**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# BAZI KÖK BAKTERİLERİNİN ŞEKER PANCARI KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Cemre AKSOY**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**ANKARA**
**2019**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Cemre AKSOY tarafından hazırlanan **"Bazı Kök Bakterilerinin Şeker Pancarı Kök Çürüklüğü Hastalıklarına Etkilerinin Belirlenmesi"** adlı tez çalışması 25/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman :** Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Jüri Üyeleri :**

**Başkan :** Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Yakup Zekai KATIRCIOĞLU
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Üye** : Doç. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ
Selçuk Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Özlem YILDIRIM**
**Enstitü Müdür Vekili**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

25.06.2019



Cemre AKSOY

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI KÖK BAKTERİLERİNİN ŞEKER PANCARI KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Cemre AKSOY

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

Çalışma, şeker pancarında fide kök çürüklüğüne sebep olan *Rhizoctonia solani, Phoma betae* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı *Bacillus* spp. ve floresan *Pseudomonas* spp. izolatlarının elde edilmesi ve etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Ankara ilinde 7 ilçeden, 33 şeker pancarı tarlasından toplanan toplam 66 bitki örneğinden 203 adet bakteri izole edilmiştir. Bu izolatlardan 71 adedinin kök patojenlerinin kolonilerine engelleme zonu oluşturduğu *in vitro* çalışmalarda belirlenmiştir. Her bir patojene karşı yüksek antibiyosis etki gösteren 6 adet *Bacillus* spp. ve 6 adet floresan *Pseudomonas* spp. izolatı iklim odasında saksı denemesine alınmıştır. Denemeler sonucunda, *Fusarium oxysporum*'a karşı, *Bacillus* spp. izolatlarının %74.05'e, floresan *Pseudomonas* spp. izolatlarının ise %68.54'e kadar etki gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriyel izolatlardan *Rhizoctonia solani*'ye en yüksek etkinin %16.38 ile Yenice 1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatında olduğu belirlenmiştir. Bakteriyel izolatlar *Phoma betae*'nın oluşturduğu kök enfeksiyonlarını engellemede başarısız olmuşlardır. *Phoma betae*'ye karşı en yüksek etkinin %3.75 olduğu görülmüştür.

**Haziran 2019, 52 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Şeker pancarı, fide kök patojenleri, kök bakterileri, *Bacillus* spp., floresan *Pseudomonas* spp., etki

## ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SOME RHIZOBACTERIA ON SUGAR BEET ROOT ROT DISEASES

Cemre AKSOY

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisior: Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

The research aimed to isolate and determine the effectiveness of Rhizobacteria *Bacillus* spp. and flourescent *Pseudomonas* spp. strains against *Rhizoctonia solani, Phoma betae* and *Fusarium oxysporum,* seedling root rot pathogens of sugar beet. 203 bacterial strains were isolated from 66 plant specimens from 33 different sugar beet field in 7 district of Ankara province. 71 bacterial isolates produced inhibition zones against the colonial growth of the root pathogens *in vitro*. 6 *Bacillus* spp. and 6 flourescent *Pseudomonas* spp. strains that have high inhibition effect for each root pathogen *in vitro* were selected and examined in growth chamber pot tests. In the result of pot tests, *Bacillus* spp. and fluorescent *Pseudomonas* spp. showed up to %74.05 and %68.54 effect respectively on *Fusarium oxysporum*. The highest effect was %16.38 by a *Bacillus* sp. isolate (Yenice 1.1) on *Rhizoctonia solani*. The bacterial isolates could not inhibit the root infections of *Phoma betae,* the maximum inhibition effect was %3.75.



**June 2019, 52 pages**

**Key Words:** Sugar beet, seedling root pathogens, rhizobacteria, *Bacillus* spp., flourescent *Pseudomonas* spp., effect

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de yetişme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ'ye (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı), çalışmalarıma önemli katkılarda bulunan Dr. Rıza Kaya'ya (Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Şeker Enstitüsü Müdürlüğü), eğitimim süresince ilminden faydalandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Salih MADEN (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı) ile Sayın Prof. Dr. Y. Zekai KATIRCIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı) ve tez boyunca her konuda yanımda olan sevgili çalışma arkadaşım Meltem AVAN'a yardımları ve destekleri için teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmalarım süresince birçok fedakarlık göstererek beni destekleyen sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Cemre AKSOY
Ankara, Haziran 2019

## İÇİNDEKİLER

**TEZ ONAY SAYFASI**
**ETİK** ..... **i**
**ÖZET** ..... **ii**
**ABSTRACT** ..... **iii**
**TEŞEKKÜR** ..... **iv**
**SİMGELER DİZİNİ** ..... **vi**
**ŞEKİLLER DİZİNİ** ..... **vii**
**ÇİZELGELER DİZİNİ** ..... **viii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. KAYNAK ÖZETLERİ** ..... **5**
**2.1 Şeker Pancarında *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* ile İlgili Yapılan Çalışmalar** ..... **5**
**2.2 Şeker pancarında *Bacillus* spp. ve Floresan *Pseudomonas* spp. ile İlgili Yapılan Çalışmalar** ..... **7**
**3. MATERYAL VE YÖNTEM** ..... **17**
**3.1 Materyal** ..... **17**
**3.2 Yöntem** ..... **17**
**3.2.1 Floresan *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. izolatlarının elde edilmesi** ..... **17**
**3.2.2 Çalışmada elde edilen bakterilerin muhafazası** ..... **19**
**3.2.3 Çalışmada kullanılacak olan fungal izolatların geliştirilmesi** ..... **19**
**3.2.4 Bakteriyel izolatların *in vitro* etkinliklerinin belirlenmesi** ..... **19**
**3.2.5 Tohuma uygulanan bakteriyel izolatların kontrollü koşullarda hastalık şiddeti üzerine etkinliklerinin belirlenmesi** ..... **20**
**4. ARAŞTIRMA BULGULARI** ..... **24**
**4.1 *In vitro* da Engelleme Zonu Testi** ..... **24**
**4.2 Kontrollü Koşullarda Şeker Pancarı Tohumlarına Uygulanan Bakterilerin ve Ticari Preperatların Fungal Patojenlerin Hastalık Şiddeti Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi** ..... **28**
**5. TARTIŞMA VE SONUÇ** ..... **32**
**KAYNAKLAR** ..... **41**
**ÖZGEÇMİŞ** ..... **52**

## SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---|---|
| µL | Mikrolitre |
| da | Dekar |
| g | Gram |
| ml | Mililitre |
| NaOCl | Sodyum hipoklorit |
| $^{o}$C | Derece Santigrat |

**Kısaltmalar**

| | |
|---|---|
| BCA | Biyokontrol ajanı |
| NA | Nutrient Agar |
| ISR | Uyarılmış Sistemik Dayanıklılık |
| PDA | Patates Dekstroz Agar |
| PGPR | Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler |

# ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 *Rhizoctonia solani* inokule edilen saksılara bakteriyel izolatlarla inokule edilen tohumların ekilmesi ..... 21

Şekil 3.2 İklim odasında yürütülen denemelerin genel görünümü ..... 21

Şekil 4.1 Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* spp. izolatının Gram boyama reaksiyonu..... 24

Şekil 4.2 *In vitro* denemelerinde *Phoma betae*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum* kolonilerine karşı antagonist bakterilerin oluşturdukları engelleme zonları..... 27

Şekil 4.3 Enfekteli şeker pancarı köklerinin 0-3 skalasına göre değerlendirilmesi ..... 28

Şekil 4.4 *Fusarium oxysporum* inokule edilen saksı denemesinde; A) İnokulesiz kontrol saksılarının görünümü B) İnokuleli kontrol saksılarının görünümü..... 29

Şekil 4.5 *Fusarium oxysporum* inokule edilen saksı denemesinde Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* spp. izolatının etkinliği..... 29

Şekil 4.6 *Phoma betae* inokule edilen saksı denemesinde Balçiçek 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının etkinliği..... 30

Şekil 4.7 *Rhizoctonia solani* inokule edilen saksı denemesinde Yaralı 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının etkinliği..... 31

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 2008-2018 yıllarında Türkiye'de toplam şeker pancarı ekiliş alanı, üretim ve verim değerleri (Anonim 2019) ..... 2

Çizelge 3.1 Şeker pancarı örneklerinin alındığı ilçeler, her bir ilçedeki örnek alınan tarla sayıları ve bu tarlalardan alınan örnek sayıları ..... 18

Çizelge 3.2 Saksı denemelerinde kök lezyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan skala ..... 22

Çizelge 4.1 PDA ortamında karşılıklı gelişim testlerinde *Bacillus* spp. izolatlarının *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* kolonilerine karşı oluşturdukları engelleme zonu ölçümleri ..... 25

Çizelge 4.2 PDA ortamında karşılıklı gelişim testlerine floresan *Pseudomonas* spp. izolatlarının *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* kolonilerine karşı oluşturdukları engelleme zonu ölçümleri ..... 26

Çizelge 4.3 Denemelerde kullanılmak üzere seçilen izolatlar ..... 27

Çizelge 4.4 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Fusarium oxysporum* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri ..... 32

Çizelge 4.5 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Phoma betae* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri ..... 33

Çizelge 4.6 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Rhizoctonia solani* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri ..... 34

# 1. GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*), Chenopodiaceae familyasına ait, iki yılda ömrünü tamamlayan, otsu, dikotiledon bir endüstri bitkisidir. Bir mahsul olarak tek yıllık gibi muamele görmekte ve ilk yıl hasatı yapılmaktadır (Viard vd. 2002). Vernalizasyon sonrası, ikinci yıl çiçek vermekte ve tohum bağlamaktadır (Hohmann vd. 2003). Yabani pancarlar, Türkiye, İran, Rusya, Kanarya Adaları'nın dağlık bölgeleri ve Akdeniz'de yetişen türlerden izole edilerek kültüre alınmıştır (Cooke ve Scott 1993, Smith 1987).

Şeker pancarının yapraklarından ve gövdesinden farklı şekilde faydalanılmaktadır. Gövdesinden şeker, melas, ispirto ve alkol elde edilmekte olup, yaprakları ise hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (İlisulu, 1986). Bitkisel ve hayvansal üretime katkı sağlayan pancarlar, münavebe bitkisi olarak, kendisinden sonraki ürünlerin verimlerinde artış meydana getirmektedir (Şatana, 2008).

Şeker pancarı üretimini kısıtlayan birçok faktör bulunmakta ve bunların en başında, şeker pancarında görülen fungal hastalıklar gelmektedir. Şeker pancarında fide ve hasat öncesi dönemde kök çürüklüğü yapan fungal hastalık etmenleri, pancarın köklerinde ve yapraklarında enfeksiyon oluşturarak üretimde ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Fungal etmenlerin çoğu toprak kökenli iken, bazıları tohumla taşınabilmektedir. Bu etmenler, dünyada ve ülkemizde şeker pancarı üretim alanlarında sorun olmakta ve şeker pancarında ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Kaya vd. 2016).

Ülkemizde 2018 yılı verilerine göre, toplam ekim alanlarının 3.071.534 da'ını şeker pancarı ekimi oluşturmaktadır. Dekara verimin ise, 6.155 kg olduğu ve toplam üretimimizin 18.900.000 ton olduğu belirtilmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 2008-2018 yıllarında Türkiye'de toplam şeker pancarı ekiliş alanı, üretim ve verim değerleri (Anonim 2019)

| Yıllar | Ekilen alan(da) | Üretim(ton) | Verim kg/da |
|---|---|---|---|
| 2008 | 3 219 806 | 15 488 332 | 4 829 |
| 2009 | 3 244 428 | 17 274 674 | 5 332 |
| 2010 | 3 291 669 | 17 942 112 | 5 459 |
| 2011 | 2 972 648 | 16 126 489 | 5 488 |
| 2012 | 2 806 945 | 14 919 940 | 5 325 |
| 2013 | 2 913 282 | 16 488 590 | 5 668 |
| 2014 | 2 887 851 | 16 743 045 | 5 824 |
| 2015 | 2 744 873 | 16 022 783 | 5 848 |
| 2016 | 3 224 477 | 19 592 731 | 6 086 |
| 2017 | 3 392 742 | 21 149 020 | 6 241 |
| 2018 | 3 071 534 | 18 900 000 | 6 155 |

Şeker pancarında kök çürüklüğüne yol açarak sorun oluşturan toprak kökenli fungusların, *Aphanomyces coclioides, Macrophomina phaseoli, Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Phoma betae, Phimatotricum omnivorum, Phytopthora drechsleri, Pythium aphanidermatum, Pythium ultimum, Rhizoctonia solani, Rhizoctonia cerealis, Rhizoctonia crocorum, Rhizopus stolonifer, Sclerotium rolfsii* ve *Verticillium albo-atrum* olduğu tespit edilmiştir (Martin vd. 1989, O'Sullivan ve Kavanagh 1991, Whitney ve Duffus 1991).

