele Çalışmaları	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Mısır Üretim Alanlarının Hastalık Yönünden İncelenmesi.....	17
4.2. Hasta Mısır Bitkisinde, Sulama Suyunda ve Toprakta Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması	19
4.3. Biyolojik Mücadele Çalışmaları.....	22
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	37
EKLER.....	39
Ek 1. MZ1 Kodlu Patojen İzolatın MALDI TOF MS Sonucu	41
EK 2. X77 Kodlu Aday Antagonist İzolatın MALDI TOF MS Sonucu	42
EK 3. Aday antagonistler hakkında bilgiler	43

**Adana ve Osmaniye İllerinde Mısırdaki Bakteriyel
Gövde Çürüklüğü Hastalığının Saptanması ve Biyolojik
Mücadele Olanaklarının Araştırılması**

Mizgin KESER

Danışman: Prof. Dr. Yeşim AYSAN

Bitki Koruma Anabilim Dalı

ÖZ

Mısır bitkisinde Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığına *Dickeya* sp. neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında Adana ve Osmaniye illerinde mısır Bakteriyel Gövde Çürüklüğü hastalığının saptanması ve biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması amaçlanmaktadır. Hastalığın yaygınlığı Ceyhan, Kozan ve Kadirli ilçelerinde incelenen tarlalarda sırasıyla ortalama %8, %9 ve %40 olarak saptanmıştır. Hastalıkla bulaşık tarlalarda, hastalığın yaygınlık oranının %8-15 arasında olduğu belirlenmiştir. *Dickeya* sp. isimli bakteri, hasta bitkilerden izole edilmiş ve geleneksel yöntemler, MALDI-TOF MS ve PCR testleri kullanılarak tanımlanmıştır. Patojenin toprakta varlığı tespit edilemezken sulama suyunda bulunduğu saptanmıştır. Hastalığın, patojen ile bulaşık sulama suyuyla mısır tarlalarına bulaşma riskinin olduğu bu çalışmayla ortaya konmuştur. Bu hastalığın biyolojik mücadelesiyle ilgili çalışma, 332 adet aday antagonist ile yapılmış ve *in vivo* koşullarda 84 adet antagonistin *Dickeya* sp.'ye antibakteriyel etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Patates dilimlerinde yapılan yarı *in vivo* denemelerde 84 antagonist izolatın altısı pozitif kontrolden daha az çürüme oluşturmuş ve iki antagonist izolat (X77 ve OG/1-12 kodlu izolatlar) çürüme gelişimini sırasıyla %56 ve %27 oranında baskılamıştır. İki antagonist bakteri izolatının MALDI-TOF MS analizi ile *Bacillus* cinsine ait türler olduğu belirlenmiştir. Kimyasal mücadelesi olmayan bu hastalık ile mücadelede etkili bir bölgesel antagonistin saptanması biyolojik mücadele açısından ümitvar bir sonuçtur.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Bakteriyel Gövde Çürüklüğü, *Dickeya* sp., Biyolojik kontrol.

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

MsC THESIS

**Detection of Bacterial Stem Rot Disease in Corn in
Adana and Osmaniye Provinces and Investigation of
Biological Control Possibilities**

Mizgin KESER

Advisor: Prof. Dr. Yeşim AYSAN

Department of Plant Protection

ABSTRACT

The causal agent bacterial microorganism *Dickeya* sp. causes Bacterial Stalk Rot disease on corn plants. Within the scope of this study, it was aimed to detection of Bacterial Stalk Rot disease of corn in Adana and Osmaniye provinces and to investigate biological control possibilities. The prevalences of the disease in the fields examined were 8%, 9% and %40 in Ceyhan, Kozan and Kadirli counties, respectively. The disease incidences were between 8-15% ratios in disease contaminated fields. The suspicious bacterium *Dickeya* sp. isolated from diseased corn stalks, and then identified by using traditional methods, MALDI-TOF MS and PCR tests. The pathogenic bacterium did not detect in soil, however, the pathogen detected in irrigation water. Based on the study, pathogen contaminated irrigation water have a risk for corn fields. The research on the biological control of the disease was carried out with 332 candidate antagonists and it was determined that 84 representative antagonists had antibacterial effect on *Dickeya* sp. in *in vivo* conditions. In semi *in vivo* experiments on potato slices, six out of 84 antagonists caused rot on potato slices less than the positive control, and two antagonists (strain X77 and strain OG/1-12) suppressed rot development by 56% and 27% ratios, respectively. Two antagonistic bacteria were identified as *Bacillus* sp. by MALDI-TOF MS analysis. Because of the non effective chemical control of the disease, having of an effective local antagonist is a promising result for biocontrol research.

Keywords: Corn, Bacterial Stalk Rot, *Dickeya* sp., Biological control.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı aşamasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü desteği esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Yeşim AYSAN' a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmamda jüri üyeliğini kabul etme nezaketinde bulunan ve değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Mustafa MİRİK ve Doç. Dr. Sümer HORUZ'a teşekkürümü ve saygılarımı sunarım.

Çalışma sürecim boyunca bana yardımlarını esirgemeyen, çalışmamda emeği geçen değerli arkadaşlarım, Ziraat Mühendisi Merve OKUR, Ziraat Mühendisi Omar H. ABDULRAZZAQ, Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE'ye, Survey araştırmalarımnda arazi konusunda bana yardımcı olan Ziraat Mühendisi Muhammet KIROĞLAN'a teşekkür ederim.

Yaptığım araştırmalarda desteklerini esirgemeyen, dikkat etmem gereken noktalarda bilgileriyle yönlendiren sayın Dr. Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımın istikrarlı bir şekilde devam etmesi için beni teşvik eden ve her türlü yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer işverenim Ahmet Cem ÇELİK'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarımnda ve tüm eğitim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen, maddi manevi daima yanımda olan canım ablam Eylem ERDEMCİ ve annem Şaziye KESER'e sabır ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak her konuda destekçim olan, bu süreçte de varlığıyla yükümü hafifleten, tezimi tamamlamam konusunda beni yüreklendiren en büyük şansım olan Tarık AYKUT'a teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Adana ve Osmaniye illerinde mısır üretim alanları ve incelenen tarlalar	10
Çizelge 4.1. Adana ve Osmaniye illerinde Mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Yaygınlığı	17
Çizelge 4.2. Adana ve Osmaniye illerinde Mısır Tarlalarında Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Oranı (%).....	17
Çizelge 4.3. Mısır tarlalarının sulandığı kaynaklardan toplanan su örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu	20
Çizelge 4.4. Mısır tarlalarından alınan toprak örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu	21
Çizelge 4.5. Patates dilimlerinde <i>Dickeya</i> sp.'nin neden olduğu çürümeye antagonistlerin etkisi .	23
Çizelge 4.6. Başarılı antagonistlerin <i>in vitro</i> ve yarı <i>in vivo</i> deneme sonuçları	25

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı'nın mısır bitkilerinde oluşturduğu hastalık belirtileri.....	2
Şekil 3.1. Mısır tarlalarında yapılan incelemelerden bir görünüm.....	10
Şekil 3.2. Salma sulamanın kullanıldığı tarlalardan su örneklerinin toplandığı yerler	12
Şekil 4.1 Mısır bitkisinde <i>Dickeya</i> sp.'nin oluşturduğu hastalık belirtileri; (A) Mısır bitkisinde nekroz, gövde çürümesi ve yapraklarda sararma belirtileri. (B) Mısır bitkisinde devrilme ve yapraklarda kahverengileşme. (C) Kök içerisinde çürüme ve renk değişimi.....	18
Şekil 4.2. ADE1 ve ADE2 primerleri kullanılarak yapılan PCR işleminde oluşan bantlar. M: 100 bp DNA ladder; 1. çukur: Pozitif Kontrol; 2-7. çukur: Altı mısır tarlasından elde edilen izolatlar; 8.çukur: Negatif Kontrol	19
Şekil 4.3. Sulama suyundan elde edilen bakterilerin patates yumrularında meydana getirdiği çürüklük	20
Şekil 4.4. <i>Dickeya</i> sp.'ye karşı antibakteriyel etkiye sahip antagonistlerin oluşturduğu engelleme alanları	24
Şekil 4.5. <i>Dickeya</i> sp.'nin patates dilimlerinde oluşturduğu çürüme (solda) antibakteriyel etkiye sahip X77 kodlu antagonistin çürümeyi engelleme yeteneği (sağda).....	24

1. GİRİŞ

Buğdaygiller (*Poaceae*) familyasında yer alan mısır (*Zea mays* L.) tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşaklarında üretilen tek yıllık ve yazlık bir bitkidir. Mısır bitkisinin anavatanı Orta Amerika'da Meksika-Guatemala olup, binlerce yıldır bölgenin ana ürünü olarak yetiştirilmektedir. Kıtada henüz insan yokken mısırın var olduğu arkeolojik kazılar sonucunda anlaşılmıştır. Kıtanın keşfinden sonra Mısır bitkisi Kristof Kolomb tarafından 1493'te Avrupa'ya getirilmiş, 15. yüzyılda buradan Kuzey Afrika yoluyla Asya'ya ve daha sonra Hindistan ve Çin gibi Uzakdoğu ülkelerine götürülmüştür. Mısır yoluyla ülkemize girmiş ve uygun ekolojik koşullar altında en yüksek verimi sağlayan bitkilerden biri konumuna gelmiştir (Anonim, 2022; Anonymous, 2022).

Dünya'da yetiştirilen yedi farklı mısır grubu içinde, at dişi mısır, sert mısır, unlu mısır, şeker mısır, cin mısır, mumlu mısır ve kavuzlu mısır yer almaktadır (Bozokalfa ve ark., 2004). Mısır tanesinin yaklaşık %70'i nişasta %10'u protein, %5'i yağ, %2'si şeker, A vitamini ve pentozanlardan oluşmaktadır (Kırtok, 1998).

Mısır, dünya tahıl üretimi içerisindeki değerini özellikle son yıllarda iyice arttırmıştır. Dünya Gıda Organizasyonu (FAO), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Toprak Mahsulleri Ofisinin (TMO) verileri de bunun göstergesidir (Anonim, 2022; Anonymous, 2022). Dünya mısır üretiminde Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin Halk Cumhuriyeti ve Brezilya ilk üç sırada yer alırken, Türkiye yaklaşık 691 bin ha alanda, 6.5 milyon ton mısır üretimiyle 23. sırada bulunmaktadır (Anonim, 2022; Anonymous, 2022). Ülkemizde mısır üretimi yapılan verimli topraklara sahip olan Adana ilinde 664.187 dekar alanda ortalama 1.220 kg/da, Osmaniye ilinde ise 327.901 dekar alanda 986 kg/da verim elde edilmektedir (TÜİK 2021).

Ülkemizde birinci ve ikinci ürün olarak yılda iki kez yetiştirilen, ekonomik açıdan önemli bir kültür bitkisi olan mısırın un, yağ, tatlandırıcı, hayvan yemi ve işlenmiş gıda (patlamış mısır veya haşlanmış mısır) gibi geniş bir kullanım alanı vardır. Birçok biyotik faktör mısır üretiminde verim kaybına neden olurken bunlar arasında yer alan bakteriyel ve fungal etmenler %8.5'e ulaşan verim kaybı ile ekonomik zarara neden olmaktadır (Oerke, 2006).

Mısırdaki hastalık oluşturan bakteriyel etmenlerden biri olan ve dünyanın en önemli bakteriyel bitki patojenleri içerisinde yer alan *Dickeya* cinsine ait türler, *Dickeya zeae*, *D. dadantii*, *D. dianthicola*, *D. chrysanthemi*, *D. paradisiaca*, *D. solani*, *D. aquatica* ve *D. fangzhongdai* olarak sıralanabilir (Samson ve ark., 2005; Parkinson ve ark., 2014; Tian ve ark., 2016).

Önemli mısır üretim alanları olan Adana ve Osmaniye illerinde üretim alanlarında 2021 yılına kadar bakteriyel bir hastalığın sorun olduğu bildirilmemiştir. Ancak 2021 üretim sezonunda birkaç tarlada çok düşük yaygınlık oranıyla *Dickeya* sp.'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığıyla ilgili şikayetler gelmiştir. Bir sonraki yıl, 2022 üretim sezonunda ise bu hastalık ile ilgili şikayetlerin artan bir yaygınlıkla devam ettiği dikkat çekmiştir. Bu yüksek lisans tezinde mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığına neden olan *Dickeya* sp. üzerine

odaklanılmıştır. Bu hastalık mısırın kök ve gövde kısımlarını hastalandırmakta ve bu bölgelerde yumuşama, çürüme, kötü koku ve bitkilerde devrilme belirtileri oluşturmaktadır (Şekil 1.1) (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2022).



Şekil 1.1. Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı'nın mısır bitkilerinde oluşturduğu hastalık belirtileri

Bu hastalık ülkemizde ilk defa mısır üretim alanlarında 2021 yılında Güneydoğu Anadolu bölgesi, Diyarbakır ili, Bismil ilçesinde rapor edilmiş (Caplik ve ark., 2022) ardından Çukurova Bölgesindeki varlığı bildirilmiştir (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2022). Bu hastalığın ABD (Reifschneider, 1982), Brezilya (Thind ve Payak, 1985), Japonya (Sah, 1991), Hindistan (Nishat, 2009), Pakistan (Myung ve ark., 2010), Kore (Martinez-Cisneros ve ark., 2014), Çin (Guan ve ark., 2019), Meksika (Prokić, 2020), Endonezya (Suriani ve ark., 2020) ve Sırbistan'da (Yanchang ve

ark., 2021) üretilen mısırlarda sorun olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından farklı yıllarda rapor edilmiştir.

Dickeya zae, *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan gram negatif, çubuk şeklinde, genellikle 8-11 adet peritrik kamçıya sahip hareketli bir bakteri olup, boyutları 0.8-3.2 x 0.5-0.8 µm (ortalama 1.8 x 0.6 µm) arasında değişebilmektedir. Bu bakterinin King B besi yerinde non floresan gelişme, patates yumrularında pektolitik aktivite ve tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu oluşturma yeteneğine sahip, katalaz ve lesitinaz üretebilen, nitrati indirgeyebilen ve 37°C’de gelişebilme yeteneğinde olduğu bildirilmiştir (Myung ve ark., 2010; Kumar ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2016; Suriani ve ark., 2021).

Patojen fitotoksik zeminler ve ekstraselüler enzimleri (pektinaz, proteaz, feruloyl esterez ve selüloz) içeren virülenslik faktörlerine sahiptir. Bu enzimler bitki hücre duvarının yıkılmasına, hücrelerin parçalanmasına ve bitki dokusunda çürümeye neden olmaktadır (Hugouvieux-Cotte-Pattat ve ark., 1996; Zhou ve ark., 2015).

Mısırın yetiştiği sıcak iklim koşullarına uyum sağlayan bu bakterinin optimum gelişme sıcaklığı 30°C’nin üzerindedir. Patojenin enfeksiyon oluşturmada ve hastalığın gelişiminde yüksek sıcaklık ve neme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hastalık etmeni tohum ve toprak kaynaklıdır. Hastalığın ilk inokulum kaynağının da bulaşık tohumlar olduğu bilinen bir gerçektir. Yoğun yağış alan bölgeler, yağmurlama sistemi ile sulanan, yeşil aksamı tamamen ıslanan alanlar veya göl, gölet ya da yavaş akan derelerden pompa ile çekilen salma sulamanın kullanıldığı alanlar patojenin gelişimini teşvik etmekte ve hastalık yaygın olarak ortaya çıkmaktadır (Sah, 1991; Kumar ve ark., 2017).

Üretim alanında yoğun sulama nedeniyle toprak üstü aksamın nemli oluşu ve toprak altı zararlıları varlığı, etmenin üretim alanında kolaylıkla yayılabilmesine neden olmaktadır. *Dickeya zae*’nın mısır, tütün, çeltik, muz, şeker kamışı, patates, ananas, süs bitkileri (krizantem, sümbül, Philodendron, Brachiaria) gibi çok sayıda bitki türünde yumuşak çürüklük hastalığı oluşturabilmesi patojenin önemini artırmaktadır (Jafra ve ark., 2008; Toth ve ark., 2011; Pu ve ark., 2012; Bertani ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2014; Martinez-Cisneros ve ark., 2014; Ramachandran ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2017; Hu ve ark., 2018; Yanchang ve ark., 2021).

Bu hastalığın kimyasal mücadelesinde kullanılabilecek etkin bir bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Tohum ve toprak kökenli olan bu hastalıkla mücadelede ilk şart, hastalıksız ve sertifikalı tohum kullanımı olmalıdır. Hindistan’da tohumlardaki bulaşıklık düzeyini azaltmak için kimyasal ve biyolojik tohum uygulamaları kullanılmıştır (Kumar ve ark., 2016). Ayrıca hastalık etmeni olan bakteri toprakta uzun süre yaşayabileceği için hasta bitkiler tarladan uzaklaştırılmalı ve ekim nöbeti uygulanmalıdır. Bakteri sulama suyuna da bulaşarak farklı tarlalara ulaşabileceğinden sulama suyunun temizliği de diğer bir önemli konudur. Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı etmeni *Dickeya zae* topraktaki mikrobiyal aktivitenin zayıf, PGPR oranının düşük olduğu toprakları tercih etmektedir (Kumar ve ark., 2017).

Dayanıklılık mekanizmalarını uyaran bitki aktivatörleri ile toprağın mikrobiyal aktivitesini artıran biyolojik mücadele elemanlarının yani antagonistlerin kullanımı bitki hastalıklarının baskılanması açısından önemlidir (Aktepe, 2021; Bitgen ve Mirik, 2021; Karnez ve ark., 2021).

Verilen bilgiler doğrultusunda, bu yüksek lisans tezinde *Dickeya* sp.'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Çukurova bölgesinde mısırın yoğun olarak yetiştirildiği Adana ve Osmaniye illerindeki yaygınlık oranları, etmenin hasta bitkilerden, sulama suyundan ve topraktan izolasyonu ile yaşama yeteneği ve ayrıca yerel antagonistlerin hastalık üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında su, toprak ve hasta bitki örnekleri toplanarak patojen bakteri izolasyonu yapılmıştır. Toplanan bu örneklerden ayrıca aday antagonist mikroorganizmaların (bakteri ve mayaların) izolasyonu yapılmış ve gelecekte yapılacak biyolojik mücadele araştırmaları için muhafaza edilmiştir. Bu çalışma sonunda hastalığın bölgedeki yaygınlığı, sulama suyunda ve toprakta yaşama potansiyeli ve yerel antagonist mikrofloranın hastalık üzerindeki etkisi *in vitro* ve yarı *in vivo* denemelerle ortaya konulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

***Dickeya* sp'nin Tanısı, Yaygınlığı ve Bulunuşuyla İlgili Çalışmalar**

Dickeya spp. dünyanın en önemli 10 bakteriyel bitki patojeninden biri olup, *Dickeya zeae*, *D. fangzhongdai*, *D. dadantii*, *D. solani*, *D. paradisiaca*, *D. chrysanthemi*, *D. aquatic* ve *D. dianthicola*'yı içeren sekiz türden oluşmaktadır (Samson ve ark., 2005; Parkinson ve ark., 2014; Tian ve ark., 2016).

Kumar (2017)'nin bildirdiğine göre, *Dickeya zeae* adlı bakteriyel patojen ilk defa Jones tarafından 1900 yılında *Bacillus* sp. olarak isimlendirilmiş, 1917 yılında Winslow ve ark. tarafından *Erwinia* sp., 1953'te ise Burkholder tarafından *Erwinia chrysanthemi* olarak adlandırılmıştır. Sabet'in 1954 yılında *Erwinia caratovora* f. sp. *zea* olarak isimlendirdiği patojen, 1980 yılında Dye ve ark., tarafından *Erwinia chrysanthemi* pv. *zea* olarak yeniden isimlendirilmiştir. Son isimlendirme 2005 yılında Samson ve ark., tarafından yapılmış ve etmen *Dickeya zea* adını almıştır.

Ferreira-Pinto ve ark., (1994) Portekiz'de 1991 yılında yağmurlama sulama ile sulanan mısır tarlalarında, yumuşak çürüklük ve gövde çürümesine neden olan bakteriyel bir hastalık gözlemişlerdir. Araştırmacılar yapılan izolasyonlarda elde edilen bakteriyi, morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal testler ve mısır bitkisindeki konukçu testlerine göre *Erwinia chrysanthemi* olarak tanılamışlardır.

Askari ve ark., (2018) İran'da mısırın ekonomik öneminin gittikçe arttığını, artık ana ürün olarak kabul edildiğini ve yetiştiriciliğinin desteklendiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar mısırdaki gövde çürüklüğüne neden olan hastalığın İran'ın güneyinde mısır üretim alanlarında %50'nin üzerinde yaygınlık gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan tanı testlerine (patojenite, fenotipik ve moleküler testler) göre patojenin *Dickeya dadantii* veya *Dickeya zeae* (sinonim *Erwinia chrysanthemi* pv. *zea*) ile benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ek olarak yapılan biyokimyasal testlere göre İran'da mısır gövde çürüklüğü hastalığına *Dickeya dadantii*'nin neden olduğunu ilk defa bildirmişlerdir.

Prokić ve ark., (2020), Sırbistan'da mısır bitkisinde gövde çürüklüğüne neden olan bakteriyel etmeni izole etmiş ve morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, moleküler ve patojenite testleriyle 23 adet izolatu *Dickeya zeae* olarak tanılamışlardır. Bu araştırma Sırbistan'da bu hastalığın ilk raporu niteliğindedir.

Caplık ve ark., (2022) ise hastalığın ilk kez 2022 yılında ülkemizde, Diyarbakır ilinin Bismil ilçesinde ortaya çıktığını bildirilmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri isolatları biyokimyasal, moleküler ve patojenite testlerine göre ile *Dickeya zeae* olarak tanılamışlardır. Aynı yıl patojenin varlığı Adana ve Osmaniye illerinde de Cetinkaya Yıldız ve Aysan (2022) tarafından rapor edilmiştir. Araştırmacılar Adana ve Osmaniye illerinde mısır alanlarında saplarda su emmiş görünüm, kahverengileşme, yumuşama, çürüme ve ilerleyen zamanda gövdenin yıkılması belirtilerine neden olan bakteriyel etmeni, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testler, MALDI-TOF ve PCR testine göre *Dickeya zeae* olarak tanılamışlardır.

Boluk ve ark., (2022) ABD'nin Hawaii eyaletinde, *Dickeya zae*'nin mısır, patates, çeltik, muz, ananas, taro (kolokas, *Colocasia esculenta*) ve çeşitli süs bitkilerinde hastalık oluşturabildiğini ve üründe azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar single molecule real time (SMRT) dizileme tekniğini kullanarak ekonomik öneme sahip bitkilerden olan taro ve ananastan izole edilen *Dickeya zae* izolatlarının tüm genomlarını analiz etmişlerdir. Yapılan genomik analizlerde taro izolatında kesikli type III (T3SS9) ve type IV (T4SS) salgı sistemlerinin olduğunu type VI (T6SS) salgı sisteminin ise yüksek heterojenite gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar *Dickeya zae* izolatlarının ana virülenslik faktörleri olarak, bitki hücrelerinin duvar yapılarını bozan ekstraselüler enzimler ve proteaz enzimini karşılaştırmışlardır. Her iki konukçu bitkiden elde edilen izolatların proteaz, pektat liyaz ve selülaz enzimlerini ürettiğini ve izolatlar arasında önemli kantitatif farklar gözlenmediğini bildirmişlerdir. Patojenite çalışmalarında taro yumruları ile ananas yapraklarını kullanmışlar, bütün izolatlar taro yumrularında ve ananas yapraklarında yumuşak çürüklük belirtileri oluşturmuştur.

Jatoth ve ark., (2022) Hindistan'ın güney ve kuzey bölgelerinde yürüttükleri çalışmada *Dickeya zae*'nin mısırdaki oluşturduğu bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının ekonomik anlamda önemli olduğunu bildirmiştir. Muson yağmurlarının sıkça görüldüğü 2019-2021 üretim sezonunda, Hindistan'da beş eyaleti kapsayan bir survey çalışması yürütülmüştür. İnceleme yapılan bölgelerde hastalığın %13.30 ile %37.93 arasında değişen oranlarda yaygınlık gösterdiği bildirilmiştir. Nutrient agar besi yerinde yapılan izolasyonlarda beyazımsı krem renkli, parlak, pürüzsüz, ortası kabarık ve akışkan olmayan koloniler izole edilmiştir. Elde edilen izolatların patojenite testlerinde, *Dickeya zae*'ya hassas olduğu bilinen CM 600 çeşidi mısır bitkileri kullanılmış ve bütün izolatlar tipik hastalık belirtisi oluşturulmuştur. Yapılan biyokimyasal testler sonucunda izolatlar nitrat indirgemesi, H₂S üretimi sitrat kullanımı, indol, Voges Proskauer's ve malonat kullanımı testlerinde pozitif sonuç vermişler, arabinose, xylose, rhamnose, cellobiose, melibiose, sacharose, rafnos gibi karbon kaynaklarını kullanmışlardır. Araştırmacılar *Dickeya zae*'ya özgü *fliC* gen bölgesini kullanarak yeni bir primer tasarlamışlar ve 230 bp'de bant oluşturan izolatları moleküler olarak *Dickeya zae* olarak tanılamışlardır.

***Dickeya* sp'nin Mücadelesine Yönelik Çalışmalar**

Thind ve ark., (1984) *Erwinia chrysanthemi* pv. *zae*'nin neden olduğu mısırdaki Gövde Çürüklüğü Hastalığının mücadelesinde antibiyotikler (streptomisin ve agrimisin), bakırlı preparat (bakır oksiklorür) ve farklı dezenfektanların (klor ve potasyum permanganat) etkisini araştırmışlardır. Bu kimyasallar tek ve kombinasyon halinde yeşil aksama ve toprağa püskürtme şeklinde uygulandıklarında, en etkili uygulamanın streptomisin antibiyotiği ile bakır oksiklorür kombinasyonu olduğunu bildirmişlerdir.

Aysan ve ark., (2003) domateste Yumuşak Çürüklüğe neden olan *Erwinia chrysanthemi* ile mücadelede bazı antagonist bakterilerin biyolojik kontrol olanaklarını araştırmışlardır. Araştırmacılar

Adana ve Mersin illerindeki domates bitkilerinden 71 adet aday antagonist bakteri izole etmişler ve saksı denemelerinde sekiz antagonist izolat hastalık gelişimini %89 ile %33 arasında değişen oranlarda azaltmıştır. Sera denemelerinde en etkili antagonist, hastalığı %74 oranında baskılamıştır. Bu çalışma domates bakteriyel patojenlerine karşı potansiyel antagonistlerin etkinliğine ilişkin Türkiye’de yapılan ilk araştırma niteliğindedir.

Jafrı ve ark., (2008) *Dickeya zee*’nın sümbülde neden olduğu Yumuşak Çürüklük Hastalığının mücadelesinde, antagonistik bakterileri kullanarak biyolojik mücadele potansiyelini araştırmışlardır. Toplam 565 adet aday antagonistle yapılan çalışmada, izolatlar arasında seçim yaparken antagonistik etki, siderefor üretimi ve açıl homoserin lakton (AHL) inaktivasyonu yönünde değerlendirme yapmışlardır. Denemeye alınan 565 izolatın 35 adedi *Dickeya zee*’ya karşı antagonistik etki göstermiş, 35 izolatın siderefor ürettiğı belirlenmiş ve 20 izolat AHL’de degradasyona neden olmuştur. Farklı biyolojik mücadele yeteneğine sahip antagonistlerin hastalığı baskılama düzeyleri Pink Pearl ve Carnegie çeşidi sümbül bitkilerinde araştırıldığında üç adet antagonist bakteri (iki izolat *Rahnella aquatilis* ve bir izolat *Erwinia persicinus*) sümbül soğanlarında hastalık belirtilerini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu izolatlar tohum uygulaması olarak kullanıldığında başarıyla, yeşil aksama püskürtme şeklinde uygulandığında beklenen başarıyı gösterememiştir.