Ülkemizde özellikle Konya ili şekerpancarı ekiliş alanlarında yapılan çalışmalarda, 2015-2016'da hasat öncesi gelişme döneminde toplanan hastalıklı örneklerden yapılan izolasyonlar sonucu, *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Fusarium equiseti, Aphanomyces cochlioides, Macrophomina phaseoli, Phoma betae, Rhizopus* sp., *Pythium* spp., *Alternaria alternata, Phytophthora* spp., *Geotrichum* sp. ve *Fusarium verticillatum* tespit edilmiş; 2016-2017'de fide döneminde toplanan hastalıklı şeker pancarı örneklerinde ise, *Fusarium equiseti, Phoma betae, Rhizoctonia solani, Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum, Alternaria alternata, Fusarium solani, Pythium*

spp., *Aphanomyces cochlioides, Fusarium culmorum, Stemphylium herbarum, Drechslera* sp., *Acremonium* sp., *Ulocladium* sp., *Fusarium sambucinum, Macrophomina phaseoli, Fusarium* sp., *Botrytis cinerea, Epicoccum purpurascens, Phomopsis* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* spp., *Rhizopus* sp., *Fusarium avenaceum, Fusarium verticillatum, Fusarium nivale, Fusarium sulphureum, Botryosphaeria* sp., *Phytophthora* sp., *Trichoderma* sp., *Mucorales* sp. ve *Verticillium dahliae* belirlenmiştir (Kaya vd. 2016).

Şeker pancarında kök çürüklüğü oluşturan *Phoma betae*, *Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* ülkemizde Alpullu, Susurluk, Adapazarı, Uşak, Konya, Malatya gibi birçok şeker pancarı ekiliş alanlarında yaygın olup, genellikle tohum çimlenmesi ve çıkış aşamasında ölümlere neden olarak sıra üzerinde boşlukların oluşmasına yol açmaktadır. Yoğun enfeksiyonlarda birim alandaki bitki sayısı azalmakta ve tekrar ekim gerekebilmektedir. Ayrıca *Fusarium* sp. ve *Rhizoctonia* sp. silolarda üründe çürümelere sebep olmaktadır (Özgör 1995). Tohumdan kaynaklanan *Phoma betae* gibi bazı funguslar fide devresinde ve sonraki gelişme evrelerinde enfeksiyon oluşturabilmektedir (Neergaard 1988, Agarwal ve Sinclair 1997).

Bitkisel ürünlerde fungal hastalık etmenlerinin oluşturduğu kayıpların azaltılması ve tümüyle engellenebilmesi için çeşitli önlemler alınmaktadır. Dayanıklı çeşitlerin üretilmesi, kültürel uygulamalar (ekim nöbeti, polikültür tarım uygulaması, gübreleme ve sulama oranlarının düzenlenmesi vb.) ve pestisitlerin kullanımı önde gelen uygulamalardandır (Küçük vd. 2003). Bitkilerin fungal patojenlere karşı korunmasında fungisitler oldukça fazla kullanılmaktadır (Waard vd.1993).

Son yıllarda, kimyasal mücadelenin olumsuz etkileri çevre dostu mücadele yöntemlerine geçilmesine doğru bir eğilimi ortaya çıkarmaktadır (Reddy 2004). Kök ve kökboğazı çürüklüğüne karşı mücadelede alternatif mücadele yöntemlerinde biri olan biyolojik mücadele, son yıllarda cazip hale gelmiştir ve birçok patojene karşı biyolojik preparatlar geliştirilmiştir (Wallwork 2000).

En yaygın biyokontrol ajanları, *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerinin üyeleridir (Santoyo vd. 2012). Bacillus, spor oluşturan, Gram pozitif, çubuk şeklinde bir bakteri cinsidir (Chitlaru vd. 2011). Bu bakteriler, rizosferdeki patojenik organizmalar üzerinde inhibe edici bir etkiye sahip olan antibiyotikleri ve diğer bileşikleri sentezlemektedir (Glick 1995, Ahmad vd. 2008). Ayrıca, oksin, sitokinin gibi hormonları üreterek (Ahmad vd. 2008), fosfatı ve demiri yarayışlı forma dönüştürerek bitki gelişimini teşvik etmektedir (Orozco-Mosqueda vd. 2012).

Pseudomonas, spor oluşturmayan, Gram negatif, çubuk şeklinde bir bakteri cinsidir (Compant vd. 2005, Haas ve De´fago 2005). Bazı genetik özellikleri, farklı toprak türlerine adapte olmalarına ve kolonileşmelerine yardımcı olmaktadır (Weller vd. 2002). Çeşitli genetik ve fenotipik özellikleri nedeniyle, bu cinsin üyeleri biyokontrol ajanları olarak kullanılma potansiyeline sahiptir.

Pseudomonas'lar çeşitli substratları besin olarak kullanabilmekte ve diğer bakteriler için stres oluşturabilecek farklı koşullarda hayatta kalabilmektedir. Ayrıca, antibiyotik, polisakkarit ve siderofor gibi çeşitli bileşikler üretme kabiliyetleri sayesinde, patojenlerin neden olduğu hastalıkları baskılayabilmektedir (Raaijmakers ve Weller 2001, Chapon vd. 2002, Steddom vd. 2002).

Patojenlerin gelişiminin baskılanması ve bitki gelişiminin teşviği için, tohumlara ve köklere bakteri uygulanmasını içeren çalışmalar giderek artış göstermektedir. *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsleri, birçok araştırmanın odağını oluşturmaktadır (Compant vd. 2005).

Bu çalışmada, Ankara ili farklı şeker pancarı ekiliş alanlarından temin edilen sağlıklı şeker pancarı köklerinden floresan *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. izolatları elde edilmiştir. Elde edilen bu izolatların şeker pancarlarında kök çürüklüğüne neden olan *Phoma betae, Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı etkilerini belirlemek amacıyla *in vitro* ve *in vivo* koşullarda çalışmalar yapılmıştır.

# 2. KAYNAK ÖZETLERİ

## 2.1 Şeker Pancarında *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Kömür çürüklüğe neden olan fungus *Macrophomina phaesolina*, Kaliforniya'nın sıcak vadilerinde, Yunanistan, Mısır, İran, Macaristan, Hindistan ve eski SSCB'nin birçok ülkesinde rapor edilmiştir (Schneider ve Whitney 1986).

Yorgancı ve Turhan (1988), ülkemizde Alpullu Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında hastalıklı pancar köklerinden *Pythium* sp., *Phoma betae, Fusarium* sp., *Macrophomina phaseoli* ve bir Myxomycetes türü izole etmişlerdir. Yapılan izolasyon sonucu *Pythium* sp., *Phoma betae* ve Myxomycetes türü fungusun patojen olduğunu tespit etmişlerdir.

*Phoma betae*'nin, tohum kaynaklı enfeksiyonlarına karşı Thiram uygulaması başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Durrant vd. 1988).

Duffus ve Ruppel (1993), tarlada çimlenme ve çıkış sırasında kök yanıklığına yol açan etmenlerin başında *Pythium* spp., *Aphanomyces cochlioides, Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'nin gelmekte olduğunu, bu patojenlerin bitkilerin ölümüne yol açarak birim alandaki bitki sayısında düşmeye ve bitki sıklığında düzensizliklere sebebiyet verdiğini bildirmiştir. Araştırıcılar *Aphanomyces cochlioides, Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'nin, ayrıca yetişkin pancarlarda kök çürüklüğü yarattığını belirtmiştir.

*Rhizoctonia* (AG 2-2) kök yanıklığına karşı Thiram ve biyolojik kontrol ajanları kullanılmaktadır (Abada 1994, Thrane vd. 2001).

*Rhizoctonia solani* AG-4 ve AG 2-2 ırklarına karşı, Azoxystrobin ile tohum ilaçlaması etkili bir yöntemdir. Azoxystrobin, erken enfeksiyonu geciktirmekte olup ve güçlü bitki çıkışı sağlamaktadır. Fakat, mevsim içerisinde enfeksiyon oluşturan baş ve kök çürüklüklerini tamamen engelleyememektedir (Jacobsen vd. 1999, Windels ve Brantner

2000). Fungisitler ile kısmen dayanıklı çeşitlerin kombine uygulanması ile engelleme sağlanabilmektedir (Kiewnick vd. 2001). Ayrıca, dayanıklı çeşit ekimi sonrası, pancarlar 4-8 yapraklı döneme geldiğinde ekim sırasına fungisit uygulaması ile başarılı sonuç elde edilebilmektedir (Kiewick vd. 2001, Jacobsen 2005).

Kök yanıklığına sebep olduğu bilinen *Aphanomyces cochlioides* Dreschler, Amerika, Kanada, Şili, Japonya ve Avrupa'da tespit edilmiştir. Bu patojen topraktaki bulaşıklık derecesine ve çevresel faktörlere bağlı olarak % 0-100 arasında bitki kayıplarına neden olabilmektedir (Windels 2000). Fide döneminde kökün üst kısmında görülen yanıklık bitkinin ölümüne yol açmaktadır. Bu etmen, yağmurlu ve sıcak havalarda yaz mevsimi süresince, hasata kadar gelişerek enfeksiyona neden olmaktadır (Moliszewska ve Piszczek 2008).

Jacobsen (2005), toprak kökenli patojenlerden *Rhizoctonia solani, R. crocorum, Aphanomyces cochlioides, Phoma betae, Macrophomina phaseolinea, Phytophthora drechsleri, Rhizopus stolonifer, R. arrhizus* ve *Sclerotium rolfsii*'nin ciddi kök ve şeker verimi kayıpları meydana getirdiğini bildirmiştir.

Kömür çürüklüğü hastalığı, kök verimini, şeker oranını düşürmekte ve depolanabilirliği azaltmaktadır (Jacobsen 2006).

Phoma kök çürüklüğüne neden olan *Phoma betae* (eşeyli dönemi *Pleospara betae*) şeker pancarının yetiştiği Asya, Avustralya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygın olarak kaydedilmiştir. Fungus fidelerde çökertene sebep olabilirken, tarlada pancarlarda kök çürüklüğü, yaprak lekesi ve depolama sırasında da köklerde çürümelere neden olabilmektedir (Jacobsen 2006).

*Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae*, ekimden hasata kadar geçen süre boyunca şeker pancarında farklı şekillerde enfeksiyonlara neden olmaktadır. Enfeksiyonlar, fide döneminde kök çürüklüğü, fide yanıklığı ve ölüm; ileri gelişme dönemlerde ise solgunluk, gelişme gerilikleri, yaprak lezyonları ve köklerde çürümeler

şeklinde gelişme göstermektedir. Son yıllarda, şeker pancarında önemli patojenlerden olan *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. ve *Pythium* sp.'nin yanı sıra *Aphanomyces cochlioides* de tespit edilmiştir. *Rhizopus arrhizus'*un da kök çürüklüğüne neden olabileceği belirlenmiştir (Moliszewska ve Piszczek 2008).

Buhre vd. (2009), şeker pancarında kök çürüklüğüne sebep olan *Rhizoctonia solani*'nin Avrupa'da gittikçe yaygınlaştığını belirtmişlerdir.

Özgönen ve Çulal Kılıç (2009), Isparta ili Gönen, Keçiborlu, Senirkent, Şarkikaraağaç ve Yalvaç ilçelerinde şeker pancarında fungal hastalıkların yaygınlık oranları ve şiddetinin belirlenmesi amacıyla, 23576 da ekili alanda yaptıkları sürveylerde pancar fidelerinden yaptıkları izolasyonlar sonucu, başta *Fusarium* spp. olmak üzere *Rhizoctonia solani, Pythium* spp. ve düşük oranda *Macrophomina phaseoli* ile *Phoma betae;* yumrularından ise, *Fusarium oxysporum, F. solani* ve *F. avenaceum, Pythium* spp., *Sclerotium rolfsii* ve *Rhizoctonia solani* tespit etmişlerdir.