Kumar ve ark., (2016) Hindistan’ın Hoshiarpur bölgesinden izole edilen virülensliği yüksek *Dickeya zee* (M-13) izolatına karşı beş kimyasal maddenin (çamaşır suyu, streptosiklin, kristosiklin, blitox, kocide) ve bir bakteriyel antagonistin (*Pseudomonas fluorescens*) etkinliğini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırmışlardır. Kimyasallar 50, 100, 200, 500, 1000 ve >1000 ppm gibi farklı konsantrasyonlarda kullanılırken, antagonist bakteri de hangi bir seyreltme yapılmadan süpernatant kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bütün kimyasallar ve *Pseudomonas fluorescens* izolatları *Dickeya zee*’ya karşı etkili bulunmuş, kimyasallar arasında 100 ppm konsantrasyonda çamaşır suyu ile *Pseudomonas fluorescens*’in MP izolatı en etkili antibakteriyel aktiviteyi göstermiştir. Tarla koşullarında 100 ppm dozunda çamaşır suyu uygulamasında hastalık şiddetinde ortalama %7.13 oranında azalma gözlenirken, kullanılan üç mısır çeşidinde (cv. Dekalb Double, Punjab Sweet Corn-1, PMH-1) ise ürün miktarında artış saptanmıştır. Kontrole kıyasla verim yüzdesindeki artış Dekalb Double çeşidinde %52.4, Punjab Sweet Corn-1 çeşidinde % 64, PMH-1 mısır çeşidinde ise %57.9 olarak belirlenmiştir.

Kumar ve ark., (2017) mısırdaki *Dickeya zee*’nın neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının mücadelesinde bitki sıra aralarında yer alan suya klor (toz veya granül kalsiyum klorür) uygulaması yapmışlar ve hastalık oranın önemli ölçüde azaldığını saptamışlardır. Farklı dozlarda klor içeren çözeltilerin hastalığı %20 ile %70 arasında değişen oranlarda azalttığını bildirmişlerdir.

Guan ve ark., (2019) Hindistan’ın Kuzey ve Güney eyaletlerinde mısır bitkisinde *Dickeya zee*’nın neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü hastalığının yaygın olarak görüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar antibiyotiklerin ve biyolojik mücadele elemanlarının bu hastalığa karşı etkinliğini araştırdıklarında, antibiyotiklerden streptomisin ve antagonistik bakterilerden *Bacillus*

amyloliquefaciens DSBA-11 izolatının başarılı olduğu ve hastalığın entegre yönetimine bu uygulamaların eklenmesinin faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Li ve ark., (2020) mısırdaki, *Dickeya zeae*'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının biyolojik mücadelesinde *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas parafulva* ve *Bacillus velezensis*'in başarı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir. *In vitro* denemelerde iki *Pseudomonas* izolatının antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu belirlemişler ve sera denemelerinde bu izolatların hastalığı önemli düzeyde azalttığını saptamışlardır.

Jiang ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada kekik bitkisinin ana bileşenleri arasında yer alan karvakrol maddesinin *Dickeya zeae*'nin hücre zarı üzerindeki etkisini ortaya koymuşlardır. *Dickeya zeae*'ya karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösteren karvakrolün *Dickeya zeae* ile ilişkili hastalıklarının mücadelesinde büyük potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Jatoth ve ark., (2022) güney ve kuzey Hindistan'da görülen, *Dickeya zeae*'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının mücadelesinde altı antibiyotik (streptomisin, tetrasiklin, streptosiklin, kloramfenikol, rifampisin and eritromisin), iki fungusit (bakır oksiklorid ve karbendazim) ile dört bakteriyel antagonistin (*Bacillus subtilis* DTBS-5, *Bacillus amyloliquefaciens* DSBA-11, *Pseudomonas fluorescens* DTPF-3 ve *Pseudomonas fluorescens* DCPF-5) etkinliği *in vitro* koşullarda araştırmışlardır. Yapılan çalışmada streptosiklin kullanılan diğer antibiyotik ve fungusitlere göre bakteri gelişimini en iyi engelleyen uygulama olarak belirlenmiştir. Antagonist izolatlar arasında ise *Bacillus amyloliquefaciens* DSBA-11 izolatı, diğer üç antagonist izolata göre en yüksek inhibisyon zonunu oluşturarak en etkili antagonist olarak saptanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Çalışma Alanı: Adana İli Ceyhan ve Kozan ilçelerinde ile Osmaniye İli Kadirli ilçesinde Çizelge 3.1’de görülen mısır üretim alanları çalışma alanını oluşturmuştur. Surveyler illerin toplam mısır arazilerinin en az %1 ini kapsayacak şekilde yapılmıştır.

Besi Yerleri: Çalışmada patojen ve antagonist izolatların geliştirilmesi ve saklanması için King B (Proteose peptone 20 g/lt, Gliserin 10 ml/lt, K₂HPO₄ 1.5 g/lt, MgSO₄7H₂O 1.5 g/lt, Agar 15 g/lt), Nutrient Agar (Peptone from meat 5.0 g/lt; meat extract 3.0 g/lt; agar-agar 12.0 g/lt), Tryptic Soy Agar (TSA) (40 gr/lt) ve Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat Agar (YDCA) (Yeast extract 10 g/lt, dextrose 20 g/lt, kalsiyum karbonat 20 g/lt, agar15 g/lt) besi yerleri kullanılmıştır.

Alet ve Makinalar: Çalışmada steril kabin, otoklav, saf su cihazı, hassas terazi, sıcak su banyosu, erlen çalkalayıcı, inkübatör, buzdolabı ve etüv kullanılmıştır.

İklim Odası: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan, 16:8 saat aydınlatmalı, %75 nem, 25±2°C sıcaklık şartlarına sahip, klima ile ısıtılan/soğutulan iklim odası koşullarında patojenite testlemeleri yapılmıştır.

Bakteri kültürü: Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zae* kültürü patojenin tanısı çalışmalarında karşılaştırma izolatu olarak kullanılmıştır. Gram reaksiyon testinde, pozitif kontrol olarak Almanya’dan getirilmiş ve laboratuvar kültür koleksiyonunda bulunan GSPB 382 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatu kullanılmıştır. Hasta bitkiden, topraktan ve sulama suyundan izole edilen patojen ve aday antagonist bakteri izolatları da çalışmanın materyalinde yer almıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Mısır Üretim Alanlarının Hastalık Yönünden İncelenmesi

Çukurova Bölgesinde ilk ürün mısır yetiştiriciliğinde tohum ekimi şubat ayında yapılmakta ve hasat işlemleri ağustos ayında tamamlanmaktadır. Bu yetiştiricilik tarihleri göz önüne alınarak tarla incelemelerine, 2022 yılının nisan ayında başlanmış ve 15 günde bir olmak üzere, aynı yılın temmuz ayına kadar devam edilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında toplam 9 kere arazi çalışması yapılmıştır. Arazi gözlemlerinde en az 50 dekar olan üretim yerleri incelenmiş ve daha küçük alanlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi, TÜİK 2022 verilerine göre Adana ili Ceyhan ve Kozan ilçelerinde toplam 457.854 dekar alanda mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu üretim alanının %1.01’ini oluşturan 4.645 dekar mısır üretim alanı Bakteriye Gövde Çürüklüğü Hastalığı açısından incelenmiştir. Benzer şekilde, diğer bir önemli mısır üretim alanı olan Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde 184.254 dekar alanda yetiştirilen mısır üretiminin %1.29’una karşılık gelen 2.385 dekar mısır üretim alanı bu hastalık açısından incelemeye alınmıştır. İncelemelerde, Bora ve Karaca (1970)

tarafından bildirildiği gibi, Adana ve Osmaniye illerinde toplam üretim alanlarının en az %1'i değerlendirilmiştir. Toplam incelenen tarla sayısı ve hasta tarla sayısı kaydedilmiştir. Hastalığın bölgedeki yaygınlığı hesaplanırken, hasta tarla sayısı incelenen tarla sayısına oranlanmıştır.

Çizelge 3.1. Adana ve Osmaniye illerinde mısır üretim alanları ve incelenen tarlalar

İl	İlçe	Toplam Mısır Üretim Alanı (da)	İncelenen Alan (da)	İncelenen Tarla Sayısı
Adana	Ceyhan	360.000	3.150	13
	Kozan	97.854	1.495	11
Osmaniye	Kadirli	184.254	2.385	10

Mısır tarlasına girilmeden önce üreticiyle sohbet edilmiş ve hastalığın fotoğrafları gösterilerek mısır yapraklarında sararma, kahverengileşme, gövdede yumuşama, nekrozlar ve kötü koku gibi farklı tipte hastalık belirtisinin tarlalarında bulunup bulunmadığı, hatta geçmiş yıllarda görüp görmedikleri konusunda bilgi alınmıştır (Şekil 3.1). Tarlaların sulama tipi, tarlada yetişen mısır çeşidi ve bir önceki sezonda yetiştirdiği kültür bitkileri not edilmiştir. Hastalığın olduğu tarlalara girildiğinde zik zak çizilerek tarlanın farklı yerlerindeki bitkiler incelenmiş ve tesadüfi olarak 100 bitki sayılarak hastalığın tarladaki oranı (%) hesaplanmıştır.



Şekil 3.1. Mısır tarlalarında yapılan incelemelerden bir görünüm

3.2.2. Hasta Mısır Bitkisinde, Sulama Suyunda ve Toprakta Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde 2022 yılının nisan ve temmuz ayları arasında yapılan tarla incelemelerinde, hastalığın tespit edildiği her bir tarladan en az dört adet hastalık belirtisi gösteren hasta mısır bitkisi alınmıştır. Hasta tarlalar ile o tarlaya komşu ancak hastalığın görülmediği tarlalardan sulama suyu ve toprak örnekleri toplanmıştır. Hasta bitkilerden klasik bakteriyolojik yöntemlerle patojen izolasyonu (Lelliott ve Stead, 1987) yapılırken, sulama suyu ve toprak örneklerinde patojenin varlığının saptanmasında santrifüj yöntemi (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015) kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler aşağıda detaylı anlatılmıştır.

Hasta Bitkiden Patojen İzolasyonu: Mısır yapraklarında sararma, gövdede kahverengileşme, su emmiş alanların oluşumu, yumuşama ve kötü koku belirtisine sahip, hasta mısır bitkileri kökten sökülüştür. Kök bölgesi naylon torba içine alınıp kök boğazından bağlanmış ve toprak partiküllerinin yeşil aksamla temas etmesi engellenmiştir. Bazı hasta bitkiler daha şiddetli hastalık belirtisi gösterdiğinden, gövde kısmı yumuşayanlar köklü alınamamış sadece kopan üst gövde örnekleri alınmıştır. Bu örnekler kâğıt havluya sarılarak polietilen torbalar içerisine yerleştirilmiş ve torbaların ağzı açık bırakılmıştır. Her bir örnek etiketlenerek en kısa sürede izolasyon işlemi için Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen hasta bitki örneklerinin hastalıklı ve sağlıklı dokusunu içerecek şekilde 2-3 mm büyüklüğünde bitki dokuları steril bir bistüri yardımıyla kesilmiştir. Alınan izolasyon örnekleri kâğıt havlu üzerine konulmuş ve %70'lik alkolle yüzeyden dezenfekte edildikten sonra steril porselen havanlara aktarılıp iyice ezilmiştir. İçerisine iki ml Salin Buffer (% 0.85'lik NaCl çözeltisi) eklenip örnekler süspanse edilmiştir. Steril kabinde 15-20 dakika bekletilen havanlardan bir öze dolusu (10µl) alınarak TSA veya NA besi yerine çizgi yöntemi ile ekimler yapılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). İzolasyon petripleri 28°C'de inkübatörde 2-3 gün muhafaza edildikten sonra gelişen bakteri kolonileri incelenmiştir. Besi yerinde dominant olarak gelişen krem renkli ve parlak gelişen tek koloniler seçilerek TSA besi yerine saflaştırılmıştır.

Sulama Suyunda Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması: Adana ve Osmaniye illerinde sulama yapılan mısır tarlalarında üreticilerin yeraltı su kaynakları (kuyu suyu) veya kanal sularını kullandıkları gözlenmiştir. İncelenen tarlaların kullandığı sulama suyunun farklı yerlerinden alınan su örnekleri birleştirilerek her tarlaya özgü toplam 500 ml su örneği elde edilmiştir (Şekil 3.2). Plastik şişelerde etiketlenerek laboratuvara getirilen su örnekleri buzdolabında muhafaza edilmiştir. Direk 500 ml sudan patojen bakteri izolasyonunda başarı oranı az olacağından tuzaklama yöntemi olarak santrifüj kullanılarak, patojenin sulama suyunda varlığı araştırılmıştır (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015). Her bir tarlaya ait su örnekleri 7.000 devirde dönen bir santrifüjde 30 dakika santrifüj edilmiş ve pellet toplanmıştır. Elde edilen pellet bir ml salin buffer ile tekrar sulandırılarak sağlıklı patates yumrularına steril bir enjektörle bulaştırılmıştır. Pozitif kontrol olarak

Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zeae* izolatu, negatif kontrol olarak steril su aynı yöntemle sağlıklı patates yumrularına inokule edilmiştir. Bulaştırılan patates yumruları tabanına filtre kağıdı serilmiş temiz bir küvet içine yerleştirilmiş ve 32°C’de inkübatörde 3-5 gün inkübe edilmiştir. Sulama suyundan toplanan bakteriler içerisinde, patojen bakteri varsa patates yumrularında inokulasyon noktasında renk değişimi ve yumrular ikiye kesildiğinde yumuşama ile kötü koku varlığı yönünden inceleme yapılmıştır. Bu belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapılmış ve patojen bakteri izole edilip tanılanmış ise o sulama suyunda patojen bakteri *Dickeya* sp.’nin varlığı kanıtlanmıştır.



Şekil 3.2. Salma sulamanın kullanıldığı tarlalardan su örneklerinin toplandığı yerler

Topraktan Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması: Adana ve Osmaniye illerinde ziyaret edilen 14 mısır tarlasında, mısır bitkisinin kök bölgesinden 5-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Araziden getirilen toprak örnekleri laboratuvarında oda ısısında 2-3 gün kuruması beklendikten sonra elek yardımı ile elenmiştir. Toprak örneklerinden 10 g tartılarak, 250 ml hacmindeki steril cam şişelerde 90 ml salin buffer içerisinde 2 saat çalkalanmıştır. Her bir toprak örneğinin çalkalama suyu alınarak 7.000 devirde dönen bir santrifüjde 30 dakika santrifüj edilmiş ve pellet toplanmıştır. Elde edilen pellet bir ml salin buffer ile tekrar sulandırılarak sağlıklı patates yumrularına steril bir enjektörle bulaştırılmıştır. Bulaştırılan patates yumruları tabanına filtre kağıdı serilmiş temiz bir küvet içine yerleştirilmiş ve 32°C’de inkübatörde 3-5 gün inkübe edilmiştir. Toprak örneklerinde patojen bakteri varsa patates yumrularında inokulasyon noktasında renk değişimi ve yumrular ikiye kesildiğinde yumuşama ile kötü koku varlığı yönünden inceleme yapılmıştır (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015). Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız

ve Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zea* izolatu, negatif kontrol olarak steril su aynı yöntemle sağlıklı patates yumrularına inokule edilmiştir. Bu belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapılmış ve patojen bakteri izole edilip tanılanmış ise o toprak örneğinde patojen bakteri *Dickeya* sp.'nin varlığı kanıtlanmıştır.

Patojen Bakteri İzolatlarının Tanısı: Hasta bitkiden, sulama suyundan ve topraktan yapılan izolasyonlarda saflaştırılan bakterilerin tanısında gram reaksiyon, farklı besi yerlerindeki (TSA ve King B) koloni morfolojisi, patates dilimlerinde pektolitik aktivite testi, mısır bitkisinde patojenite testi, MALDI-TOF MS analizi (Bozkurt ve Soylu, 2019) ve PCR testi (*Dickeya* cinsine spesifik primer seti; Nassar, 1996) kullanılmıştır.

Gram Reaksiyon: Elde edilen izolatların gram reaksiyonlarının belirlenmesi için taze hazırlanan %3'lük potasyum hidroksit solüsyonundan lam üzerine bir damla damlatılmıştır. Ardından 48 saatlik bakteri kültürleri platin özeye alınarak solüsyona dairesel hareketlerle karıştırılmıştır. Öze 15-20 saniye sonra yukarı kaldırıldığında viskoz, yapışkanimsi bir sünme oluştuğunda sonuç pozitif, bakteri ise gram negatif olarak değerlendirilmiştir (Sands, 1990). Gram pozitif özellikteki *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (GSPB 382) izolatu kontrol olarak kullanılmıştır.

Farklı Besi Yerlerindeki (TSA ve King B) Koloni Morfolojisi: Elde edilen izolatlar TSA ve King B besi yerlerine çizildikten sonra $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2 gün inkübe edilmiştir. TSA besi yerine çizilen izolatlar inkübasyondan sonra krem renkli parlak koloni gelişimine, King B besi yerine çizilen izolatlar ise krem renkli non-floresan koloni gelişimine göre değerlendirilmiştir (Schaad ve ark., 2001).

Patateste Pektolitik Aktivite Testi: Fırçalanarak temizlenen sağlıklı patates yumruları %1'lik sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilip steril saf ile durulanmıştır. Yaklaşık 1 cm kalınlığında dilimlenen patatesler nemli, steril filtre kağıdı içeren steril petrilere yerleştirilmiş, patates dilimlerinin yüzeylerine 2-3 gün geliştirilen bakteri kültürleri steril kürdan ile bulaştırılmıştır. Petriler $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2-3 gün inkübe edildikten sonra patates dilimlerinin yüzeyinde görülen yumuşak çürüklük oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiştir (Lelliot ve Schaad 1987).

Mısır Bitkisinde Patojenite Testi: Pektolitik enzim üretme yeteneğine sahip olduğu belirlenen izolatlar 24 saat TSA besi yerinde geliştirildikten sonra spektrofotometre ($A_{600\text{nm}}:0.2$) yardımıyla 10^7 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyonlar hazırlanmıştır. Steril enjektör kullanılarak Kale F1 (3-5 gerçek yapraklı dönemde) çeşidi sağlıklı mısır fidelerinin gövdelerine 100 µl bakteri süspansiyonu inokule edilmiştir. Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zea* izolatu, negatif kontrol olarak steril su kullanılmıştır. İnokule edilen mısır fideleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan iklim odasında ($26 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, %75 nem ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık) muhafaza edilmiştir. Bitkiler günlük olarak incelenmiş, hastalık belirtisi gösteren mısır fidelerinden re izolasyonlar yapılmıştır (Schaad ve ark., 2001).

Bakteri İzolatlarının MALDI-TOF MS İle Tanısı: Kesin tür tanısı Prof. Dr. Soner Soylu danışmanlığında MALDI-TOF (Matriks Assisted Lazer Desorption Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry/ Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon Uçuş Süreli Kütle Spektroskopisi) (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) kütle spektrofotometrisi ile gerçekleştirilmiştir (Soylu ve ark., 2020). MALDI-TOF MS mikroorganizmaların tanımlanmasında kullanılan hızlı ve doğru sonuç veren yeni bir sistemdir. Bu yöntemde mikroorganizmaların biyokütelleri (protein, peptid, şeker) iyonize edilmektedir. İyonizasyondan sonra TOF tüpü içerisinde manyetiksel alandan geçirilerek protein profilleri ortaya çıkarılmaktadır. Elde edilen veriler, sistemin veri tabanındaki referanslar ile karşılaştırılarak tür bazında tanımlanmaktadır. Teşhisler sonucunda firma beyanına göre ortaya çıkan skor değerleri 2.30-3.0 aralığında ise tür düzeyinde çok yüksek düzeyde güvenilir olarak; 2.00-2.299 aralığında ise cins düzeyinde oldukça güvenilir, tür düzeyinde yüksek güvenilir olarak; 1.70-1.999 arasında ise cins düzeyinde güvenilir, tür bazında muhtemel düzeyde olarak; 1.7 değerinden aşağı olan değerler ise güvensiz tanı olarak değerlendirilir (Soylu ve ark., 2020).

Bakteri İzolatlarının PCR Testi İle Tanısı

Bakteri izolatlarının DNA izolasyonu Genomik DNA pürüfikasyon kiti (ThermoFisher firması GeneJET, ABD) kullanılarak yapılmıştır. DNA izolasyonunda üretici firmanın önerdiği izolasyon protokolü uygulanmıştır. Genomik DNA'lar PCR çalışmalarında kullanılmak üzere -20°C'de muhafaza edilmiştir. PCR testi ile tanılamada Nassar ve ark., (1996) tarafından geliştirilen ve bakterilerin pektolitik enzim üretiminden sorumlu pel genlerini kodlayan ADE1 (5'-GAT CAG AAA GCC CGC AGC CAG AT-3') ve ADE2 (5'-CTG TGG CCG ATC AGG ATG GTT TTG TCG TGC-3') primer oligonükleotidleri kullanılmıştır. PCR ürünleri 80V elektrik akımında yaklaşık 1 saat yürütülmüş ardından transliminatörde bantlar incelenerek, fotoğraflanmıştır (Sambrook ve ark., 1989).

3.2.3. Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Aday Antagonistlerin Eldesi: Patojen bakteri ve antagonistin yaşam yerlerinin beraber olduğu düşüncesiyle, Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde mısır yetiştirilen 14 adet tarladan ve bu tarlaların sulandığı dokuz adet su kaynağından toplam 23 adet örnek toplanmıştır. Toprak örneklerinden 10 gr ve su örneklerinden 10 ml alınıp 90 ml saline buffer içeren 250 ml'lik erlen mayerlere eklenmiştir. Erlen mayer içinde bulunan örnekler 200 rpm hızla dönen bir erlen çalkalayıcıda iki saat oda sıcaklığında çalkalanmıştır. Buradan otomatik pipetle 1 ml alınarak 9 ml salin buffer içeren cam tüplere aktararak 1/10 oranında seyreltme yapılmıştır. Seyreltme işlemi toplamda 6 kez yapılmış ve her seyreltme işleminden sonra homojen dağılması için tüpler tüp karıştırıcıda iyice karıştırılmıştır. Her bir seyreltmeden 100 µl alınıp TSA besi yeri içeren petrilere aktarılmış ve steril cam bagetle yayma yapılarak tek koloni gelişimi sağlanmıştır. Aday antagonist izolasyonu amacıyla yapılan bu işlemde yer alan tüm petrilere 25°C'de inkübatörde iki gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda petrilere gelişen koloniler ışık altında ve büyüteçle incelenerek

farklı koloni morfolojisine sahip bakteri ve maya kolonileri saflaştırılmıştır. Benzer şekilde saflaştırma işleminde TSA besi yeri kullanılmış, çizimler steril özeyle zig zag şeklinde yapılmış ve benzer şekilde saflaştırma petrileri 28°C’de inkübatörde iki gün inkübe edilmiştir. Ayrıca Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan daha önceki araştırmalarda elde edilerek aday antagonist olarak muhafazası yapılan 95 adet izolat da çalışmaya dahil edilmiştir.

Aday Antagonistlerin *In Vitro* Koşullarda *Dickeya* sp.’ye Antibakteriyel Etkisi: Aday antagonistlerin *Dickeya* sp. üzerine antibakteriyel etkisi *in vitro* koşullarda ikili kültür petri denemeleriyle araştırılmıştır (Mitchell, 1992). TSA besi yerinde patojen ve aday antagonistler bir araya getirilmiş ve aralarında etkileşim varsa engelleme alanları oluşmuş ve başarılı antagonistlerin seçimi yapılmıştır. Bu amaçla 48 saatlik taze geliştirilmiş aday antagonist izolatları TSA besi yerine üç nokta aşılama yöntemi ile bulaştırıldıktan sonra petriler 24 saat 28°C’deki inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Benzer şekilde patojen bakteri *Dickeya* sp. TSA besi yerinde 48 saatlik geliştirildikten sonra dansiyometre yardımıyla 10^7 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu hazırlanmıştır. Besi yerinde gelişmiş olan aday antagonistlerin üzerine 15 cm uzaklıktan el pülverizatörüyle patojen bakteri süspansiyonu püskürtülmüştür. Kontrol petrisi olarak, TSA besi yeri içeren bir petriye herhangi bir aday antagonist bakteri aşılması yapılmadan sadece patojen bakteri *Dickeya* sp. püskürtülmüştür. Her bir aday antagonist üç tekrarlı olarak denemeye alınmıştır. Petriler 25°C’deki inkübatörde 48 saat bekletilmiş ve petrilere gelişen antagonist izolatların çapı ile çevresinde oluşan engelleme zonları mm olarak ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra bakteri çapı ve engelleme zonu birbirine oranlanmış ve izolatların “Antagonistik İndeks Değerleri” belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2015).

Aday Antagonistlerin Yarı *In Vivo* Koşullarda *Dickeya* sp.’ye Antibakteriyel Etkisi: Aday antagonistlerin *Dickeya* sp. üzerine antibakteriyel etkisi yarı *in vivo* koşullarda petride patates dilimleri üzerinde araştırılmıştır (Aysan ve ark., 2003). Sağlıklı patates yumruları önce çeşme suyuyla yıkanıp toprak partikülleri uzaklaştırılmıştır. Ardından patates yumruları %1’lik sodyum hipoklorit içinde iki dakika bekletilerek yüzeyden dezenfekte edilmiştir. Daha sonra sodyum hipoklorit kalıntısını uzaklaştırmak için steril saf su içinde durulanmıştır. Alevden geçirilerek steril edilmiş bir bıçakla patateslerin kabuğu soyulmuş ve patates yumruları enine kesilerek (yaklaşık 1 cm) steril filtre kağıdı içeren petrilere yerleştirilmiştir. Alevden geçirilerek steril edilmiş bir mantar delici ile patates dilimlerine minik yüzeysel bir çukur açılmıştır. Çukurun dilimleri parçalamasına müsaade edilmemiştir. TSA besi yerinde 48 saat geliştirilen aday antagonist süspansiyonları dansiyometrede 0.80 değerine ayarlanmış (yaklaşık 10^8 hücre/ml) ve bu süspansiyonlardan 20’şer µl alınıp patates dilimleri üzerindeki çukurlara yerleştirilmiştir. Steril kabinde bir saat bekletilen patates dilimlerine aday antagonistlerin yerleşmesi sağlanmış ve ardından taze geliştirilerek 10^7 hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan *Dickeya* sp. süspansiyondan 20 µl aynı çukura eklenmiştir. Pozitif kontrol olarak patates dilimleri sadece *Dickeya* sp. süspansiyonuyla bulaştırılırken, negatif kontrol olarak sadece steril su uygulaması yapılmıştır. Patates dilimlerini içeren petriler 32°C’deki inkübatörde 48

saat inkübe edilmiş ve yumuşamanın miktarı mm olarak ölçülmüştür. Pozitif kontrolde meydana gelen çürüme miktarı ortalaması, antagonistin yumrularda meydana gelen çürüme miktarı ortalamasına oranlanarak hastalığı engelleme oranı Abbott formülüyle (% etki) hesaplanmıştır. 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.

Başarılı Antagonist/lerin Tanısı ve Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi: Yarı *in vivo* denemelerde etkili bulunan antagonistlerin tanısı MALDI-TOF MS yöntemi kullanılmıştır (Soylu ve ark., 2020). Elde edilen antagonist izolatların bitki patojen olup olmadıklarını saptamak için tütünde aşırı duyarlılık testi yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Mısır Üretim Alanlarının Hastalık Yönünden İncelenmesi

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde, 2022 yılında 642.108 dekar ekiliş alanına sahip, ilk ürün mısır yetiştirilen tarlaların 7.030 dekarlık bölümü nisan ve temmuz ayları arasında ziyaret edildiğinde, incelenen 34 adet tarlanın altısında Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı tespit edilmiştir. Bu hastalık yönünden yapılan incelemelerde, mısır tarlalarının %17.65'inde hastalık belirtileri tespit edilmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi Adana ilinin Ceyhan ilçesinde incelenen 13 adet tarlanın birinde, Kozan ilçesinde 11 adet mısır tarlasının birinde hastalık tespit edilirken Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde ziyaret edilen 10 adet tarlanın dördünde hastalık saptanmıştır. Mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Ceyhan, Kozan ve Kadirli ilçelerindeki incelenen tarlalarda yaygınlığı sırasıyla %7.69, %9.09 ve %40 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Adana ve Osmaniye illerinde Mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Yaygınlığı

İl	İlçe	İncelenen Tarla Sayısı	Hasta Tarla Sayısı	Hastalık Yaygınlığı (%)
Adana	Ceyhan	13	1	7.69
	Kozan	11	1	9.09
Osmaniye	Kadirli	10	4	40.00

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, survey yapılan Adana ili Ceyhan ilçesinde hastalık belirtisi gözlenen tarladaki bitkilerin %10'nun hasta olduğu, Kozan ilçesinde ise %8'inin hastalıkla bulaşık olduğu belirlenmiştir. Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde hastalıkla bulaşık olduğu tespit edilen dört tarladaki hastalık oranı sırasıyla %10, 11, 15 ve 13 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Adana ve Osmaniye illerinde Mısır Tatlalarında Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Oranı (%)

Hasta Tarla	İlçe	Tarla Alanı (dekar)	Tarladaki Hastalık Oranı (%)
Tarla-1	Ceyhan	150	10
Tarla-2	Kozan	50	8
Tarla-3	Kadirli	125	10
Tarla-4	Kadirli	130	11
Tarla-5	Kadirli	150	15
Tarla-6	Kadirli	180	13

Mısır üretim alanlarına yapılan ziyaretlerde, hasta tarlalar incelendiğinde mısır yapraklarında sararma, kahverengileşme, gövdede yumuşama ve çürüme, bitkilerde devrilme, nekrozlar ile kötü koku gibi farklı tipte hastalık belirtileri tespit edilmiştir (Şekil 4.1A, B, C). Üretim alanlarının tümünün salma sulamayla sulandığı ve bir önceki sezonda genellikle fıstık yetiştirdikleri

belirlenmiştir. Mısır üreticisiyle yapılan sohbetlerin birinde bu hastalığa 2015 yılında Adana'nın Yüreğir ilçesinde rastlandığı bildirilmiştir.