Sürel ve Boyraz (2009), Konya Şeker Fabrikası'nın Altınekin, Beyşehir, İsmil, Kadınhanı ve Merkez silolarında meydana gelen fungal çürümelere neden olan 13 fungal etmen tespit etmişlerdir. Toplam izolatların % 83.67'sini *Penicillium* spp. ve *Fusarium* spp.'ine ait bulurken, % 16.33'ünde *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Rhizopus* spp., *Rhizoctonia solani, Botrytis cinerea* ve *Endomyces geotrichum*'u saptamışlardır.

*Fusarium oxysporum* f. sp. *betae*'nın mücadelesinde münavebe ve dayanıklı çeşit kullanılmaktadır (Khan vd. 2013).

## 2.2 Şeker pancarında *Bacillus* spp. ve Floresan *Pseudomonas* spp. ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Broadbent vd. (1977), biyolojik kontrol ajanı olarak rizobakterilerden ilk ticari preperatın A.B.D.'de 1985 yılında *Bacillus subtilis* A-13 ırkından üretildiğini bildirmişlerdir. PGPR'ların hastalıkları baskılama mekanizmalarından birinin de, ISR olduğunu bildirerek kök kolonizasyonuna dayanan ISR'nin, fazla sayıda bakterinin

tohuma kaplanması veya toprağa ekimi şeklinde uygulandığında başarıya ulaşılabildiğini belirtmişlerdir.

Suslow ve Schroth (1982), tarafından yapılan sera denemelerinde floresan *Pseudomonas* spp.'nin şeker pancarı verimini % 20-85 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Weller ve Cook (1983), fenazin içeren antibiyotik üreten *P. fluorescens* 2-79 ve *P. aureofaciens* 30-84 ırklarının toprak kökenli patojenleri baskı altına aldığını bildirmişlerdir.

Sneh vd. (1984), Van Peer ve Schippers (1988), Sugimoto vd. (1990), De la Cruz vd. (1992), Gamard ve De Boer (1995), McCullagh vd. (1996), De Boer vd. (1999), floresan *Pseudomonas*'ların toprak kökenli fungal patojenlere karşı hedef patojene karşı rekabet edebilme güçlerinin fazla olması, patojene karşı bitkiye sistemik dayanıklılık kazandırmaları, mikolitik enzime sahip olmaları ve antibiyotik veya siderefor gibi metabolitleri üretmeleri sayesinde etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Günümüzde floresan *Pseudomonas*'ların, biyolojik mücadeledeki başarıları, aynı zamanda bitki gelişmini teşvik edici etkileri dolayısıyla ilgi gördüğünü ve bu konuda birçok çalışma yapıldığını bildirmişlerdir.

Campbell ve Bugbee (1988), Durrant vd. (1988), Gallian ve Kober (1988), Gallian vd. (1989), şeker pancarında *Phoma betae* ve *Rhizoctonia solani*'nin fungisitlerle kimyasal mücadelesinin yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Davison (1988), Kloepper vd. (1989), Weller (1988), biyolojik mücadelenin alternatif bir strateji olabileceğini bildirmişlerdir.

Kloepper vd. (1989), fitopatojenlere karşı antagonistik bakteriler üzerine yapılan çok sayıda çalışmanın, *P. fluorescens* ve *B. subtilis* gibi bakterileri içerdiğini belirtmişlerdir.

Lim vd. (1991), Meyer vd. (1992), Natsch vd. (1994), De Weger vd. (1995), Buysens vd. (1996), Zhang vd. (1998), Walsh vd. (2001), biyolojik mücadele amacıyla sebze ve meyve hastalıklarına karşı, *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus* spp., *Burkholderia*

*cepacia*, *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. ve *Streptomyces* spp. gibi bakteri türlerinin preparatlarının yapılmış durumda olduğunu belirtmiştir.

Lovic vd. (1993), Bacillus, Enterobacter, Serretia ve floresan *Pseudomonas* izolatlarını kullanarak şeker pancarında *Phoma betae* ve *R. solani*'nin mücadelesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Agar ortamlarının içerikleri patojenlerin engellenmesinde etkili olmuştur. *P. fluorescens*, düşük oranda veya yeterli miktarda demir içeren ortamlarda engellemede başarılı bulunmamıştır. Bakterilerin hidrojen siyanür üretimleri de engelleme ile korelasyon göstermemiştir. Gelişimin engellenmesinin daha çok floresan *Pseudomonas*'ların fenazin-1-karboksilik asit üretimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. *In vitro* çalışmalarda yüksek etki gösteren antagonistik bakteriler sera denemelerinde de etkili bulunmuştur. *P. betae* ve *R. solani*'yi agar ortamında baskılayan floresan *Pseudomonas*'ların sarı mukoid izolatlar olmadığı belirlenmiştir.

Glick (1995), Lucy vd. (2004), PGPR'ların bitki gelişmesini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini, doğrudan bazı besin elementlerinin bitki tarafından alımını teşvik ettiğini ve dolaylı olarak da fitopatojenik organizmaları engellediğini bildirmişlerdir.

Glick (1995), PGPR'ların patojen gelişmesi üzerine engelleyici en etkin mekanizmasının, bakteriler tarafından antibiyotik sentezlenmesi olduğunu belirtmiştir.

Keel vd. (1996), rizosferli topraklardan izole edilmiş, hastalıkları baskılayan *Pseudomona*s spp. tarafından üretilen antibiyotiklerin çoğunun, birçok bitki hastalığının baskılanmasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Podile ve Prakash (1996), *Aspergillus niger* ve *Fusarium udum*'un yol açtığı kök çürüklüğünün *Bacillus subtilis* uygulaması ile kontrol edilebileceğini belirtmiştir.

Chabot vd. (1996), Amer ve Utkheda (2000), biyolojik gübre olarak Bacillus'ların kullanımının, bitki gelişme hormonu senteziyle doğrudan gelişmeyi teşvik ettiğini, Bapat ve Shah (2000), Eşitken vd. (2002), patojenleri baskılayabildiğini, Marahiel vd.

(1993), Handlesman ve Staab (1996), antibiyotik sentezlediğini ve Nautiyal (1997), fungus gelişmesini engellediğini bildirmişlerdir.

Walley ve Germida (1997), PGPR'lar tarafından üretilen siderofor ve antibiyotik gibi maddelerin fungal patojenlere karşı etki gösterdiğini bildirmiştir.

Pillay ve Novak (1997), floresan *Pseudomonas*'ların bitki gelişimi teşvik etmesi, topraktaki patojenlerle rekabet ederek enfeksiyon oranlarını azaltması veya bu iki mekanizmayı birlikte oluşturarak hastalıkları engellediğini bildirmişlerdir. Bu araştırıcılar, bitkilerin kök bölgesinde bulunan patojenlerin, bakteriler (özellikle floresan *Pseudomonas*) ve diğer mikroorganizmalar ile karmaşık bir etkileşim içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. Mahaffee ve Kloepper (1997), bu etkileşim nedeniyle floresan *Pseudomonas*'ların bitkiye olan olumlu etkisinin azalabileceğini ve ayrıca kök salgılarının miktarı ve içeriğinin de floresan *Pseudomonas*'ların etkisini olumsuz yönde azalttığını bildirmişlerdir.

Toro vd. (1997), *B. subtilis*'in toplam bitki ağırlığı ve bitki dokularındaki azot ve fosfor konsantrasyonunu arttırdığını, Sukhovitskaya (1998), Çakmakçı vd. (1999), *B. megaterium*'un toprağa iyi bir şekilde adapte olup, bitki köklerinde kolonize olarak şeker pancarı verimini arttırdığını belirtmişlerdir.

Nielsen vd. (1998), Thrane vd. (2001), İran'daki şeker pancarı tarlalarının farklı topraklarından ve bitki köklerinden izole edilen *P. fluorescens* (B1) ve *Bacillus coagulans* (B2) ırklarını kullanarak sekiz yeni biyoformülasyon hazırlamışlardır. Bu biyolojik formülasyonların, şeker pancarı tohumlarına fide ölümlerini kontrol etmek için uygulandığı sera deneyinin sonuçlarına göre, farklı aralıklarla (ekimden 15, 30, 45 ve 60 gün sonra) yapılan denemelerin çoğunun hastalığın azaltılmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Şeker pancarı rizosferinden elde edilen floresan Pseudomonas'ların *in vitro* ve saksı denemelerinde *P. ultimum* ve *R. solani*'ye karşı antagonist etki gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Rodriguez ve Fraga (1999), Sturz ve Nowag (2000), Bloenberg ve Luktenberg (2001), Eşitken vd. (2003), Antoun ve Prevost (2006), Karakurt (2006), PGPR'ların çoğunlukla *Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Microccocus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve Xanthomonas* cinslerine ait olduğunu, bitki gelişiminin PGPR'lar tarafından teşvik edildiğini laboratuvar ve arazi denemeleriyle ortaya koymuşlardır.

Thrane vd. (1999, 2000), Nielsen vd. (2002), şeker pancarında *Aphanomyces cochlioides, Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani*'nin önemli patojenler olduğunu belirterek, antagonistik floresan *Pseudomonaslar*'ın *P.ultimum* mücadelesinde başarı vadettiğini belirtmişlerdir. *P. fluorescens* DR54'ün şeker pancarında çökertene neden olan patojenlere karşı antifungal etkili bir izolat olduğunu ve *P. ultimum*'a ve *R. solani*'ye karşı ürettikleri cyclic lipopeptit ve viskosinamid ile etkili olduklarını belirtmişlerdir. Cyclic lipopoeptitlerin, şeker pancarının rizosfer ve spermosferinde *Pseudomonas fluorescens* DR54 tarafından üretildiğini ve saksılarda yapılan çalışmalarda, DR54'ün inokule edildiği şeker pancarı fidelerinin köklerde kolonize olarak, fidelerin sağlıklı çıkış yapmasını sağladıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca, düşük hastalık seviyelerinde *Pseudomonas fluorescens* DR54'ün, *R. solani*'nin miseliyal gelişimini ve skleroti oluşumunu azalttığını belirterek, *R. solani* gelişiminin antibiyotik (viskosinamid) ve hidrolitik hücre duvarı parçalayıcı enzimler (kitinaz) üretimi ile engellendiğini ortaya koymuşlardır. DR54 bakteri hücrelerinin, *R. solani* hiflerinin yüzeyine yapıştığı ve mikrokoloni oluşturduğu gözlemlemişlerdir.

Boyd-Wilson vd. (2000), *F. culmorum*'un misel büyümesinin ve konidi çimlenmesinin engelenmesi için izole ettikleri mikrooganizmaları *in vitro* da test etmişlerdir. 11 bakteriyel izolatın miseliyal gelişimi engellediğini ve bu izolatların 7'sinin ayrıca konidi çimlenmesini de engellediğini belirtmişlerdir.

Moenne-Loccaz vd. (2001), tarafından yapılan çalışmada, 2,4-diasetil floroglusinol üreten *P. fluorescens* F113 ırkının tarla toprağında yetiştirilen şeker pancarı fidelerindeki doğal floresan *Pseudomonas* florasına olan etkilerini araştırmışlardır.

Sonuç olarak, *P. fluorescens* F113 ırkının kökteki doğal bakterilerin sayısında etkili olmadığını belirlemişlerdir.

Kiewnik vd. (2001), Bacillus MSU-127 izolatı inokulasyonunun, şeker pancarında *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığını önemli oranda azalttığını belirtmiştir.

*Rhizoctonia solani, Phytophthora capsici* ve *Pythium aphanidermatum* gibi hastalık etmenlerinin, *B. subtilis* ve diğer bazı fungal antagonist izolatlar tarafından kontrol altına alınabildiği kaydedilmiştir (Saber 2001, Kotan 2002).

Narayanasamy (2002, 2011), mikrobiyal bitki patojenlerinin yoğunluğunun azaltılmasının, kayıpları en aza indirgemek ve üretimin sürdürebilirliği sağlamak için önemli olduğunu ve etkin hastalık yönetim sistemlerinin geliştirilmesi için çeşitli kısa ve uzun vadeli stratejiler arasında, biyokontrol ajanları (BCA)'nın başarısının, çeşitli çalışmalarda kanıtlandığını belirtmiştir.