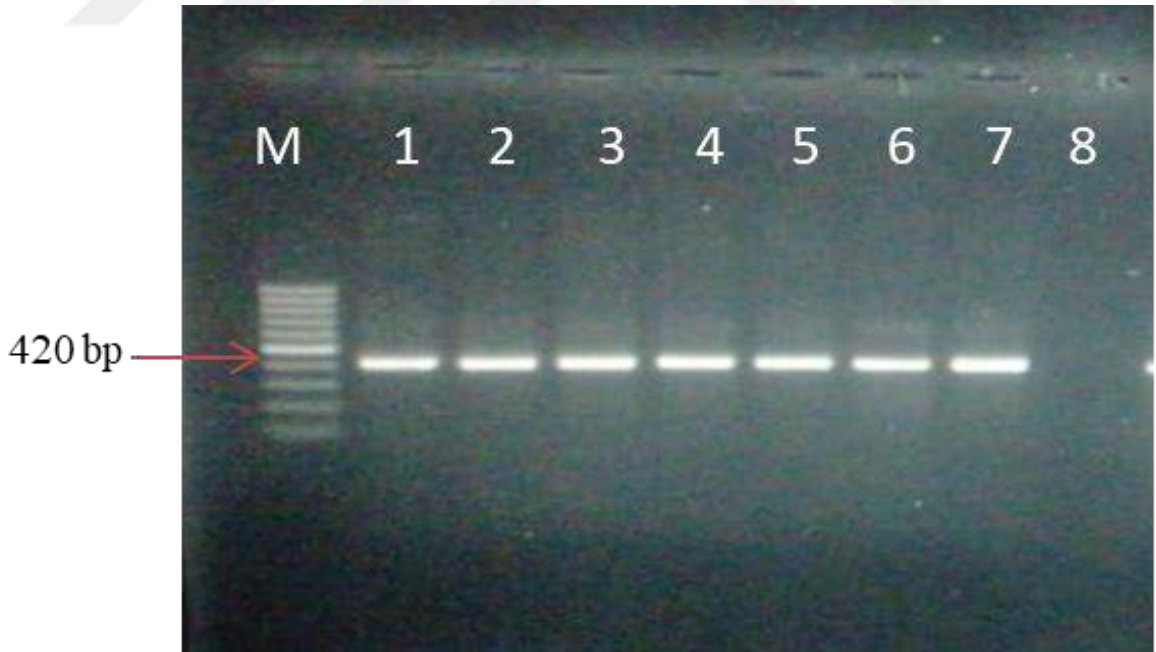
Şekil 4.1 Mısır bitkisinde *Dickeya* sp.'nin oluşturduğu hastalık belirtileri; (A) Mısır bitkisinde nekroz, gövde çürümesi ve yapraklarda sararma belirtileri. (B) Mısır bitkisinde devrilme ve yapraklarda kahverengileşme. (C) Kök içerisinde çürüme ve renk değişimi

Dickeya zeae adlı bakteriyel patojen mısırdaki, çeltikte (Liu ve Wang, 2004), muzda (Zhang ve ark., 2014) ve süs bitkilerinde (Jafra ve ark., 2009; Hu ve ark., 2018) Yumuşak Çürüklük Hastalığına neden olmaktadır. Bu hastalık Asya, Amerika, Avustralya, Afrika ve Avrupa kıtalarında yetiştirilen 22 farklı monokotiledonlu ve 24 farklı dikotiledonlu bitkide gözlenmiştir (Hu ve ark., 2018). *Dickeya zeae* Asya kıtasında yer alan uzak doğu ülkelerinde genellikle monokotiledonlu bitkileri hastalandırmaktadır. *Dickeya zeae*'nin mısır bitkilerinde neden olduğu Gövde Çürüklüğü Hastalığı ABD, Brezilya, Çin, Fransa, Hindistan, İran, İtalya, Japonya, Kore, Küba Meksika, Mısır, Senegal ve Tayland'da varlığı farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Li ve ark., 2020). Son yıllarda bu hastalığın mısır, çeltik ve muzda çok büyük ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir. *Dickeya zeae*'nin çeltikte neden olduğu hastalık Çin'in güneyinde %10-30 arasında değişen oranlarda verim kayıplarına sebep olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2020). Yine Çin'de muz yetiştirilen plantasyonlarda hastalığın yaygınlığının %20 ile %70 arasında olduğu saptanmış ve 2010-2012 yılları arasında Guangzhou'daki muz alanlarındaki hastalık oranının %90 olduğu belirlenmiştir (Zhang ve ark., 2014; Lin ve ark., 2010). Hindistan'da 2019-2021 yılları arasında mısırdaki bu hastalığın %13 -38 bulunuş oranına sahip olduğu rapor edilmiştir (Jatoth ve ark., 2022). Bu yüksek lisans tezinde elde edilen verilere göre, mısırdaki *Dickeya* sp.'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Çukurova Bölgesinde çok yaygın olmadığı, ayrıca hasta tarlalardaki bulaşıklık oranının da çok fazla olmadığı saptanmıştır. Bu hastalığa neden olan patojen bakteri sıcaklığı seven ve optimum gelişim sıcaklığı 30°C'nin üzerinde olan bir türdür (Czajkowski ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2017) ve küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak bölgemizde sıcaklık artışı olursa bu türün kolaylıkla yayılabileceği düşünülmektedir. Çukurova Bölgesi hem sıcak hem de nemli bir

bölge olması nedeniyle sıcaklığı seven bakteriler kolaylıkla bu alanlara yerleşip, hastalık yapma yeteneğinde olabilirler.

4.2. Hasta Mısır Bitkisinde, Sulama Suyunda ve Toprakta Patojen Bakterinin Varlığının Saptanması

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde, 2022 yılının nisan ve temmuz ayları arasında yapılan mısır tarlalarındaki incelemelerde, altı adet hasta tarladan toplam 24 hasta bitki toplanmış ve yapılan izolasyonlarda 72 adet bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Bakteri izolatlarının tümü King B besiyerinde non-floresan tipte kolonilere sahipken, TSA ve NA besiyerinde krem renkli, parlak ve yuvarlak koloniler oluşturmuşlardır. KOH ile yapılan gram reaksiyon testinde izolatların tümünün gram negatif bakteriler olduğu belirlenmiş ve izolatların tümü patates dilimlerinde yumuşamaya neden olarak pektolitik aktivite testi pozitif olarak bulunmuştur. Saksıda yetiştirilen mısır fidelerinde yapılan patojenite testinde izolatların tümü inokulasyon noktasında renk değişimine ve yumuşak çürüklüğe neden olmuştur. Seçilen bir adet izolat ile yapılan MALDI-TOF MS ile tanı testinde ise mısır izolatu 2.025 skor değerleriyle (Ek 1’de sunulmuştur) *Dickeya* sp. olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, *Dickeya* cinsine spesifik ADE1 ve ADE2 primer setiyle yapılan PCR testinde seçilen altı izolat 420 bp büyüklükte bant oluşturarak *Dickeya* sp. olarak tanımlanmışlardır.



Şekil 4.2. ADE1 ve ADE2 primerleri kullanılarak yapılan PCR işleminde oluşan bantlar. M: 100 bp DNA ladder; 1. çukur: Pozitif Kontrol; 2-7. çukur: Altı mısır tarlasından elde edilen izolatlar; 8.çukur: Negatif Kontrol

Çizelge 4.3’te görüldüğü gibi, hasta mısır tarlaları ve onların yakınındaki tarlaların sulandığı su kaynaklarından alınan, dokuz su örneğindeki bakteriler santrifüjlenerek pellet haline getirilmiş ve

patates yumrularına bulaştırıldığında yumruların tamamında inokulasyon noktasında renk değişimi ve yumuşak çürüklük belirtileri saptanmıştır (Şekil 4.3). Yumuşak çürüklük belirtisinin varlığı su örneklerinde patojen bakteri *Dickeya* sp.'nin varlığı kanıtlanmaktadır. Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zea* izolatu patates yumrularına aynı yöntemle inokule edildiğinde, yumuşak çürüklük belirtileri gözlenmiştir. Negatif kontrol olarak steril suyla bulaştırılmış yumrulara herhangi bir çürüme veya yumuşak çürüklük belirtisi olmamıştır. Yumuşama belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapıp elde edilen dokuz izolatla PCR çalışmaları yapılmış ve sulama suyunda patojen bakteri *Dickeya* sp.'nin varlığı teyit edilmiştir. Sonuç olarak patojenin sağlıklı tarlalara yayılmasında salma sulamanın önemli bir rol oynadığı yapılan bu araştırmayla ortaya konmuştur.

Çizelge 4.3. Mısır tarlalarının sulandığı kaynaklardan toplanan su örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu

Su Örnekleri	İlçe	Hastalık Durumu	Sulama Tipi	Patojeni Saptama
Su-1	Ceyhan	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-2	Kozan	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-3	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-4	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-5	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-6	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-7	Kadirli	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-8	Kadirli	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-9	Kadirli	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+



Şekil 4.3. Sulama suyundan elde edilen bakterilerin patates yumrularında meydana getirdiği çürüklük

Adana ve Osmaniye illerinde ziyaret edilen 14 adet mısır tarlasında, mısır bitkisinin kök bölgesinden 5-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinden elde edilen pellet patates yumrularına

bulaştırıldığında yumruların hiçbirinde hastalık belirtisi tespit edilmemiştir. Sadece pozitif kontrol uygulamasında, yumrularda çürüme ve yumuşak çürüklük belirtisi gözlenmiştir. Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi, 14 adet toprak örneğinin hiçbirinde *Dickeya* sp.'nin varlığı saptanmamıştır.

Çizelge 4.4. Mısır tarlalarından alınan toprak örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu

Toprak Örnekleri	İlçe	Alan (da)	Hastalık Durumu	Patojeni Saptama
Toprak-1	Ceyhan	150	Hasta tarla	-
Toprak-2	Kozan	140	Sağlıklı tarla	-
Toprak-3	Kozan	170	Sağlıklı tarla	-
Toprak-4	Kozan	50	Sağlıklı tarla	-
Toprak-5	Kozan	120	Sağlıklı tarla	-
Toprak-6	Kozan	50	Hasta tarla	-
Toprak-7	Kozan	200	Sağlıklı tarla	-
Toprak-8	Kozan	80	Sağlıklı tarla	-
Toprak-9	Kozan	90	Sağlıklı tarla	-
Toprak-10	Kadirli	125	Hasta tarla	-
Toprak-11	Kadirli	150	Hasta tarla	-
Toprak-12	Kadirli	180	Hasta tarla	-
Toprak-13	Kadirli	130	Hasta tarla	-
Toprak-14	Kadirli	100	Sağlıklı tarla	-

Pectobacterium ve *Dickeya* cinsi içinde yer alan, farklı konukçu bitkilerde yumuşak çürüklük hastalıklarına neden olan patojenik bakteriyel türler, uygun olmayan mevsimleri aşarken hayatta kalmaları ortamdaki sıcaklık, nem ve pH'a bağlıdır. Bu patojenler, bir sonraki üretim mevsimine kadar toprakta oldukça az popülasyonda yaşarken, hasat sonrası tarlada kalan bitki artıklarında ve yabancı otlar üzerinde daha uzun süre yaşama yeteneğindedir (Perombelon ve Kelman, 1980). Toprağın oldukça zengin bir mikrobiyal popülasyon olduğu düşünüldüğünde, toprakta düşük popülasyonda bulunan bu patojenik türlerin yaşamına, topraktaki antagonist mikroorganizmaların etkisi de söz konusudur. Bu nedenlerle, toprakta düşük popülasyonda bulunan *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsi içinde yer alan patojenik bakteri popülasyonunu saptamak oldukça zordur (Czajkowski ve ark., 2012). Toprak örneklerinde patojen bakterilerin varlığı saptanırken sadece steril su içinde birkaç saat çalkalamak yeterli olmayacaktır. Bu karışık popülasyon içerisinde *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsinin popülasyonunu artırmak için zenginleştirilme işlemi gerçekleştirilerek, besi yerine ekimden önce santrifüjleme yaparak bakterileri toplamak (Perombelon ve van der Wolf, 2002) ve ardından toplanan bakterilerin patates yumrusu gibi duyarlı bitki organlarına inokule ederek tuzaklama yöntemini tercih etmek başarı şansını artıracaktır (Czajkowski ve ark., 2012). Topraktaki yaşamın aksine, *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsi içinde yer alan patojenik bakterilerin steril suda 200 gün yaşayabilirken (Cothier ve Gilbert, 1990), üretim alanındaki yüzey sularında da yaşamını devam ettirdiği farklı araştırmalarda saptanmıştır (Quinn ve ark., 1980). Yapılan önceki çalışmalar ışığında, bu yüksek lisans çalışmasında patojenin toprakta ve sulama suyunda varlığını belirlerken santrifüj kullanılarak zenginleştirme işlemi yapılarak tuzaklama yöntemi kullanıldığında başarılı veriler elde edilmiştir. Üretim döneminde henüz hastalık belirtisi

göstermeyen ancak patojenle epifitik veya latent olarak bulaşık bulunan bitki artıkları, sulama suyuna veya yüzey sularına bulaştığında, patojen bakteriler kolaylıkla bu suyla sulanan tarlalara bulaşabilmektedir (Cappaert ve ark., 1988; Czajkowski ve ark., 2012).

4.3. Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Aday Antagonistlerin Eldesi: Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde mısır yetiştirilen 14 adet tarladan ve bu tarlaların sulandığı dokuz adet su kaynağından yapılan aday antagonist izolasyonu çalışması sonucu, 100 adet bakteri ile 137 adet maya izolatu saflaştırılmıştır. Ayrıca Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda yer alan 95 adet izolat da çalışmaya dahil edildiğinde, toplamda 332 adet aday antagonist bu araştırmada yer almıştır.

Aday Antagonistlerin *In Vitro* Koşullarda *Dickeya* sp.'ye Antibakteriyel Etkisi: Aday antagonistlerin *Dickeya* sp. üzerine antibakteriyel etkisi *in vitro* koşullarda, ikili kültür petri denemeleriyle araştırıldığında, 332 adet aday antagonistin 84 adedinin *Dickeya* sp.'ye antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4). *In vitro* şartlarda antibakteriyel özellikteki 84 antagonistin tümü bakteri izolatlarından oluşmaktadır. Patojen gelişimini petride engelleyen başarılı izotların 11.7-50 arasında değişen Antagonistik İndeks Değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Patojene karşı etkili olan antagonistlerin oluşturdıkları engelleme alanları ve indeks değerleri Ek-2'de çizelge olarak sunulmuştur. Antagonist izolatların 65 adeti 11.7-29.2 arasında değişen indeks değerine sahipken, 19 adetinin 30-50 arasında değişen indeks değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Aday Antagonistlerin Yarı *In Vivo* Koşullarda *Dickeya* sp.'ye Antibakteriyel Etkisi: Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, *Dickeya* sp.'ye antibakteriyel etkiye sahip 84 adet antagonistin etkisi yarı *in vivo* koşullarda petride patates dilimleri üzerinde araştırıldığında, sadece 6 adetinin patates dilimlerinde çürümeyi %4 ile %56 arasında değişen oranlarda azalttığı belirlenmiştir (Şekil 4.5). İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde X77 ve OG/1-12 kodlu antagonistler patates dilimlerinde çürümeyi baskılamada başarılı olmuştur.

Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde mısır yetiştirilen ve hastalığın gözlemlendiği tarla toprağından izole edilen X77 kodlu antagonist bakteri, *Dickeya* sp.'nin patates dilimlerinde oluşturduğu yumuşak çürüklüğü %55.77 oranında baskılayan en başarılı antagonist olmuştur. İstatistiksel olarak da incelendiğinde bu izolat tek başına ayrı bir grubu oluşturmıştır. X77 kodlu bu antagonistin *in vitro* petri denemelerindeki antagonistik indeks değeri 2.73 ile orta düzeyde başarılı bulunmuştur. Bu durum *in vitro* ve *in vivo* denemelerde farklılık olabileceğinin göstergesidir. Daha önce yapılan pek çok çalışmada da benzer durumlar kaydedilmiştir (Aysan ve ark., 2003). Bu durumdan dolayı aday antagonistlerin seçiminde sadece petri denemeleri yerine, yarı *in vivo* denemeler ardından sera veya tarla çalışmalarının yapılması gereklidir. MALDI TOF MS ile yapılan tür tanısında en başarılı antagonist olan X77 kodlu bakteri izolatu, *Bacillus amyloliquefaciens* olarak tanımlanmıştır (Ek 1).

X77 kodlu bakteri izolatu tütünde yapılan aşırı duyarlılık testinde negatif sonuç vermiş ve patojenik özelliğe sahip olmadığı teyit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Patates dilimlerinde *Dickeya* sp.'nin neden olduğu çürümeye antagonistlerin etkisi

Uygulamalar	Patates Dilimlerinde Çürüme Çapı (mm)				Ortalama	Etki (%)
	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	4. Tekrar		
X77	5.00	6.00	6.00	6.00	5.75 ^{c*}	55.77
OG/1-12	6.00	7.00	12.00	13.00	9.50 ^b	26.92
MZ12	9.00	10.00	10.00	11.00	10.00 ^{ab}	23.08
AY-10	8.00	9.00	10.00	15.00	10.50 ^{ab}	19.23
X91	10.00	11.00	13.00	14.00	12.00 ^{ab}	7.69
YL-4-3	8.00	12.00	14.00	16.00	12.50 ^{ab}	3.85
Pozitif Kontrol	12.00	14.00	13.00	13.00	13.00 ^a	-
Negatif Kontrol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-

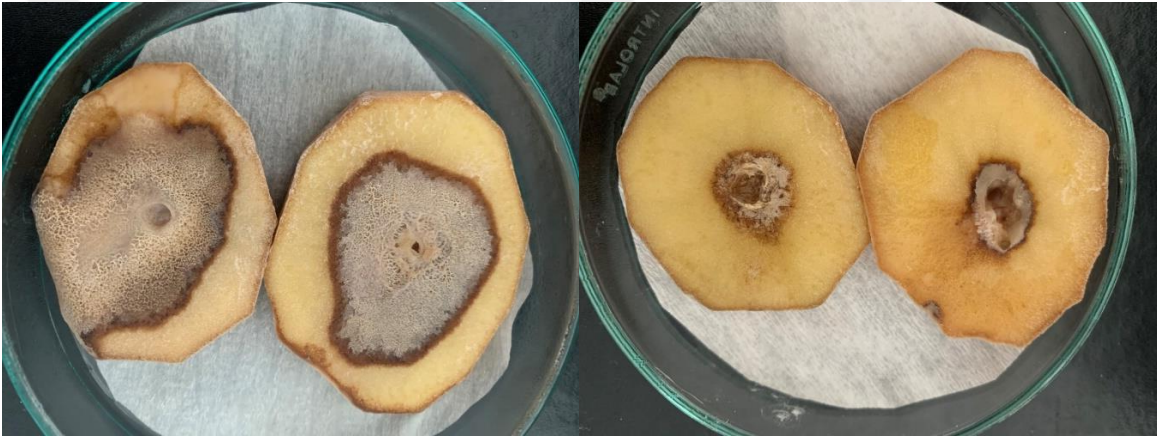
*: farklı harfı içeren ortalamalar LSD testine (%5 önem düzeyinde) göre istatistiksel olarak farklıdır.

Diğer bir etkili antagonist olan, Çukurova Üniversitesi Bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan *Bacillus* sp. olarak tanımlanmış OG/1-12 kodlu izolat, bu hastalığı %26.92 oranında engellemiş ve istatistiksel olarak ayrı bir grupta yer almıştır. Bu izolat Ziraat Yüksek Mühendisi Özgür Göldoğan'ın yüksek lisans çalışması kapsamında Mersin'in Erdemli ilçesinde domates yetiştirilen alanlardan izole edilmiştir (Göldoğan, 2022). OG/1-12 kodlu bu izolat, *in vitro* petri denemelerinde 50 mm'lik antagonistik indeks değeriyle *Dickeya* sp.'nin gelişimini en iyi baskılayan antagonistken, yarı *in vivo* denemelerde patates dilimlerindeki çürümeyi en iyi engelleyen izolat olamamıştır. Benzer şekilde *in vitro* ve *in vivo* denemelerdeki farklılık bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Denemeye alınan diğer dört izolat (MZ12, AY-10, X91 ve YL-4-3) istatistiksel olarak pozitif kontrolle aynı grupta yer aldığından etkisiz izolatlar olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.4. *Dickeya* sp.'ye karşı antibakteriyel etkiye sahip antagonistlerin oluşturduğu engelleme alanları



Şekil 4.5. *Dickeya* sp.'nin patates dilimlerinde oluşturduğu çürüme (solda) antibakteriyel etkiye sahip X77 kodlu antagonistin çürümeyi engelleme yeteneği (sağda)

Adana ilinin Ceyhan ilçesi, Yalak köyünde biber yetiştirilen tarla toprağından Ziraat Yüksek Mühendisi İrem Buse Tümen'in yüksek lisans çalışması kapsamında izole edilen, YL-4-3 kodlu izolat *in vitro* petri denememelerinde 2.63 antagonistik indeks değeriyle *Dickeya* sp.'nin gelişimini baskımlarken, yarı *in vivo* denemelerde patates dilimlerinde yumuşak çürüklüğü yeterli düzeyde engelleyememiştir (Çizelge 4.6). Çukurova Üniversitesi Bakterioloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan bu izolat biberde Bakteriyel Leke Hastalığını ve domateste Bakteriyel Benek Hastalığını engellemede başarı gösteren bir *Bacillus subtilis* izolatıdır.

Bitki hastalıklarının yönetiminde, sentetik kimyasalların kullanımına en iyi alternatif, çevre dostu olan biyolojik mücadeledir (Emmert ve Handelsman, 1999). Diğer bakteriyel hastalıklarda olduğu gibi yumuşak çürüklük hastalıklarında da temel strateji bakteriyel, fungal veya viral (bakteriyofaj) antagonistleri kullanarak, bitkinin dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirmek, bitki patojenlerinin bir araya gelerek koloni oluşturmasını engellemek veya antagonist mikroorganizmaların ürettiği antimikrobiyal maddelerle patojen bakteri popülasyonunu azaltmaktır

(Czajkowski ve ark., 2015). Daha önce yapılan pek çok çalışmada, petri denemelerinde *Dickeya* türlerinin gelişiminin baskılandığı gösterilmiştir. Örneğin *Serratia plymuthica* A30 antagonist izolatıyla muamele edilen patates yumrularında depo koşullarında *Dickeya solani*'nin neden olduğu yumru çürüklüğünde azalma sağlanmıştır (Hadizadeh ve ark., 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalar tek bir antagonist yerine farklı antagonistlerin karıştırılarak uygulanmasının hastalığı daha fazla baskıladığını bildirmektedir (Krzyzanowska ve ark., 2019; Li ve ark., 2020). Örneğin *Dickeya zea*'nın biyolojik mücadelesinde üç farklı antagonist bakteri (*Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas parafulva* ve *Bacillus velezensis*) karışım halinde başarıyla kullanılmıştır (Li ve ark., 2020).

Çizelge 4.6. Başarılı antagonistlerin *in vitro* ve yarı *in vivo* deneme sonuçları

Uygulamalar	Antagonistik İndeks Değeri	Patates Dilimlerinde Çürüme Çapı (mm)	Etki (%)
X77(<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>)	2.73	5.75 ^{c,*}	55.77
OG/1-12 (<i>Bacillus</i> sp.)	5.00	9.50 ^b	26.92
MZ12	3.33	10.00 ^{ab}	23.08
AY-10	2.71	10.50 ^{ab}	19.23
X91	3.60	12.00 ^{ab}	7.69
YL-4-3	2.63	12.50 ^{ab}	3.85
Pozitif Kontrol	-	13.00 ^a	-
Negatif Kontrol	-	0.00	-

*: farklı harfı içeren ortalamalar LSD testine (%5 önem düzeyinde) göre istatistiksel olarak farklıdır.

Bu yüksek lisans tezi kapsamında yapılan çalışmada, antagonistler karışım halinde uygulanmasa hatta sadece bir etki mekanizması ile seçim yapılmış olsada *Bacillus amyloliquefaciens* X77 adlı antagonist izolat %56'lık engelleme oranıyla en etkili antagonist olarak saptanmıştır. Chen ve ark., (2019)'nın yaptığı araştırmada *Dickeya chrysanthemi*'ye karşı aynı antagonist bakteri türü olan *Bacillus amyloliquefaciens*, benzer şekilde oldukça etkili bulunmuştur. *Bacillus amyloliquefaciens* adlı antagonist tür, "Fengycin, Surfactins, Bacillomycin D, Ituin A, Bacillaene, Difficidin, Macrolactin ve Bacilysin" adı verilen antimikrobiyal maddeler üreterek patojen mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırmaktadır (Luo ve ark., 2022).

Genel olarak *Bacillus* cinsine ait bakteri türleri toprakta ve bitki yüzeyinde baskın olarak bulunan mikroorganizmalardır ve son yıllarda pek çok bitki hastalığının biyolojik mücadelesinde etkin olarak kullanılmaktadırlar (Chen ve ark., 2003). Bu cins içinde yer alan *Bacillus amyloliquefaciens* adlı antagonist tür hem biyolojik gübre hem de başarılı bir biyokontrol etmeni olarak bilinmektedir (Chowdhury ve ark., 2015; Luo ve ark., 2022). Bu bakteri türü topraktaki azot, fosfor ve potasyumu bitkinin alabileceği forma dönüştürerek, büyüme hormonu olan indol asetik asit sentezleyerek bitki büyümesine ve buna bağlı olarak verime katkı sağlamaktadır. Bu yeteneğine ek olarak topraktaki mikrobiyal topluluğa etki ederek topraktaki diğer mikroorganizmaların

popölasyonunu bitki büyümesi lehine değıştirebilir. Üçüncü bir yeteneği de salgıladığı hormonlar ve uçucu bileşiklerle bitki köklerinin daha iyi gelişmesini sağlamasıdır. Dördüncü yeteneği olan biyolojik mücadele konusunda ise, toprakta yaşayan patojen popölasyonunu azaltarak bitkiyi toprak kökenli hastalıklara karşı korur (Luo ve ark., 2022). Bu araştırma kapsamında hastalığın saptandığı mısır tarla toprağından izole edilen *Bacillus amyloliquefaciens* X77 adlı antagonist izolat, yerel bir antagonist olması nedeniyle oldukça kıymetlidir ve ülkemiz ekolojik koşullarında yaşamaya adapte olmuş bir izolattır. Ülkemizde ilk defa yapılan bu çalışmada, antagonist bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* X77'nin, mısırdaki *Dickeya* sp.'nin neden olduğu yumuşak çürüklüğe etkisi ortaya konmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, en başarılı antagonist olarak saptanan X77 kodlu *Bacillus amyloliquefaciens* izolatu ile ilgili daha detaylı araştırmalar yapılmalıdır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans çalışmasında elde edilen veriler küresel ısınmanın artmasıyla, yüksek sıcaklıklarda gelişebilme yeteneğinde olan patojenlerin bölgemize adapte olma potansiyelinin oluştuğuna işaret etmektedir. Mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığına neden olan *Dickeya zaeae*, 30°C'nin üstünde iyi gelişebilme özelliğine sahip bir bakteridir. Geçmiş yıllarda bölgemizde görülmeyen veya üreticilerimizin dikkatini çekmeyecek düzeylerde olan Bakteriyel Gövde Çürüklüğü hastalığı son iki yılda fark edilir hale gelmiştir. Patojenin sulama suyundan elde edilmesi, özellikle sulama işlemi esnasında tarlalar arasında su geçişinin hastalığın yayılmasında potansiyel bir faktör olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca yapılan arazi incelemelerinde mısır bitkisinin gövdesinde, toprak seviyesinin 10-15 cm üstünden başlayan yumuşama/çürüme belirtilerinin gözlenmesi etmenin yağmurlama sulama ile çevredeki bitkilere yayıldığına işaret etmektedir. Üreticilerimizin sulama işleminde damlama sulama uygulamasına geçmesi hastalığın yayılmasını sınırlandırmak açısından önemlidir. Hastalık ile mücadelede etkili bir bölgesel antagonistin saptanması biyolojik mücadele için ümitvar bir sonuçtur. *Dickeya* sp'nin mikrobiyal faaliyetlerin az olduğu topraklarda daha yoğun olarak gözlenmektedir. Bu nedenle ilerleyen zamanda yapılacak çalışmalarda hem patojenle mücadele edebilen, hemde toprağın mikrobiyal aktivitesini artırmada rol oynayan 'Bitki Gelişimini Artıran Rizobakterilerin'de etkinliğinin araştırılması öncelikli konularımız arasındadır.