Nielsen vd. (2002), tarafından yapılan çalışmada, şeker pancarı rizosferinden elde edilen floresan *Pseudomonas*'ların ürettikleri cyclic lipopeptitlerin; antibiyotik ve biyosürfektan özelliklerini araştırılmıştır. Çalışmada yaklaşık 600 floresan *Pseudomonas* izolatı elde etmişler ve kumlu topraklarda izole edilen bakterilerin yaklaşık %60'ının cyclic protein lipopeptit ürettiklerini belirlemişlerdir. Killi topraklarda ise, bu oranın %6 olduğunu bulmuşlardır. Yapılan çalışmalarda, tüm cyclic lipopeptitlerin güçlü biyosürfektan etki gösterdiğini ve bunlardan bazılarının ise kök patojenlerine karşı antibiyotik özellikte olduğu bildirmişlerdir.

Bargabus vd. (2002), şeker pancarlarında filosfer toprağından elde edilen, patojenik olmayan *Bacillus mycoides*'in şeker pancarında oluşturduğu sistemik dayanıklılığın belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapmışlardır. *B. mycoides*'in filosferde kolonize olarak şeker pancarlarında Cercospora yaprak lekesine karşı etki gösterdiğini ve hastalığı sera ve tarla koşullarında %38-91 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Yapılan klasik

dayanıklılık teşvik ve enzim aktivite testleriyle inceleyerek etkinliğin sistemik dayanıklılığın teşvikiyle sağlandığını kanıtlamışlardır.

El-Kazzaz vd. (2002), bir Actinomycete izolatının yanı sıra bazı fungal ve bakteriyel biyoajanları, *in vitro* da *S. rolfsii*, *R. solani*, *M. phaseolina*, *F. oxysporum* ve *F. solani*'ye karşı antagonistik etkileri açısından değerlendirmişlerdir. *Trichoderma hamatum, T. harzianum, T. pseudokoningii*, bazı *Bacillus subtilis* izolatları ve bir *Pseudomonas fluorescens* izolatının, dört patojenin gelişmesini baskılamakta en etkili biyoajanlar olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Ancak, *Fusarium* spp.'nin gelişmesini engellemede daha az etkili bulmuşlardır. Biyolojik kontrol çalışmalarında, *T. hamatum, T. harzianum, P. fluorescens* ve *B. subtilis* gibi bazı biyoajanların sera (*T. rolfsii* ile enfekte olmuş toprak) ve tarla (doğal enfeksiyon) koşulları altında, şeker pancarında çökerten hastalığını kontrol etme olasılığını incelemişlerdir. Uygulamanın ayrıca her bir tarla için kök verimini arttırdığını bildirmişlerdir.

De Souza vd. (2003), *Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu bitki hastalıklarının, farklı *Pseudomonas fluorescens* ırkları tarafından baskılandığını belirtmişlerdir. Cheryl vd. (1998), *P. ultimum*'un neden olduğu şeker pancarındaki çökertenin, *Pseudomonas fluorescens* F111 biyokontrol ırkı tarafından 2,4-diasetil floroglusinolün (2,4-DAPG) üretilmesi sayesinde baskılandığını bildirmişlerdir.

Bargabus vd. (2004), tesadüfen seçilen 11 adet *Bacillus pumilus* izolatının patojeniteyle ilişkili R protein, kitinaz, β-1,3 glukanaz ve bifazik hidrojen peroksit üretim yeteneklerini incelemişlerdir. İzolatlardan ikisinin Cercospora yaprak lekesi belirtilerini yaklaşık %70 oranında engellediğini belirtmişlerdir.

Şahin vd. (2004), fosfat çözücü bakterilerin azot fiksasyonu yapan bakterilerle birlikte uygulandığında şeker pancarı veriminin % 12.7'e kadar arttığını bildirmişlerdir.

Faltin vd. (2004), endofitik izolat *Pseudomonas trivialis* 3Re2-7'nin, *Rhizoctonia solani*'nin şeker pancarı üzerindeki hastalık oranını %86 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Stein (2005), *Bacillus amyloliquefaciens, B. subtilis, B. cereus, B. licheniformis, B. megaterium, B. mycoides* ve *B. pumilus* gibi birden fazla *Bacillus* türünün antibiyotik moleküllerinin verimli üreticileri olarak bilindiğini belirtmiştir. *Bacillu*s spp. tarafından sentezlenen geniş biyolojik aktiviteye sahip moleküllerden bazılarının, bitki patojenlerine karşı inhibe edici aktiviteleri olduğunu bildirmiştir.

Abo-Elnaga (2006), doğal olarak enfekte olmuş şeker pancarı köklerinden *Pythium ultimum*'a ait on fungus izolatı elde etmiştir. Tüm izolatların şeker pancarı Demapoli çeşitlerinde patojenik olduğu belirtmiştir. Fungusun genellikle çimlendirilmiş tohumlara ve fidelere saldırdığını, çıkış öncesi ve sonrası çökertene neden olduğunu belirtmiştir. Şeker pancarı rizosferinden izole edilen *B. subtilis*'in patojenlere karşı kısmen koruma sağladığını bildirmiştir. *Pythium ultimum*'a karşı yapılan antibiyotik testlerinde, *in vitro* da *B. subtilis*'in iki bakteri izolatının, elde edilen beş Pythium izolatınının misel gelişimini baskıladığını belirterek, *Bacillus subtilis*'in tohuma uygulamasının, sera koşullarında şeker pancarında çökerten oranını azalttığını tespit etmiştir.

Aksoy (2006), birçok floresan *Pseudomonas* izolatının laboratuvar koşullarında etkili bulunurken, tarla koşullarında bu etkiyi sağlayamadığını bildirmiştir. Bu nedenle, biyolojik mücadelede etkili bulunan izolatların preparatlarının yapılırken; genetik yapılarında etkiyi arttırıcı değişikler yapılmasının, diğer mikroorganizmalarla karışımlarının sağlanmasının ve alternatif yöntemlerle kombineli olarak uygulanmasının gerektiğini belirtmiştir.

Tran vd. (2007), lipopeptitlerin, şeker pancarı köklerinin ve yapraklarının her ikisinde de sistemik dayanıklılığı uyardığını ve *P. betae* enfeksiyonunda belirgin bir azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Zachow vd. (2008), çalışmalarında Avrupa'nın 6 farklı lokasyonunda şeker pancarı rizosfer, filosfer, endoriza, endosfer dokularından farklı mikroorganizmalar izole etmişlerdir. Toplam 1952 bakteri ve 1344 fungal izolat *Aphanomyces cochlioides*, *Phoma betae, P. ultimum* ve *Rhizoctonia solani* ile karşılıklı ekim yapılarak incelenmiş, 885 bakteriyel ve 437 fungal antagonist tespit edilmiştir. Antagonist mikroorganizmaların çoğu sadece bir patojeni baskılamıştır. Ancak, küçük bir kısmı geniş etki spektrumu göstermiştir. Bakteriyel antagonistler daha çok *P. ultimum*'a karşı antagonistik bulunmuş, fungal antagonistler ise *A. cochlioides* ve *R. solani* üzerinde etkili bulunmuştur. Zachow vd. (2010), başka bir çalışmasında, etkili bir biyokontrol stratejisinde köke kolonize olan ve bitki gelişimini teşvik eden mikrooganizmaların vazgeçilmez olduğunu bildirmişlerdir.

Jorjani vd. (2011), bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) kullanımının, bitkisel üretim için sürdürülebilir sistemler geliştirmede önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Birden fazla aktiviteye sahip verimli PGPR türlerini araştırmak için, İran şeker pancarı tarlalarında rizosferik topraktan ve bitki köklerinden izole edilen iki *P. fluorescens* (B1) ve *Bacillus coagulans* (B2) ırklarını kullanarak sekiz biyoformülasyon (BF) hazırlamışlardır. Şeker pancarı bitkileri arasındaki etkileşimin stabilitesini arttırmak için, inorganik taşıyıcılar olarak talk ve bentonit tozları; PGPR ilişkili ve organik taşıyıcılar olarak turba ve pirinç kepeği kullanmışlardır. Ekimden 60 gün sonra şeker pancarı fidelerinin boyu, kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök ağırlığına bakarak BF'nin etkinliğinin değerlendirmişlerdir. Kök uzunluğu dışındaki büyüme özelliklerinin, BF'nin farklı oranlarında önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Ancak, 8 biyoformülasyondan 5'i (Turba-b1, Talk-B2, Talk-B2, R.B.-Bl ve R.B.-B2) dışındakiler fide kök uzunluğunun arttırılmasında önemli bir etki göstermiştir. Sonuç olarak, şeker pancarının büyümesini teşvik etmek için PGPR bazlı biyoformülasyonların kullanmanın mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Shalaby vd. (2015), şeker pancarında *F. oxysporum* f. sp. *betae*'nin neden olduğu solgunluk hastalığına karşı, *B. subtilis, Pseudomonas* sp., *T. harzianum, T. koningii* ve carboxin etken maddeli fungisiti denemişlerdir. Carboxin 80 ppm dozda fungusun misel gelişimini baskılarken, aynı zamanda saksılarda hastalık oranını da güçlü bir şekilde

engellemiştir. *B. subtilis* ve *T. harzianum* yine saksı ve tarla denemelerinde etkili bulunmuştur.

Mahmoud (2016), şeker pancarında *R. solani*'nin neden olduğu çökertenin mücadelesi amacıyla dört *B. subtilis* izolatı ve üçer adet *T. harzianum* ve *T. hamatum* izolatı kullanarak *in vitro* ve sera koşullarında araştırmalar yapmıştır. Bacillus ve Trichoderma izolatlarının, ikili kültür denemelerinde *R. solani*'nin gelişmesini engellediğini ve ayrıca Trichoderma izolatlarının, *B. subtilis* izolatlarından daha yüksek antagonistik etki gösterdiğini belirtmiştir. Sera koşullarında, *T. harzianum* ve *B. subtilis* ile ayrı ayrı tohum kaplama uygulamasının da çökerteni önemli ölçüde azalttığını, ancak *T. harzianum*'un uygulamalarının, hayatta kalan bitkilerin yüzdesini kontrole kıyasla *B. subtilis*'ten daha fazla arttırdığını tespit etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, *T. harzianum* ve *B. subtilis*'in, şeker pancarında çökertene karşı potansiyel fayda sağladığını ve biyolojik kontrol uygulamaları için kullanılması gereken çok etkili biyolojik kontrol ajanları olduğunu bildirmiştir.

Karimi vd. (2016), biyokontrol suşlarının kullanımının son zamanlarda geleneksel kimyasal işlemlere popüler bir alternatif haline geldiğini belirterek, şeker pancarı rizosferinden ve köklerinden, elma ve ceviz sürgünlerinden izole edilen bir dizi bakteriyi, *R. solani* AG-4 ve AG2-2'nin neden olduğu şeker pancarında çökerteni kontrol etme potansiyelleri açısından değerlendirmişlerdir. Şeker pancarı rizosferinden elde edilen üç izolatın (SB6, SB14 ve SB15) sürgünlerden elde edilen beş izolatın (AP2, AP4, AP6, AP7, AP8) *R. solani* izolatının misel gelişimini engelleyen en etkili antagonistler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, bu sekiz bakteri antagonistinin biyolojik kontrol etkinliğini, sera koşullarında test etmişlerdir. Dört izolatın (*B. amyloliquefaciens* SB14, *B. pumilus* SB6, *B. siamensis* AP2 ve *B. siamensis* AP8) çökerten kontrolünde önemli bir etki yarattığını ve diğerlerinden önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, tohumların bakteri ile muamele edilmesinin, SB14 izolatı kullanıldığında en etkili olduğunu, *R. solani* AG-4'ün neden olduğu çökertene karşı % 58 ve *R. solani* AG-2-2'nin neden olduğu çökertene karşı ise % 52.5 oranında kontrol sağlayabildiğini bildirmişlerdir.