KAYNAKLAR

- Aktepe, B.P., (2021) The effect of different plant activators and biological preparete on the biological control of bacterial speck disease in tomato. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26 (2) 355-364. DOI: 10.37908/mkutbd.908921.
- Anonim, (2022) Türkiye istatistik kurumu. <https://www.tuik.gov.tr> erişim tarihi 10.06.2023.
- Anonymous, (2022) Food and agriculture organization of the united nations. <https://www.fao.org> erişim tarihi 10.06.2023.
- Askari, S., Rezaei, R., Sadravi, M., Taghavi, S. M., (2018). Identification of *Dickeya dadantii* Samson et al 2005 sp. nov. (*Erwinia chrysanthemi* 3937) as a causal agent of bacterial stalk rot of maize in Southwest of Iran. Tropical Agriculture 95 (2) 146-153.
- Aysan, Y., Karatas, A., and Cinar, O., 2003. Biological control of bacterial stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi* on tomato. Crop Protection 22(6): 807-811.
- Bertani, I., Passos da Silva, D., Abbruscato, P., Piffanelli, P., Venturi, V., (2013) Draft genome sequence of the plant pathogen *Dickeya zeae* DZ2Q, isolated from rice in Italy. PROKARYOTES, Genome A, 1 (6), <https://doi.org/10.1128/genomea.00905-13>.
- Bitgen, E., Mirik, M., (2021) Tekirdağ ilinde yetişen zeytin ağaçlarında dal kanseri hastalığı etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve antagonist bakteriyel izolatlar ile biyolojik mücadelesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26 (2) 326-336. DOI: 10.37908/mkutbd.881977.
- Boluk, G., Arizala, D., Dobhal, S., Zhang, J., Hu, J., Alvarez, A. M., Arif, M., (2021). Genomic and phenotypic biology of novel strains of *Dickeya zeae* isolated from pineapple and taro in Hawaii: insights into genome plasticity, pathogenicity, and virulence determinants. Frontiers in Plant Science, 12:663851, DOI: 10.3389/fpls.2021.663851.
- Boluk, G., Dobhal, S., Arizala, D., Alvarez, A. M., Arif, M., (2022). *Dickeya colocasiae* sp. Nov. Isolated from wetland taro, *Colocasia esculentum*. doi: <https://doi.org/10.1101/2022.01.14.476417>.
- Bora, T., ve Karaca, I. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Matbaası.
- Bozkurt, İ. A., Soylu S. (2019). Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16: 348-361.
- Bozokalfa, M. K., Eşiyok, D., Uğur, A., (2004) Ege bölgesi koşullarında ana ve ikinci ürün bazı hibrit şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) çeşitlerinin verim, kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1):11-19.

- Caplik, D., Kusek, M., Kara, S., Seyrek, A., Celik, Y., (2022). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zeae* in Turkey. New Disease Reports, 45 (1). <https://doi.org/10.1002/ndr2.12070>.
- Cappaert, M. R., Powelson, M. L., Franc, G. D., Harrison, M. D., (1988) Irrigation water as a source of inoculum of soft rot *Erwinias* for aerial stem rot of potatoes. Phytopathology 78 (12) 1668-1672 DOI: 10.1094/Phyto-78-1668.
- Çetinkaya-Yıldız, R., ve Aysan, Y., (2022). Doğu Akdeniz bölgesinde yetişen mısır (*Zea mays*) bitkisinin yeni bir bakteriyel hastalığı: *Dickeya zeae*'nin neden olduğu bakteriyel sap çürüklüğü. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (3):493-501. DOI: 10.37908/mkutbd.1119953.
- Chen, J., Liu, T., Wei, M., Zhu, Z., Liu, W., Zhang, Z., (2019). Macrolactin a is the key antibacterial substance of *Bacillus amyloliquefaciens* D2WM against the pathogen *Dickeya chrysanthemi*. European Journal of Plant Pathology 155 :393-404. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01774-3>.
- Chen, Z., Zhang J., Huang D., (2003). Research progress on antimicrobial mechanism and genetic engineering of *Bacillus* for plant diseases biocontrol. Acta Phytopathologica Sinica, 33(2): 97-103.
- Chowdhury, S. P., Hartmann, A., Gao, X., and Borriss, R., (2015) Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 - a review. Frontiers in Microbiology 6:780. doi: 10.3389/fmicb.2015.00780.
- Cother, E. J., ve Gilbert, R. L., (1990). Presence of *Erwinia chrysanthemi* in 2 major river systems and their alpine sources in Australia. Journal of Applied Bacteriology 69 (5) 729-738, DOI 10.1111/j.1365-2672.1990.tb01570.x.
- Czajkowski R., Pérombelon M. C. M., van Veen J.A., van der Wolf J. M., (2012) Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. Plant Pathology, 60: 999-1013.
- Czajkowski, R., Pérombelon, M., Jafra, S., Lojkowska, E., Potrykus, M., van Der Wolf, J., Sledz, W., (2015). Detection, identification and differentiation of *Pectobacterium* and *Dickeya* species causing potato blackleg and tuber soft rot: A review. The Annals of Applied Biology, 166 (1) 18-38.
- Emmert, E. A.; Handelsman, J., (1999). Biocontrol of plant disease: A (gram-) positive perspective. Fems Microbiol Letters, 171 (1) 1-9. doi: 10.1111/j.1574-6968.1999.tb13405.x.
- Ferreira-Pinto M. M., Cruz M. L., Oliveira, H., (1994). The occurrence in Portugal of the bacterial disease of maize crops caused by *Erwinia chrysanthemi*. 1050-1054.
- Goto, M., (1979). Bacterial foot rot of rice caused by a strain of *Erwinia chrysanthemi*. Phytopathology, 69 (3) 213-216. <https://doi.org/10.1094/Phyto-69-213>.

- Guan, Y., Chen, W., Wu, Y., Hu, Y., Wang, H., He, Z., Zheng, H., (2019). First report of corn stalk rot caused by *Dickeya zea* on sweet corn in Shanghai, China. Journal of Plant Pathology, 102: 557-558. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00447-8>.
- Güldoğan, Ö., (2022). Domates bakteriyel benek hastalığının (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) biyolojik mücadelesinde bakteriyel antagonistlerin kullanım olanakları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67 sayfa.
- Hadizadeh, I., Peivastegan, B., Hannukkala, A., van der Wolf, J. M., Nissinen, R., Pirhonen, M., (2019). Biological control of potato soft rot caused by *Dickeya solani* and the survival of bacterial antagonists under cold storage conditions. Plant Pathology 68: 297-311. Doi: 10.1111/ppa.12956.
- Hu, M., Li, J., Chen, R., Li, W., Feng, L., Shi, L., Xue, Y., Feng, X., Zhang, L., Zhou, J., (2018). *Dickeya zea* strains isolated from rice, banana and clivia rot plants show great virulence differentials. BMC Microbiology, 18(1) 136. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1300-y>.
- Hugouvieux-Cotte-Pattat, N., Jacot-Des-Combes, C., Ve Briolay, J. (2019). *Dickeya lacustris* sp. Nov., a water-living pectinolytic bacterium isolated from lakes in France. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 69(3), 721–726. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003208>.
- Jafr, S., Przysowa, J., Gwizdek-Wisniewska, A., van der Wolf, J. M., (2009). Potential of bulb-associated bacteria for biocontrol of hyacinth soft rot caused by *Dickeya zea*. Journal of Applied Microbiology, 106 (1) 268–277. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.04000.x>.
- Jatoth R., Singh D., Geat N., Babu P., L., Kumar A., (2022). Distribution of bacterial stalk rot disease of maize in India and identification of causal agent using biochemical and *fliC* gene based marker and its sensitivity against chemicals and bacterial antagonist. Indian Phytopathology 75 517-525 <https://doi.org/10.1007/s42360-021-00455-8>.
- Jiang, C.H., Wu, F., Yu, Z.Y., Xie, P., Ke, H.J. and Li, H.W., (2015). Study on screening and antagonistic mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* 54 against bacterial fruit blotch (BFB) caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Microbiological Research, 170: 95-104.
- Jiang, S., Zhang, J., Yang, Q., Sun, D., Pu, X., Shen, H., Li, Q., Wang, Z., Lin, B., (2021). Antimicrobial Activity of Natural Plant Compound Carvacrol Against Soft Rot Disease Agent *Dickeya zea*. Current Microbiology 78: 3453–3463. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02609-3>.
- Karne E., Güldoğan Ö., Ercan N., Korkmaz K., Aysan Y. (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde verimikompost uygulamasının etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26 (3) 726-735. DOI:10.37908/mkutbd.986521.
- Kırtok Y (1998) Mısır Üretimi ve Kullanımı, Kocaoluk Basım ve Yayınevi. 445 sayfa.

- Krzyzanowska, D.M.; Maciag, T.; Siwinska, J.; Krychowiak, M.; Jafra, S.; Czajkowski, R., (2019) Compatible mixture of bacterial antagonists developed to protect potato tubers from soft rot caused by *Pectobacterium* spp. and *Dickeya* spp. *Plant Disease* 103 (6) 1374-1382. doi: 10.1094/PDIS-10-18-1866-RE.
- Kumar, A., Hunjan, M., Kaur, H., Singh, P., (2015). Characterization of *Dickeya zeae* isolates causing stalk rot of maize based on biochemical assays and antibiotic sensitivity. *Indian Phytopathology*, 68, 375–379.
- Kumar, A., Hunjan, M.S., Kaur, H., Singh, P.P. and Kaur, R., (2016). Evaluation of management of bacterial stalk rot of maize (*Dickeya zeae*) using bio-agents and chemical agents. *Journal of Applied and Natural Science* 8 (3) 1146-1151 DOI: 10.31018/jans.v8i3.932.
- Kumar, A., Singh, M., Kaur, H., Rawal, R., Singh, P., (2017) A review on bacterial stalk rot disease of maize caused by *Dickeya zeae*. *Journal of Applied and Natural Science* 9 (2): 1214 - 1225.
- Laurila, J., Ahola, V., Lehtinen, A., Joutsjoki, T., Hannukkala, A., Rahkonen, A., Pirhonen, M., (2008). Characterization of *Dickeya* strains isolated from potato and river water samples in Finland. *European Journal of Plant Pathology*, 122 (2) 213-225. <https://doi.org/10.1007/s10658-008-9274-5>.
- Lelliott, R.A., and 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, J., Hu, M., Xue, Y., Chen, X., Lu, G., Zhang, L., Zhou, J., (2020). Screening, identification and efficacy evaluation of antagonistic bacteria for biocontrol of soft rot disease caused by *Dickeya zeae*. *Microorganisms* 8: 697. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050697>.
- Lin, B. R., Shen, H. F., Pu, X. M., Tian, X. S., Zhao, W. J., Zhu, S. F., Dong, M. M. (2010) First report of a soft rot of banana in mainland China caused by a *Dickeya* sp. (*Pectobacterium chrysanthemi*). *Plant Disease* 94 (5) 640 doi:10.1094/PDIS-94-5-0640C.
- Liu, Q. G., ve Wang, Z. Z. (2004). Infection characteristics of *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae* on rice. *Journal of South China Agricultural University* 25(3):55-57. Doi:10.7671/j.issn.1001-411X.2004.03.015.
- Luo, L., Zhao, C., Wang E., Raza, A., Yin, C., (2022). *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: An overview for its mechanisms. *Microbiological Research* 259: 127016, <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127016>.
- Martinez-Cisneros, B. A., Juarez-Lopez, G., Valencia-Torres, N., Duran-Peralta, E., Mezzalama, M., (2014). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zeae* in Mexico. *Plant Disease*, 98 (9) Article 9. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0198-PDN>.
- Mitchell, R. E., 1992. Metabolites from pseudomonads that inhibit the growth of *Erwinia amylovora*. *Sixth Int. Workshop on Fire Blight*, Athens, Greece 21.