# 3. MATERYAL VE YÖNTEM

## 3.1 Materyal

Bakteri izolasyonları için, Ankara ili farklı pancar ekiliş alanlarından sağlıklı ve iyi gelişim gösteren bitkiler toplanmıştır. *In vivo* çalışmalarda kullanılan, *Cercospora beticola*, Rhizomonia ve külleme hastalıklarına karşı dayanıklı olduğu bilinen, yüksek kök ve şeker verimine sahip Serenada (KWS) çeşiti şeker pancarı tohumu, Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş.'den temin edilmiştir. Denemelerde kullanılan patojen *Phoma betae, Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani* izolatları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü kültür koleksiyonundan, floresan *Pseudomonas* Pf1 ırkı ticari preperatı (Cedriks, Agrobest) ve *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı ticari preparatı (Serenade, Bayer) üretici firmalardan temin edilmiştir. Ayrıca, Thiram+Hymexazole karışımı fungisit denemelerde kullanılmıştır.

Denemelerde plastik ve cam petri kutuları, steril pipetler, öze, cryo tüp, plastik tüp, çeşitli cam malzemeler, plastik saksılar ve yapay besi ortamı olarak NA ve King's B ve PDA ortamları kullanılmıştır. Çalışmalar Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı laboratuvarında yürütülmüştür.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Floresan *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. izolatlarının elde edilmesi

Rizosfer bakterilerinden floresan *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. izolatlarının elde edilmesi amacıyla, Ankara ili pancar ekiliş alanlarında sağlıklı ve diğer pancar bitkilerine göre daha iyi gelişim gösteren bitkiler kökünden sökülerek, polietilen torbalara konulmuş ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm laboratuvarına getirilmiştir. Örnek alınan ilçeler, bu ilçelerdeki örnek alınan tarla sayıları ve bu tarlalardan alınan örnek sayıları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Şeker pancarı örneklerinin alındığı ilçeler, her bir ilçedeki örnek alınan tarla sayıları ve bu tarlalardan alınan örnek sayıları

| İlçe | Mevkii | Tarla sayısı | Örnek sayısı |
|---|---|---|---|
| Merkez | Fabrika | 1 | 2 |
| | Balçiçek | 2 | 4 |
| | Çubuk | 1 | 2 |
| | Kazan | 2 | 4 |
| Bala | Merkez | 1 | 2 |
| Beypazarı | Merkez | 1 | 2 |
| Haymana | Merkez | 1 | 2 |
| | Baltalın | 2 | 4 |
| Kalecik | Merkez | 1 | 2 |
| | Çerikli | 1 | 2 |
| | Balışeyh | 1 | 2 |
| Polatlı | Merkez | 1 | 2 |
| | Beylikköprü | 3 | 6 |
| | K.Ahmet | 3 | 6 |
| | Ördekgölü | 1 | 2 |
| | Sarıoba | 2 | 4 |
| | Sazılar | 1 | 2 |
| | Yaralı | 3 | 6 |
| | Yenice | 2 | 4 |
| Sincan | Temelli | 3 | 6 |
| TOPLAM | | 33 | 66 |

Bu bitki örneklerinden floresan *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. izolatlarını elde etmek amacıyla, öncelikle yumrular musluk suyu altına tutularak fazla toprağı uzaklaştırılmıştır. Toplanan bitki örneklerinin kök bölgelerinden alınan 10 gr'lık parçalar, 100 ml steril saf su içeren erlen mayer içerisinde 30 dakika mekanik olarak çalkalanmıştır. Elde edilen süspansiyondan farklı seyreltme serileri hazırlanmış ve $1x10^{-5}$ seyreltme serisinden alınan 0.1 ml süspansiyon, King's B agar ortamına steril cam bagetle yayılarak, $27\pm1^{o}C$'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda petriler 256 nm dalga boyunda UV ışık altında incelenerek, floresan pigmet oluşturan ve yeşil-mavi ışıma yapan koloniler seçilmiş ve bu kolonilerden tekrar King's B agar ortamına çizim yapılmıştır. Bu petrilerden aynı agar üzerine çizimler yapılarak tek gelişen kolonilerden saf kültürler elde edilmiştir (Schaad vd. 2001).

*Bacillus* spp. izolatlarının izolasyonu amacıyla; köklerin steril suda 30 dakika çalkalanması ile elde edilen süspansiyondan 10 ml'lik kısmı, steril cam tüp içerisinde 10 dakika kaynamakta olan su içerisinde ısıl işleme tabi tutulmuştur (Jezewska-Frackowiak vd. 2017, Lukenge vd. 2017). Bunun sonrasında süspansiyondan 0.1 ml alınıp Nutrient agar ortamına yayılarak 27±1$^{o}$C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Gelişen koloniler içerisinden tek koloniler alınarak, tekrar NA ortamına çizimler yapılmış ve tek gelişen kolonilerden saf kültürler elde edilmiştir. Bacillus kültürleri endospor oluşumları yönüyle teşhis edilmiştir. Saf kültürlere, KOH ve Gram boyama testleri yapılmıştır (Schaad vd. 2001).

### 3.2.2 Çalışmada elde edilen bakterilerin muhafazası

Elde edilen saf bakteriyel izolatların 24 saatlik saf kültüründen bir öze dolusu alınarak, içerisinde Nutrient Yeast Broth bulunan cryo tüplere aktarılmış ve etiketlenmiştir. Tüpler 1 gece çalkalayıcıda inkube edildikten sonra, üzerine oranı %10 olacak şekilde gliserol çözeltisi eklenerek, çalışmalarda kullanılmak üzere -20$^{o}$C'de muhafaza edilmiştir (Schaad vd. 2001).

### 3.2.3 Çalışmada kullanılacak olan fungal izolatların geliştirilmesi

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde daha önceki çalışmalarda izole edilmiş ve patojenite testi yapıldıktan sonra muhafaza edilen *Rhizoctonia solani, Phoma betae* ve *Fusarium oxysporum* izolatlarından yüksek patojeniteye sahip birer örnek alınarak, örnekler patates dekstroz agar ortamı (PDA)'na aşılanmış, 4-7 gün süre ile 25±1$^{o}$C'de saat karanlık, 12 saat aydınlık yakın ultraviyole ışık altında inkübe edilmiştir.

### 3.2.4 Bakteriyel izolatların *in vitro* etkinliklerinin belirlenmesi

Elde edilen rizosfer bakteri izolatları *in vitro* koşullarda şeker pancarında kök çürüklüğüne neden olan *Phoma betae, Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*

fungal hastalık etmenleri ile karşılıklı aşılanarak, engelleme zonu oluşumları gözlenmiş; geniş engelleme zonu oluşturan ve yüksek antibiyosis etki gösteren izolatlar seçilmiştir.

Bu amaçla, PDA ortamının, merkez noktasına fungal etmenin 5 günlük kültürünün koloni kenarından alınan ve aktif gelişen misellerini içeren 5 mm çapında disk yerleştirilmiş, diskin etrafına yaklaşık 3 cm uzaklıkta ve birbirine eşit uzaklıkta üç noktaya bakteriyel izolatların her birinin $10^8$ hücre/ml süspansiyonundan 2µL mikropipet yardımı ile inokule edilmiştir. Bu petriler 27±1$^oC$'de 4 gün inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda bakteri kolonilerinin etrafındaki fungus engelleme zonu yarıçapları ölçülerek kaydedilmiştir. Herhangi bir bakteriyel izolat içermeyen bir PDA ortamı kontrol olarak kullanılmıştır.

### 3.2.5 Tohuma uygulanan bakteriyel izolatların kontrollü koşullarda hastalık şiddeti üzerine etkinliklerinin belirlenmesi

*In vitro* da gerçekleştirilen engelleme zonu testi sonucunda, elde edilen bakteriyel izolatlardan yüksek antibiyosis etki gösteren izolatlar belirlenmiştir. Şeker pancarı bitkisinde kök hastalıklarına karşı etkinliğin belirlemesi amacıyla, her bir hastalık etmeni için yüksek antibiyosis etkiye sahip 6'şar adet *Bacillus* spp., 6'şar adet floresan *Pseudomonas* spp. olmak üzere 12 adet bakteri izolatı seçilmiştir. *Bacillus* spp. izolatları NA ortamına, floresan *Pseudomonas* spp. izolatları King's B agar ortamına çizilmiş, 27±1$^oC$'de 2 gün inkübe edilmiştir. Gelişen bakteri kültürleri üzerine 15 ml steril saf su eklenerek öze yardımıyla süspansiyon hazırlamıştır. Spektrofotometrede 660 nm'de 0,15 absorbans değeri olacak şekilde $10^8$ hücre/ml süspansiyon ölçümü yapılmıştır. Her bir izolat için 50-60 tane tohum, %2'lik hipoklorit içerisinde 2 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuştur ve steril saf sudan 3 kere geçirildikten sonra bakteriyel süspansiyon içerisinde 2 saat bekletilmiştir. İnokule edilen tohumlar steril kurutma kağıdı üzerine alınmış, kalan bakteri süspansiyonu steril tüplere alınmıştır. Saksı denemeleri için 1:1:1 oranında bahçe toprağı, kum ve yanmış çiftlik gübresi karışımı hazırlanmış, 121$^oC$'de 60 dakika steril edilmiş ve steril saksılara (No:3) doldurulmuştur. Toprak seviyesinin 3 cm altına patojen fungal izolatların 7 günlük kolonilerini içeren agar diskleri konulmuş ve bu kolonilerin üzerine gelecek şekilde

bakterilerle inokule edilen şeker pancarı tohumları saksı başına 10'ar adet olmak üzere yerleştirilmiştir (Şekil 3.1). Tohumların üzeri steril toprakla kapatıldıktan sonra, her bir bakteri süspansiyonu saksı başına 3.5 ml olacak şekilde toprağa uygulanmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.



Şekil 3.1 *Rhizoctonia solani* inokule edilen saksılara bakteriyel izolatlarla inokule edilen tohumların ekilmesi



Şekil 3.2 İklim odasında yürütülen denemelerin genel görünümü

Kıyaslama amacıyla, pratikte tohumlara kök çürüklüklerine karşı uygulanan Thiram %80 +Hymexazole %70 (400+500 gr/100 kg tohum) ve ticari olarak satılan biyolojik preparatlardan Serenade (*B. subtilis* QST 713 ırkı), Cedriks (*P. fluorescens* Pf1 ırkı) de denemelere alınmıştır. Kontrol olarak herhangi bir patojen inokule edilmeyen saksılar ve sadece patojen fungusların inokule edildiği saksılar hazırlanarak tohumlara veya toprağa bakteri uygulaması yapılmadan ekim yapılmıştır. Tüm saksılar 25±2$^{o}$C'de üstten aydınlatmalı iklim odasında inkübe edilmiş (Şekil 3.2) ve bu arada düzenli olarak sulanmıştır. Ekim sonrası çıkış yapan ve ölen bitkiler kaydedilmiştir. 5 hafta sonunda kalan bitkiler sökülerek kökler incelenmiş ve kök lezyonları Hanson (2006)'da yer alan 0-4 skalasının modifiye edilmesi ile oluşturulan 0-3 skalası (Çizelge 3.2)'na göre değerlendirilerek kaydedilmiştir.

Çizelge 3.2 Saksı denemelerinde kök lezyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan skala

| Skala değeri | Değerlendirme |
|---|---|
| 0 | Hastalık yok (Sağlıklı bitki) |
| 1 | Kök bölgesinin %40'ına kadar hastalık belirtisi var |
| 2 | Kök bölgesinin %40-80'inde hastalık belirtisi var |
| 3 | Kök bölgesinin %80'inden daha fazlasında hastalık belirtisi var |

Elde edilen sonuçlardan Towsend-Heuberger formülü yardımı ile % hastalık değerleri hesaplanmıştır (Karman 1971).

$$\% \text{ Hastalık Şiddeti} = \frac{\Sigma \text{ (değer alan bitki sayısı X sınıf değeri)} \times 100}{\text{En yüksek skala değeri X toplam bitki sayısı}}$$

Yüzde hastalık değerlerinden de Abbott formülü kullanılarak bakteri uygulamalarının yüzde etkileri hesaplanmıştır (Karman 1971).

$$\% \text{ Etki} = \frac{\text{Kontrol \% hastalık - Uygulamadaki \%hastalık}}{\text{Kontrol \%hastalık}}$$

Denemeler sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, Minitab 17 (Minitab inc.) paket programı kullanılarak Tukey testi ile ortalamalar arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur.

# 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İzolasyon çalışmalarında, floresan pigmentasyon oluşturmasına göre, floresan *Pseudomonas* spp. (74 adet); endospor oluşturmasına göre, *Bacillus* spp. olduğu belirlenen (129 adet) toplam 203 adet bakteriyel izolat elde edilmiştir. Elde edilen izolatların KOH ve Gram boyama testi reaksiyonları belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* spp. izolatının Gram boyama reaksiyonu

## 4.1 *In vitro* da Engelleme Zonu Testi

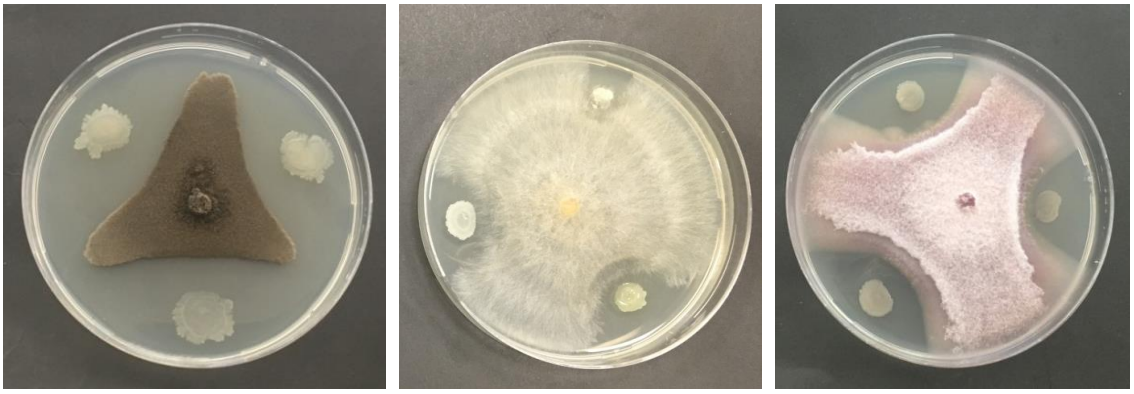
*In vitro* da gerçekleştirilen engelleme zonu testi sonucu, 129 adet *Bacillus* spp. izolatından 31 adedinin ve 74 adet floresan *Pseudomonas* spp. izolatından 40 adedinin antibiyosis etki göstererek, 5-15 mm arasında değişen inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, Şekil 4.2). Bu sonuçların ışığında şeker pancarı bitkisinde kök hastalıklarına karşı etkinliğin belirlemesi amacıyla, her bir hastalık etmeni için yüksek antibiyosise sahip 6'şar adet *Bacillus* spp., 6'şar adet floresan *Pseudomas* spp. olmak üzere 12 adet bakteri izolatı seçilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1 PDA ortamında karşılıklı gelişim testlerinde *Bacillus* spp. izolatlarının *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* kolonilerine karşı oluşturdukları engelleme zonu ölçümleri

| *No* | *Bacillus* spp. | Engelleme zonu yarıçapı (mm) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *Rhizoctonia solani* | *Fusarium oxysporum* | *Phoma betae* |
| 1 | Ö.gölü 2.1 | 5 | 0 | 0 |
| 2 | Kazan 2.1 | 5 | 0 | 10 |
| 3 | K.ahmet 2.1.2 | 5 | 0 | 0 |
| 4 | Çerikli 1.1.1 | 5 | 10 | 0 |
| 5 | Balçiçek 1.1 | 5 | 0 | 0 |
| 6 | Kazan 2.1 | 5 | 10 | 0 |
| 7 | B.köprü 1.1.2 | 8 | 10 | 9 |
| 8 | Yenice 2.2. | 8 | 5 | 0 |
| 9 | Bala 2.2.2 | 6 | 0 | 0 |
| 10 | Çubuk 2.3 | 7 | 10 | 0 |
| 11 | Çubuk 1.2 | 6 | 7 | 0 |
| 12 | B.köprü 3.1.3 | 6 | 11 | 0 |
| 13 | B.pazarı 1.1.1 | 7 | 8 | 0 |
| 14 | Polatlı 2.1.3 | 8 | 13 | 0 |
| 15 | Yaralı 2.1.1 | 7 | 9 | 0 |
| 16 | Fab 1.1.2 | 7 | 10 | 0 |
| 17 | Sazılar 1.1.2 | 6 | 0 | 0 |
| 18 | Sazılar 2.1.1 | 8 | 5 | 12 |
| 19 | Polatlı 1.1.1 | 8 | 6 | 11 |
| 20 | K.ahmet 2.2.1 | 0 | 8 | 0 |
| 21 | Temelli 1.1.1 | 9 | 13 | 0 |
| 22 | Bala 1.2.1 | 0 | 10 | 0 |
| 23 | Temelli 4.1.2 | 0 | 10 | 0 |
| 24 | Kazan 1.1.1 | 0 | 9 | 10 |
| 25 | Yaralı 1.1.1 | 8 | 9 | 0 |
| 26 | K.ahmet 1.1.1 | 0 | 7 | 0 |
| 27 | Fabrika 2.1.1 | 0 | 7 | 0 |
| 28 | Haymana 1.1.1 | 9 | 0 | 14 |
| 29 | Yenice 1.1 | 11 | 0 | 10 |
| 30 | Yenice 2.1 | 0 | 11 | 12 |
| 31 | Yaralı 4.1.4 | 5 | 5 | 5 |

Çizelge 4.2 PDA ortamında karşılıklı gelişim testlerine floresan *Pseudomonas* spp. izolatlarının *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Phoma betae* kolonilerine karşı oluşturdukları engelleme zonu ölçümleri

| No | F. *Pseudomonas* spp. | Engelleme zonu yarıçapı (mm) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *Rhizoctonia solani* | *Fusarium oxysporum* | *Phoma betae* |
| 1 | Yenice 2.1(1) | 6 | 9 | 0 |
| 2 | Polatlı 2.1 | 5 | 6 | 0 |
| 3 | Balçiçek 1.3 | 5 | 0 | 11 |
| 4 | Ö.gölü 1.2 | 7 | 8 | 10 |
| 5 | Temelli 5.2.1 | 5 | 0 | 9 |
| 6 | Kalecik 2.1 | 5 | 0 | 0 |
| 7 | B.köprü 4.1 | 10 | 0 | 0 |
| 8 | Ö.gölü 1.1 | 8 | 5 | 10 |
| 9 | Yaralı 1.1.1 | 6 | 0 | 0 |
| 10 | Haymana 1.1.2 | 0 | 5 | 0 |
| 11 | Kazan 2.1 | 0 | 5 | 0 |
| 12 | Kazan 1.1 | 0 | 5 | 10 |
| 13 | Fabrika 1.1 | 0 | 5 | 0 |
| 14 | Balçiçek 1.1.1 | 0 | 10 | 0 |
| 15 | B.pazarı 1.1 | 0 | 6 | 0 |
| 16 | Haymana 1.1.1 | 0 | 8 | 0 |
| 17 | Yenice 1.1 | 0 | 6 | 0 |
| 18 | K.ahmet 2.1.1 | 0 | 8 | 0 |
| 19 | Yaralı 2.1.1 | 0 | 6 | 0 |
| 20 | K.ahmet 2.1.3 | 0 | 8 | 8 |
| 21 | Temelli 4.1.1 | 8 | 8 | 0 |
| 22 | Kalecik 1.1 | 0 | 7 | 0 |
| 23 | B.köprü 1.1.1 | 0 | 11 | 0 |
| 24 | Sazılar 1.1.2 | 0 | 8 | 0 |
| 25 | Balışeyh 2.1 | 0 | 0 | 10 |
| 26 | Temelli 2.1 | 0 | 0 | 10 |
| 27 | Ö.gölü 2.1 | 0 | 5 | 5 |
| 28 | Balçiçek 2.2 | 0 | 0 | 5 |
| 29 | Temelli 5.1.1 | 0 | 0 | 10 |
| 30 | B.köprü 2.1 | 0 | 0 | 13 |
| 31 | Yenice 2.1(2) | 0 | 9 | 15 |
| 32 | Yenice 2.3 | 0 | 0 | 13 |
| 33 | Yenice 1.1.1 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | Haymana 2.1 | 0 | 0 | 8 |
| 35 | Balçiçek 2.1 | 0 | 0 | 12 |
| 36 | K.ahmet 2.1 | 0 | 0 | 11 |
| 37 | Balçiçek 1.3 | 0 | 0 | 11 |
| 38 | Baltalin 3.1 | 0 | 0 | 10 |
| 39 | Yaralı 3.1.1 | 0 | 5 | 12 |
| 40 | B.pazarı 2.1 | 0 | 0 | 14 |



Şekil 4.2 *In vitro* denemelerinde *Phoma betae*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum* kolonilerine karşı antagonist bakterilerin oluşturdukları engelleme zonları

Denemelerde kullanılacak olan 3 farklı fungal patojene karşı, antibiyosis etkilerine dayanılarak seçilen bakteriyel izolatlar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Denemelerde kullanılmak üzere seçilen izolatlar

| | *Bacillus* spp. | Floresan *Pseudomonas* spp. |
|---|---|---|
| *Phoma betae* | Sazılar 2.1.1 | Balçiçek 1.3 |
| | Yenice 2.1 | Beylikköprü 2.1 |
| | Polatlı 1.1.1 | Yenice 2.3 |
| | Haymana 1.1.1 | Yenice 2.1(2) |
| | Kazan 1.1.1 | Beypazarı 2.1 |
| | Yenice 1.1 | Balçiçek 2.1 |
| *Rhizoctonia solani* | Yenice 1.1 | Temelli 4.1.1 |
| | Temelli 1.1.1 | Beylikköprü 4.1 |
| | Haymana 1.1.1 | Yaralı 1.1.1 |
| | Polatlı 1.1.1 | Ördekgölü 1.2 |
| | Sazılar 2.1.1 | Ördekgölü 1.1 |
| | Yaralı 1.1.1 | Yenice 2.1(1) |
| *Fusarium oxysporum* | Polatlı 2.1.3 | Beylikköprü 1.1.1 |
| | Temelli 1.1.1 | Balçiçek 1.1.1 |
| | Yenice 2.1 | Yenice 2.1 (2) |
| | Çubuk 2.3 | Ördekgölü 1.2 |
| | B.köprü 3.1.3 | Karacaahmet 2.1.3 |
| | Çerikli 1.1.1 | Yenice 2.1(1) |

## 4.2 Kontrollü Koşullarda Şeker Pancarı Tohumlarına Uygulanan Bakterilerin ve Ticari Preperatların Fungal Patojenlerin Hastalık Şiddeti Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi

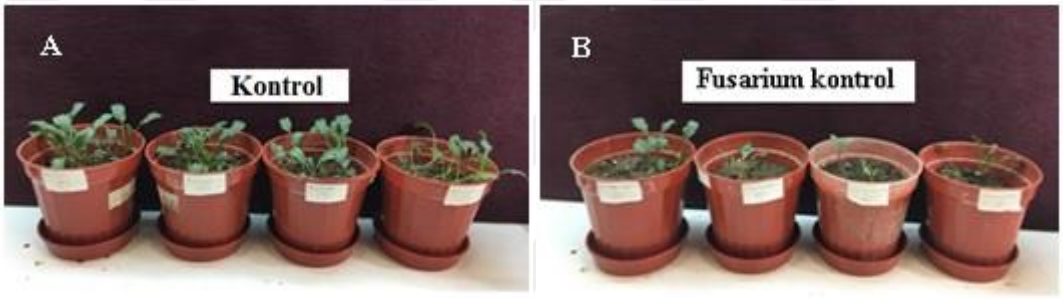
Hastalık değerlendirmesi 0-3 skalasına göre yapılmıştır (Şekil 4.3). Çizelge 4.4'te bakteriyel antagonistlerin *Fusarium oxysporum* hastalık oranına etkileri verilmiştir. Denemede kullanılan tüm ticari preparatlar ve bakteriyel izolatların inokuleli kontrole göre hastalığı önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Herhangi bir inokulasyon yapılmayan kontrol saksılarında %21.66 oranında kök lezyonu görülmüştür (Şekil 4.4).