- Myung I, Jeong IH, Moon SY, Kim WG, Lee SW, Lee YH, Lee Y, Shim HS, Ra DS, (2010) First report of bacterial stalk rot of sweet corn caused by *Dickeya zeae* in Korea. New Disease Reports 22, 15. [doi:10.5197/j.2044-0588.2010.022.015].
- Nishat A., ve Mall, T. P., (2009) Prevalence of maize diseases in Bahraich (U.P.). Annals of Plant Protection Sciences 17 (2) 512-513.
- Oerke E. C., (2006). Crop losses to pests. J. Agri. Sci.144:31 -43.
- Ozturk, M., (2022). Bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Pectobacterium polaris*'in konukçu aralığının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (2) 234–240. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1064147>.
- Parkinson, N., Devos, P., Pirhonen, M., Elphinstone, J., (2014). *Dickeya aquatica* sp. nov., isolated from waterways. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 64 (7) 2264–2266. DOI: 10.1099/ij.s.0.058693-0.
- Pérombelon, M. C. M., Kelman, A., (1980) Ecology of the soft rot *Erwinias*. Annual Review of Phytopathology, 18: 361-387.
- Prokić, A., Zlatković, N., Kuzmanović, N., Ivanović, M., Gašić, K., Pavlović, Ž., Ve Obradović, A. (2020). Identification and characterization of *Dickeya zeae* strains associated with maize stalk soft-rot in northern Serbia. European Journal of Plant Pathology, 157 (3) 685-691. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02019-4>.
- Pu, X. M., Zhou, J. N., Lin, B. R., Shen, H. F., (2012). First report of bacterial foot rot of rice caused by a *Dickeya zeae* in China. Plant Disease, 96 (12) 1818. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-12-0315-PDN>.
- Quinn, C. E., Sells, I.A., Graham, D.C., (1980). Soft rot *Erwinia* bacteria in the atmospheric bacterial aerosol. Journal of Applied Microbiology, 49 (1) 175-181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1980.tb01055.x>.
- Ramachandran, K., Manaf, U. A., Zakaria, L., (2015) Molecular characterization and pathogenicity of *Erwinia* spp. associated with pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr.] and papaya (*Carica papaya* L.). Journal of Plant Protection Research 55 (4) 396-404. DOI: <https://doi.org/10.1515/jppr-2015-0053>.
- Reifschneider, F. J. B., Lopes, C. A., (1982) Bacterial top and stalk rot of maize in Brazil. Plant Disease 519-520. DOI: 10.1094/PD-66-519.
- Sah, D. N., (1991) Influence of environmental factors on infection of maize (*Zea mays* L.) by *Erwinia chrysanthemi* pv.*zeae*. Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science 12, 41-45.
- Samson, R., Legendre, J. B., Christen, R., Fischer-Le Saux, M., Achouak, W., Gardan, L., (2005) Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiacato* the genus *Dickeya* gen. nov. As *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. And *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zeae* sp.

- nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 55 (4) 1415-1427. <https://doi.org/10.1099/ijms.0.02791-0>.
- Sands, D. C., (1990). Physiological criteria-determinate tests. In: Methods in Phytobacteriology (Klements, Z., Rudolph, K., and Sands, D. C. Edts). Acedemia Kiado, Budapest, Hungary
- Schaad, NW, Jones JB, Lacy GH (2001) Gram negative bacteria, Xanthomonas, In: Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria (Third Edition) (Eds. Schaad NW, Jones JB, Chun W), APS Press, St. Paul Minnesota. pp 175-193.
- Soylu, E. M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş., (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 23 (1) 7-18. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.601936.
- Suriani B. P., Junaid, M., Muis, A., (2021) The presence of bacterial stalk rot disease on corn in Indonesia: A review. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 911-012058 doi:10.1088/1755-1315/911/1/012058.
- Thind B. S. Randhawa P. S. Ve Soni P. S., (1984). Chemical control of bacterial stalk rot (*Erwinia Chrysanthemi* pv. *zeae*) and leaf stripe (*Pseudomonas rubrilineans*) of maize. Department of Plant Pathology 91 (4) 424-430.
- Thind, B. S., Payak, M.M., (1985) A review of bacterial stalk rot of maize in India. Tropical Pest Management 31 (4) 311-316. <https://doi.org/10.1080/09670878509371007>.
- Tian, Y., Zhao, Y., Yuan, X., Yi, J., Fan, J., Xu, Z., Hu, B., De Boer, S.H., Li, X., (2016) *Dickeya fangzhongdai* sp. nov., a plant-pathogenic bacterium isolated from pear trees (*Pyrus pyrifolia*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 66 (8) 2831-2835. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001060>.
- Toth, I. K., Wolf, J. M. Van Der, Saddler, G., Lojkowska, E., Hélias, V., Pirhonen, M., Tsrör (Lahkim), L., Elphinstone, J. G., (2011). *Dickeya* species: An emerging problem for potato production in Europe. Plant Pathology, 60 (3) 385–399. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02427.x>.
- Velez-Negron, Y. I., Simbana-Carrera, L. L., Soto-Ramos, C. M., Medina, O. H., Dinkel, E., Hardy, C., Rivera-Vargas, L. I., Ramos-Sepulveda, L., 2023. First report of bacterial pineapple heart rot caused by *Dickeya zeae* in Puerto Rico. Plant Disease, May 10, DOI 10.1094/PDIS-01-22-0174-PDN.
- Yanchang Y., Ziting, Y., Muqing, Z., Chengwu, Z., Baoshan, C., (2021) First report of stalk bacterial soft rot of sugarcane caused by *Dickeya zeae* in China. Plant Disease 105 (4) 1188-1188. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2234-PDN>.
- Yang, Q. Y., Jiang, S. B., Zhang, J. X., Shen, H. F., Sun, D.Y., Pu, X. M., Lin, B. R., (2019) First report of *Dickeya zeae* causing bacterial soft rot on *Canna edulis* in China. Plant Disease 103 (1) 146. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-18-0616-PDN>.

- Yang, Y., Yao, Z., Zhang, M., Zou, C., Chen, B., (2021). First report of stalk bacterial soft rot of sugarcane caused by *Dickeya zeae* in China. Plant Disease 105 (4) 1188. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2234-PDN>.
- Zhang, J. X., Shen, H. F., Pu, X. M., Lin, B. R., Hu, J. (2014) Identification of *Dickeya zeae* as a casual agent of bacterial soft rot in banana in China. Plant Disease 98 (4) 436-442. DOI: 10.1094/PDIS-07-13-0711-RE.
- Zhou, J. N., Liu, S. Y., Chen, Y. F., Liao, L. S., (2015). First report of *Pantoea anthophila* causing soft rot disease in *Clausena lansium* (Wampee) in China. Plant Disease 99 (3) 416. DOI: 10.1094/PDIS-10-14-1025-PDN.





ÖZGEÇMİŞ

Mizgin KESER, İlköğretim ve Ortaöğretimini Adana ili Yüreğir ilçesinde bulun Yakapınar İlköğretim Okulu'nda, liseyi ise Yakapınar Selahattin Afşar Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Üniversite eğitimini Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde 2018 yılında tamamladı. 2021 Yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji alanında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Aralık 2020'den bu yana Zirai İlaç bayisinde ziraat mühendisi olarak görev yapmaktadır.







EKLER



Ek 1. MZ1 Kodlu Patojen İzolatın MALDI TOF MS Sonucu

Analyte1

 Bruker Logo

Analyte Name: F6
Analyte Description:
Analyte ID: MZ1
Analyte Creation Date/Time: 2023-06-02T14:05:41.505
Applied MSP Library(ies):
Applied Taxonomy Tree: Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	CFBP-2052-Dickeya zeae_20161107	2.025	100134258
2 (+)	CFBP-1246-Dickeya dieffenbachia_20161107	1.868	100134258
3 (+)	Dickeya dadantii DSM 18020T HAM	1.764	204038
4 (-)	Enterobacter cloacae 20105_2 CHB	1.641	550
5 (-)	Dickeya zeae DSM 18068T HAM	1.609	204042
6 (-)	Dickeya solani_20171205	1.525	100134258
7 (-)	Enterobacter cloacae 13159_1 CHB	1.501	550
8 (-)	Enterobacter cloacae MB11506_1 CHB	1.462	550
9 (-)	Salmonella sp (enterica st Anatum) 11 LAL	1.461	58712
10 (-)	Enterobacter hormaechei ssp hormaechei DSM 12409T DSM	1.442	301105

Meaning of Score Values

Range	Description	Symbols	Color
2.300 ... 3.000	highly probable species identification	(+++)	green
2.000 ... 2.299	secure genus identification, probable species identification	(++)	green
1.700 ... 1.999	probable genus identification	(+)	yellow
0.000 ... 1.699	not reliable identification	(-)	red

Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Description
A	Species Consistency: The best match was classified as 'green' (see above). Further 'green' matches are of the same species as the first one. Further 'yellow' matches are at least of the same genus as the first one.
B	Genus Consistency: The best match was classified as 'green' or 'yellow' (see above). Further 'green' or 'yellow' matches have at least the same genus as the first one. The conditions of species consistency are not fulfilled.
C	No Consistency: Neither species nor genus consistency (Please check for synonyms of names or microbial mixture).

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results

 Bruker Logo

Project Info:

Project Name: Mergin Keser 2 adet bakteri tesishi_14062023
Project Description: Admin@FLEX-PC
Project Owner: 2023-06-14T06:52:07.162
Project Creation Date/Time: 2
Project Analyte Count: Development
Project Type: not present
Validation:
Validation Position:

Result Overview

Analyte Name	Analyte ID	Organism (best match)	Score Value	Organism (second best match)	Score Value
D7 (++) (B)	X77	Bacillus amyloliquefaciens_ssp. plantarum	2.19	Bacillus amyloliquefaciens	2.150

EK 2. X77 Kodlu Aday Antagonist İzolatın MALDI TOF MS Sonucu

Meaning of Score Values

Range	Description	Symbols	Color
2.300 ... 3.000	highly probable species identification	(+ + +)	green
2.000 ... 2.299	secure genus identification, probable species identification	(+ +)	green
1.700 ... 1.999	probable genus identification	(+)	yellow
0.000 ... 1.699	not reliable identification	(-)	red

Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Description
A	Species Consistency: The best match was classified as 'green' (see above). Further 'green' matches are of the same species as the first one. Further 'yellow' matches are at least of the same genus as the first one.
B	Genus Consistency: The best match was classified as 'green' or 'yellow' (see above). Further 'green' or 'yellow' matches have at least the same genus as the first one. The conditions of species consistency are not fulfilled.
C	No Consistency: Neither species nor genus consistency (Please check for synonyms of names or microbial mixture).

Analyte Name:
Analyte Description:
Analyte ID:
Analyte Creation Date/Time:
Applied MSP Library(ies):
Applied Taxonomy Tree:

D7
X77
2023-06-14T06:52:28.518
Projecta, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Bacillus amyloliquefaciens_ssp_plantarum CICC 23985_b CICC	2.19	279145
2 (++)	Bacillus amyloliquefaciens ssp amyloliquefaciens CICC 10075 CICC	2.135	1390
3 (++)	Bacillus amyloliquefaciens_ssp_plantarum CICC 20037 CICC	2.135	279145
4 (++)	Bacillus amyloliquefaciens ssp amyloliquefaciens CICC 10079 CICC	2.018	1390
5 (+)	Bacillus subtilis ssp subtilis CICC 23950 CICC	1.921	135461
6 (+)	Bacillus subtilis ssp subtilis DSM 10T DSM	1.821	135461
7 (+)	Bacillus amyloliquefaciens_ssp_plantarum CICC 23981_b CICC	1.792	279145
8 (+)	Bacillus subtilis ssp subtilis DSM 5660 DSM	1.769	135461
9 (+)	Bacillus vallismortis DSM 11031T DSM	1.752	72261
10 (+)	Bacillus subtilis DSM 5552 DSM	1.744	1423

EK 3. Aday antagonistler hakkında bilgiler

Kodlar	Tüm Çap (mm)	Aday Antagonistin. Çapı (mm)	Zon Oranı (mm)	Lokasyon
X1	19	7	2.71	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X3	11	5	2.20	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X4	32	12	2.67	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X5	35	25	1.40	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X23	13	10	1.30	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X24	15	5	3.00	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X32	20	4	5.00	Kozan/ Hasta Tarla
X34	35	14	2.50	Kozan/ Hasta Tarla
X44	27	13	2.08	Kadirli/ Hasta Tarla
X45	20	7	2.86	Kadirli/ Hasta Tarla
X48	20	10	2.00	Kadirli/ Hasta Tarla
X54	9	6	1.50	Ceyhan/ Hasta Tarla
X55	19	8	2.38	Ceyhan/ Hasta Tarla
X64	23	8	2.88	Ceyhan/ Hasta Tarla
X69	27	8	3.38	Ceyhan/ Hasta Tarla
X74	20	9	2.22	Kadirli/ Hasta Tarla
X75	20	6	3.33	Kadirli/ Hasta Tarla
X77	30	11	2.73	Kadirli/ Hasta Tarla
X87	18	6	3.00	Kadirli/ Hasta Tarla
X91	18	5	3.60	Kadirli/ Hasta Tarla
X92	14	10	1.40	Kadirli/ Hasta Tarla
X94	16	12	1.33	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X95	20	9	2.22	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X98	28	10	2.80	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X99	14	7	2.00	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X101	16	7	2.29	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X103	20	6	3.33	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X104	18	8	2.25	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X105	18	9	2.00	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X108	18	7	2.57	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X109	22	10	2.20	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X111	19	6	3.17	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X112	21	8	2.63	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X119	25	10	2.50	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X121	25	15	1.67	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X126	11	6	1.83	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X128	22	7	3.14	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X130	40	14	2.86	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X132	7	4	1.75	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X136	13	6	2.17	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X140	20	8	2.50	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X145	27	7	3.86	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X147	28	7	4.00	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X148	25	15	1.67	Kozan/ Sağlıklı Tarla
X151	25	10	2.50	Kadirli/ Hasta Tarla
X159	34	10	3.40	Kadirli/ Hasta Tarla
X161	25	9	2.78	Kadirli/ Hasta Tarla
X170	33	7	4.71	Kadirli/ Hasta Tarla
X171	18	9	2.00	Kadirli/ Hasta Tarla
Y21	14	12	1.17	Koleksiyon
Y24	12	5	2.40	Koleksiyon

Y28	40	10	4.00	Koleksiyon
Y11	25	5	5.00	Koleksiyon
Y18	11	7	1.57	Koleksiyon
Y72	21	8	2.63	Koleksiyon
Y71	19	7	2.71	Koleksiyon
Y90	29	14	2.07	Koleksiyon
Y43	26	12	2.17	Koleksiyon
Y92	28	15	1.87	Koleksiyon
Y16	22	10	2.20	Koleksiyon
Y67	30	8	3.75	Koleksiyon
Y61	19	9	2.11	Koleksiyon
Y62	28	18	1.56	Koleksiyon
Y60	15	8	1.88	Koleksiyon
Y64	33	12	2.75	Koleksiyon
Y68	32	9	3.56	Koleksiyon
Y57	27	11	2.45	Koleksiyon
Y4	14	6	2.33	Koleksiyon
Y66	35	12	2.92	Koleksiyon
Y65	34	10	3.40	Koleksiyon
Y63	26	10	2.60	Koleksiyon
MZ1	10	6	1.67	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ46	20	15	1.33	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ59	25	15	1.67	Kadirli/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ54	30	25	1.20	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ66	30	25	1.20	Kadirli/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ49	18	7	2.57	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ50	34	20	1.70	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ12	20	6	3.33	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ6	15	7	2.14	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ15	13	7	1.86	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ16	40	26	1.54	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ17	17	7	2.43	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu
MZ10	15	7	2.14	Kozan/ Bulaşık Sulama Suyu