Şekil 4.3 Enfekteli şeker pancarı köklerinin 0-3 skalasına göre değerlendirilmesi

Fusarium inokule edilen saksılarda hastalık oranı %84.16 olmuştur (Şekil 4.4). Çubuk 2.3 numaralı ve Polatlı 2.1.3 numaralı *Bacillus* sp. izolatları hastalık oranını sırasıyla %37.58 ve %38.33'e düşürmüştür (Şekil 4.5). Bu iki izolatı %39.17 hastalık oranıyla Çerikli 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatı takip etmiştir. Yenice 2.1(2) numaralı floresan *Pseudomanas* sp. izolatı hastalık oranını %41.08'e, Serenade adlı ticari preparat %44.99'a, Yenice 2.1(1) adlı floresan *Pseudomanas* sp. izolatı %45.34'e, Cedriks adlı ticari preparat da %45.84'e düşürmüştür. Yenice 2.1 adlı *Bacillus* sp. izolatının uygulanması sonucu hastalık oranının %47.5 olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Bu izolatların ve ticari preparatların uygulandığı saksılarda hastalık oranları arasındaki fark da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Thiram+Hymexazol uygulamasında hastalık

oranı %56.33 olarak belirlenmiştir. Ancak, Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* sp., Polatlı 2.1.3 numaralı *Bacillus* sp. ve Çerikli 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatlarının hastalık oranını %40'ın altına düşürdüğü tespit edilmiştir. Aynı çizelgeden bakıldığında, Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* sp. izolatının %74.05, Polatlı 2.1.3 numaralı *Bacillus* sp. izolatının %73.57, Çerikli 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatının ise, %71.51 oranında etki gösterdiği görülmektedir. Bu üç izolatın en yüksek etkiye sahip olduğu görülse de, Yenice 2.1(1) numaralı floresan *Pseudomanas* sp., Yenice 2.1(2) numaralı floresan *Pseudomanas* sp., Yenice 2.1 numaralı *Bacillus* sp., Serenade ve Cedriks uygulamalarındaki etki ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu izolatların Thiram+ Hymexazol'den daha yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.




Şekil 4.4 *Fusarium oxysporum* inokule edilen saksı denemesinde; A) İnokulesiz kontrol saksılarının görünümü B) İnokuleli kontrol saksılarının görünümü




Şekil 4.5 *Fusarium oxysporum* inokule edilen saksı denemesinde Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* spp. izolatının etkinliği

Kök bakterilerinin ve bazı ticari preparatların *Phoma betae* hastalık şiddetine etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Hastalık etmeni inokule edilmeyen saksılarda %24.16 kök lezyonu tespit edilmiştir. Phoma inokule edilen saksılarda ise hastalık oranı %100

olmuştur. Tohuma yapılan tüm uygulamalarda hastalık oranında kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir azalış kaydedilmemiştir. En düşük hastalık oranı %94.16 ile Thiram+Hymexazol'de tespit edilmiş, Balçiçek 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının uygulanması sonucu ise, hastalık oranının %97.48 olduğu kaydedilmiştir (Şekil 4.6). Ancak, Balçiçek 1.3 numaralı floresan *Pseudomonas* sp., Yenice 2.3 numaralı floresan *Pseudomonas* sp., Beylikköprü 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp., Yenice 2.1 numaralı *Bacillus* sp., Kazan 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp., Yenice 1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatlarının ve Serenade (*B.* subtilis QST 713 ırkı) adlı ticari preparatın uygulanması sonucunda da hastalık oranının %100 olduğu görülmüştür. Aynı çizelgeye bakıldığında, en yüksek etkinin %7.92 ile Thiram+Hymexazol'de olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda bakterilerden en etkili izolatın %3.75 ile Balçiçek 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatı olduğu görülmüştür. Ancak, bakteriyel izolatlardan hiçbiri istatistiksel olarak önemli bir etki göstermemiştir.




Şekil 4.6 *Phoma betae* inokule edilen saksı denemesinde Balçiçek 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının etkinliği

Kök bakterileri ve bazı ticari preparatların *Rhizoctonia solani* hastalık şiddeti üzerine etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Rhizoctonia inokule edilmeyen kontrol saksılarında hastalık oranının %25.83 olduğu görülmüş, inokuleli kontrollerde ise hastalık oranı %100 bulunmuştur. Thiram+Hymexazol uygulanan saksılarda hastalık oranı %69.83, Cedriks (*P. fluorescens* Pf1 ırkı) adlı ticari preparatı uygulanan saksılarda hastalık oranı %84.08, Serenade (B. subtilis QST 713 ırkı) adlı ticari preparatı uygulanan saksılarda ise, %84.75 olduğu görülmüştür. Bu üç uygulama arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yaralı 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının

kontroldeki hastalık oranına hiç etki etmediği görülmüş (Şekil 4.7), diğer bakteri izolatlarının uygulandığı saksılarda hastalık oranları %87.50 ile %99.17 arasında değişmiştir. Bu uygulamalardan hiçbirinin inokule kontroldeki hastalık oranı ile aralarındaki farkın önemli olmadığı, yani hastalık oranının engellenmesinde etkili olmadığı görülmüştür. *Rhizoctonia solani'*den kaynaklanan hastalığa karşı, Thiram+Hymexazol uygulamasının %41.03, Cedriks adlı ticari preparatı uygulamasının %21.38, Serenade adlı ticari preparatı uygulamasının ise, %20.21 oranında etki gösterdiği belirlenmiştir. Serenade ve Cedriks adlı biyolojik preparatların etkisi ile çalışmadan elde edilen bakteriyel izolatların arasındaki fark önemsiz bulunurken, Thiram+Hymexazol uygulamasının ticari biyolojik preparatlar ve bakteriyel izolatlardan daha yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.




Şekil 4.7 *Rhizoctonia solani* inokule edilen saksı denemesinde Yaralı 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının etkinliği

Çizelge 4.4 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Fusarium oxysporum* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri

| Uygulamalar | Hastalık Oranı (%) | | | | Ortalama Hastalık Oranı (%) | Ortalama % Etki |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tekerrürler | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| İnokulesiz kontrol | 16.66 | 26.66 | 23.33 | 20 | 21.66±2.15 G | - |
| İnokuleli kontrol | 76.66 | 83.33 | 83.33 | 93.33 | 84.16±3.44 A | - |
| B.köprü 1.1.1 P. | 45.23 | 61.99 | 64.01 | 57.33 | 57.14±4.21 BCD | 42.83±4.75 CD |
| Balçiçek 1.1.1 P. | 63.33 | 56.66 | 63.33 | 53.33 | 59.16±2.50 BC | 39.29±7.19 CD |
| Yenice 2.1 (2) P. | 48 | 42.32 | 36.66 | 37.33 | 41.08±2.63 DEF | 68.54±7.02 AB |
| Yenice 2.1(1) P. | 26.66 | 49.32 | 54.71 | 50.67 | 45.34±6.33 BCDEF | 57.30±3.37 ABCD |
| Ö.gölü 1.2 P. | 52 | 56.66 | 56.69 | 58.65 | 56.00±1.41 BCDE | 44.96±1.44 BCD |
| K.ahmet 2.1.3 P. | 60 | 61.99 | 61.34 | 53.33 | 59.17±1.99 BC | 39.15±5.59 CD |
| Polatlı 2.1.3 B. | 36.66 | 33.33 | 43.33 | 40 | 38.33±2.15 FG | 73.57±5.09 A |
| Temelli 1.1.1 B. | 48.66 | 60.33 | 54.71 | 61.32 | 56.26±2.92 BCD | 44.65±1.61 BCD |
| Yenice 2.1 B. | 46.66 | 40 | 46.66 | 56.66 | 47.50±3.43 BCDEF | 59.39±6.26 ABC |
| Çubuk 2.3 B. | 40 | 44.33 | 32.66 | 33.33 | 37.58±2.79 FG | 74.05±5.51 A |
| B.köprü 3.1.3 B. | 55.33 | 63.66 | 61.33 | 68 | 62.08±2.64 B | 35.36±0.49 D |
| Çerikli 1.1.1 B. | 43.33 | 40 | 40 | 33.33 | 39.17±2.10 EF | 71.51±5.67 A |
| Serenade | 38.66 | 46.66 | 44.63 | 50 | 44.99±2.38 CDEF | 62.90±1.31 ABC |
| Cedriks | 42 | 44.68 | 51.33 | 45.33 | 45.84±1.97 BCDEF | 61.19±3.43 ABC |
| Thi+hym | 38.66 | 63.33 | 56.66 | 66.66 | 56.33±6.25 BCD | 34.58±4.60 D |

Çizelge 4.5 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Phoma betae* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri

| Uygulamalar | Hastalık Oranı (%) | | | | Ortalama Hastalık Oranı (%) | Ortalama % Etki |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tekerrürler | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| İnokulesiz kontrol | 33.33 | 13.33 | 16.66 | 33.33 | 24.16±5.34 B | - |
| İnokuleli kontrol | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | - |
| Sazılar 2.1.1 B. | 96.6 | 100 | 100 | 96.6 | 98.30±0.98 A | 2.50±1.44 AB |
| Polatlı 1.1.1 B. | 100 | 100 | 96.6 | 96.6 | 98.30±0.98 A | 2.25±1.31 AB |
| Haymana 1.1.1 B. | 100 | 96.66 | 100 | 100 | 99.17±0.84 A | 1±1 AB |
| Yenice 2.1 B. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Kazan 1.1.1 B. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Yenice 1.1 B. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Yenice 2.1(2) P. | 96.66 | 96.66 | 100 | 100 | 98.33±0.96 A | 2.21±1.30 AB |
| Balçiçek 2.1 P. | 93.33 | 100 | 100 | 96.6 | 97.48±1.60 A | 3.75±2.39 AB |
| Balçiçek 1.3 P. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| B.pazarı 2.1 P. | 100 | 96.66 | 100 | 100 | 99.17±084 A | 1±1 AB |
| Yenice 2.3 P. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Beylikköprü 2.1 P. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Serenade | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Cedriks | 100 | 100 | 96.66 | 100 | 99.17±0.84 A | 1±1 AB |
| Thi+hym | 96.66 | 93.33 | 96.66 | 90 | 94.16±1.59 A | 7.92±2.48 A |

Çizelge 4.6 Kontrollü koşullarda şeker pancarı tohumlarına uygulanan bakterilerin ve ticari preperatların *Rhizoctonia solani* hastalık şiddeti üzerinde etkinlikleri

| Uygulamalar | Hastalık Oranı (%) | | | | Ortalama Hastalık Oranı (%) | Ortalama % Etki |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tekerrürler | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| İnokulesiz kontrol | 30 | 33.33 | 23.33 | 16.66 | 25.83±3.70 C | - |
| İnokuleli kontrol | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | - |
| Yenice 1.1 B. | 83.33 | 100 | 83.33 | 83.33 | 87.50±4.17 A | 16.38±5.51 B |
| Polatlı 1.1.1 B. | 100 | 100 | 100 | 96.66 | 99.17±0.84 A | 1±1 B |
| Sazılar 2.1.1 B. | 100 | 100 | 86.66 | 100 | 96.67±3.34 A | 4.33±4.33 B |
| Yaralı 1.1.1 B. | 83.33 | 90 | 100 | 90 | 90.83±3.44 A | 12.70±4.92 B |
| Tem. 1.1.1 B. | 100 | 100 | 86.66 | 76.66 | 90.83±5.67 A | 11.33±6.89 B |
| Hay. 1.1.1 B. | 90 | 100 | 100 | 93.33 | 95.83±2.50 A | 5.57±3.46 B |
| Tem. 4.1.1 P. | 90 | 83.33 | 100 | 100 | 93.33±4.08 A | 9.82±6.08 B |
| Ö.gölü 1.2 P. | 100 | 93.33 | 80 | 100 | 93.33±4.08 A | 9±6.14 B |
| B.köprü 4.1 P. | 80 | 96.66 | 100 | 100 | 94.17±4.79 A | 8.39±6.83 B |
| Ö.gölü 1.1 P. | 100 | 100 | 100 | 96.66 | 99.17±0.84 A | 1±1 B |
| Yenice 2.1(1) P. | 90 | 83.33 | 100 | 100 | 93.33±4.08 A | 9.82±6.08 B |
| Yaralı 1.1.1 P. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100±0 A | 0±0 B |
| Serenade | 84 | 93.33 | 80 | 81.67 | 84.75±2.98 AB | 20.21±3.51 AB |
| Cedriks | 84 | 86.66 | 85.67 | 80 | 84.08±1.47 AB | 21.38±1.23 AB |
| Thi+hym | 65.33 | 73.33 | 67.33 | 73.33 | 69.83±2.06 B | 41.03±3.62 A |

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yaptığımız bu çalışmada, *Fusarium oxysporum*'a karşı, denemeye alınan tüm bakteriyel izolatların inokuleli kontrole göre hastalığı önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda ticari biyolojik preparatların da hastalığı engellemede etkili olduğu görülmüştür. Mikrobiyal bitki patojenlerinin yoğunluğunun azaltılmasının, kayıpları en aza indirgemek ve üretimin sürdürebilirliğini sağlamak amacıyla etkin hastalık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için çeşitli kısa ve uzun vadeli stratejiler arasında, biyokontrol ajanlarının başarısı birçok çalışmada kanıtlanmıştır (Narayanasamy, 2002, 2011).

Boyd-Wilson vd. (2000), *F. culmorum*'un misel gelişiminin ve konidi çimlenmesinin engelenmesi için izole ettikleri mikrooganizmaları *in vitro* da test etmişlerdir. İzole ettikleri 112 bakteriyel izolattan 11 adedinin patojenin miseliyal gelişimini ve bunlardan 7 adedinin ise konidi çimlenmesini de engellediğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada, antibiyosis etki gösteren 71 adet bakteriyel izolattan 45 adedinin, *F. oxysporum* kolonilerinde, 3-13 mm arasında engelleme zonu oluşturduğu görülmüştür.

Çalışmamızda, *Fusarium oxysporum*'a karşı Çubuk 2.3, Polatlı 2.1.3 ve Çerikli 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatlarının hastalık oranını sırasıyla %37.58, %38.33 ve %39.17'e düşürdüğü belirlenmiştir. Chabot vd. (1996), Amer ve Utkheda (2000), yaptıkları çalışmalarda Bacillus'ların kullanımının bitki gelişme hormonu senteziyle doğrudan gelişmeyi teşvik ettiğini, Bapat ve Shah (2000), Eşitken vd. (2002), Bacillus'ların kullanımının patojenleri baskılayabildiğini ve Nautiyal (1997), fungus gelişmesini engellediğini bildirmişlerdir. Stein (2005), *Bacillus* spp. tarafından sentezlenen geniş biyolojik aktiviteye sahip moleküllerden bazılarının, bitki patojenlerine karşı engelleyici aktiviteleri olduğunu rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada antibiyosis etkinliklerine dayanarak seçmiş olduğumuz Bacillus izolatlarından, Çubuk 2.3, Polatlı 2.1.3 ve Çerikli 1.1.1 numaralı izolatların, *Fusarium oxysporum*'un %84.16 olan hastalık oranını %40'ın altına düşürdüğü görülmektedir.

Shalaby vd. (2015), yaptıkları çalışmada şeker pancarında *F. oxysporum* f. sp. *betae*' nin neden olduğu solgunluk hastalığına karşı, *Bacillus subtilis, Pseudomonas* sp., *T. harzianum, T. koningii* biyolojik ajanlarını ve carboxin etken maddeli fungisiti denemişlerdir. Carboxin 80 ppm dozda fungusun misel gelişimini baskılarken, aynı zamanda saksılarda hastalık oranını da güçlü bir şekilde engellemiştir. Kontrolde %45 olan çıkış öncesi çökerteni *Bacillus subtilis* %17.5'e, *Pseudomonas* sp. %20'ye ve Carboxin ise %5'e düşürmüştür. Bu denemede, kontrolde %36.36 olan çıkış sonrası çökerteni *B. subtilis* izolatı %19.2'ye, *Pseudomonas* sp. %19.39'a ve Carboxin %2.63'e düşürmüştür. Çalışmamızda, *F. oxysporum*'a karşı kullanılan Yenice 2.1(2) numaralı floresan *Pseudomanas* sp. izolatının kontrolde %84.16 olan hastalık oranını %41.08'e, Serenade adlı ticari preparatın %44.99'a, Yenice 2.1(1) numaralı floresan *Pseudomanas* sp. izolatının %45.34'e, Cedriks adlı ticari preparatın da %45.84'e düşürdüğü belirlenmiştir. Kullanılan izolatlardan dört tanesi hariç (Beylikköprü 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp., Balçiçek 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp., Karacaahmet 2.1.3 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. ve B.köprü 3.1.3 numaralı *Bacillus* sp.) hepsinin hastalık oranını Thiram+Hymexazol'den (%56.33) daha fazla oranda düşürdüğü görülmüştür.

El-Kazzaz vd. (2002), bir Actinomycet ve bazı fungal ve bakteriyel biyoajanları, *in vitro* da *S. rolfsii, R. solani, M. phaseolina, F. oxysporum* ve *F. solani*'ye karşı antagonistik etkileri açısından değerlendirmişlerdir. *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* izolarının, dört patojenin gelişmesini baskılamakta en etkili biyoajanlar olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Ancak, *Fusarium* spp.'nin gelişmesini engellemede daha az etkili bulmuşlardır. Çalışmamızda, *F. oxysporum*'a karşı, Çubuk 2.3 numaralı *Bacillus* sp. izolatının %74.05, Polatlı 2.1.3 numaralı *Bacillus* sp. izolatının %73.57, Çerikli 1.1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatının ise, %71.51 oranında etki gösterdiği belirlenmiştir.

Campbell ve Bugbee (1988), Durrant vd. (1988), Gallian ve Kober (1988), Gallian vd. (1989), şeker pancarında *Phoma betae* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı fungisitlerle kimyasal mücadelenin yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Davison (1988), Kloepper vd. (1989), Weller (1988), biyolojik mücadelenin alternatif bir strateji olabileceğini

bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada, *R. solani*'ye karşı Thiram+Hymexazol uygulanan saksılarda hastalık oranının %69.83, Cedriks adlı ticari preparat uygulanan saksılarda hastalık oranının %84.08, Serenade adlı ticari preparat uygulanan saksılarda ise, %84.75 olduğu görülmüştür. *Rhizoctonia solani'*den kaynaklanan hastalığa karşı, Thiram+Hymexazol uygulamasının %41.03, Cedriks uygulamasının %21.38, Serenade uygulamasının ise, %20.21 oranında etki gösterdiği belirlenmiştir. *Phoma betae*'ye karşı yapılan uygulamalarda ise, en düşük hastalık oranı %94.16 ile Thiram+ Hymexazol'de tespit edilmiş, Balçiçek 2.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatında hastalık oranının %97.48 olduğu kaydedilmiştir. Hastalığa karşı, en yüksek etkinin ise, %7.92 ile Thiram+Hymexazol'de olduğu tespit edilmiştir.

Kiewnik vd. (2001), *R. solani* AG 2-2'nin şekerpancarında kök ve taç çürüklüğüne neden olduğunu, ABD'de şeker pancarı ekiliş alanlarının %25'inden fazlasında ekonomik önemde zarara neden olduğunu bildirmiştir. Azoxystrobin, tebuconazole gibi fungisitlerle birlikte sadece 4 yapraklı dönemde Bacillus MSU-127 izolatının uygulamasının, şeker pancarında *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığına etkilerini incelemişlerdir. En yüksek etkinin Azoxystrobin ile Bacillus kombine uygulamasında olduğunu ve verim ve şeker oranının diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Serenade adlı ticari preparatın %20.21 oranında *Rhizoctonia solani*'ye etki gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen *Bacillus* spp. izolatlarından en yüksek etkili olan Yenice 1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatının etkisi %16.38 olduğu görülmektedir.

Mahmoud (2016), şeker pancarında *R. solani*'nin neden olduğu çökertenin mücadelesi amacıyla dört *Bacillus subtilis* izolatı ve üçer adet *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma hamatum* izolatı kullanarak *in vitro* ve sera koşullarında araştırmalar yapmışlardır. Bacillus ve Trichoderma izolatlarının, ikili kültür denemelerinde *R. solani*'nin gelişmesini engellediğini ve ayrıca Trichoderma izolatlarının, *B. subtilis* izolatlarından daha yüksek antagonistik etki gösterdiğini belirtmiştir. Yaptıkları sera denemelerinde *B. subtilis*-1 izolatı, kontrolde %37.5 olan çıkış öncesi çökerteni %17.5'e, %62.5 olan çıkış sonrası çökerteni %17.5'e düşürmüştür. Yaptığımız çalışmalarda, antibiyosis etki gösteren 71 adet bakteriyel izolattan 34 adedinin, *R.*

*solani*'ye karşı antibiyosis etki göstererek, 5-11 mm arasında değişen inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. Saksılarda yapılan çalışmalarda, kontrol saksılarında hastalık oranı %100 bulunmuş, en yüksek etkiye sahip olan Yenice 1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatı hastalık oranını %87.5'e düşürmüştür. Diğer bakteriyel izolatların etkileri ise, daha düşük bulunmuştur. Ticari biyolojik preparatların kullanıldığı saksılarda hastalık oranı %84 olmuş, Thiram+Hymexazole uygulamasında ise, hastalık oranının %69.83 olduğu görülmüştür.

De Souza vd. (2003), *Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani* 'nin neden olduğu bitki hastalıklarının, farklı *Pseudomonas fluorescens* izolatları tarafından baskılandığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada, Cedriks adlı ticari preparatın *R. solani*'ye %21.38 etki gösterdiği belirlenmiş olup, Thiram+Hymexazol uygulamasının ticari biyolojik preparatlar ve bakteriyel izolatlardan daha yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Karimi vd. (2016), son zamanlarda biyokontrol ajanlarının kullanımının geleneksel kimyasal işlemlere popüler bir alternatif haline geldiğini belirterek, şeker pancarı rizosferinden ve köklerinden, elma ve ceviz sürgünlerinden izole edilen bir dizi bakteriyi, *R. solani* AG-4 ve AG2-2'nin neden olduğu şeker pancarında çökerteni kontrol etme potansiyelleri açısından değerlendirmişlerdir. *B. amyloliquefaciens* SB14, *B. pumilus* SB6, *B. siamensis* AP2 ve *B. siamensis* AP8 çökerten kontrolünde önemli bir etki yarattığını ve diğerlerinden önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, tohumların SB14 izolatı ile muamele edilmesinin en etkili olduğunu, *R. solani* AG-4'ün neden olduğu çökertene karşı % 58 ve *R. solani* AG-2-2'nin neden olduğu çökertene karşı ise % 52.5 oranında kontrol sağlayabildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Yaralı 1.1.1 numaralı floresan *Pseudomonas* sp. izolatının kontroldeki hastalık oranına hiç etki etmediği görülmüş, diğer bakteri izolatlarının uygulandığı saksılarda ise, hastalık oranlarının %87.50 ile %99.17 arasında değiştiği görülmektedir. Bakteri uygulamalarının hiçbirinin hastalık oranının engellenmesinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Thiram+Hymexazol uygulamasının *Rhizoctonia solani'*den kaynaklanan hastalığa karşı %41.03, Cedriks uygulamasının %21.38, Serenade uygulamasının ise, %20.21 oranında etki gösterdiği belirlenmiştir.

Thiram+Hymexazol uygulamasının ticari biyolojik preparatlar ve bakteriyel izolatlardan daha yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şeker pancarında çimlenme ve çıkış döneminde *Rhizoctonia solani, Phoma betae, Fusarium oxysporum*'un yanı sıra, birçok ekiliş alanında Aphanomyces ve Pythium enfeksiyonları sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle, tohum ilaçlamalarında günümüze kadar en çok tercih edilen fungisit olan Thiram'a ilaveten Hymexazole de Thiram ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Bu fungisitlerin Rhizoctonia ve Phoma enfeksiyonlarını engellemede yetersiz olduğu görülmüştür. Özellikle bu patojenlerin yoğun olduğu alanlarda farklı fungisit karışımlarının kullanılması faydalı olacaktır.

Lovic vd. (1993), Bacillus, Enterobacter, Serretia ve floresan *Pseudomonas* izolatları kullanılarak şeker pancarında *Phoma betae* ve *Rhizoctonia solani*'nin mücadelesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. *In vitro* ve *in vivo* çalışmalarda patojenlerin gelişimi ve hastalık oluşumunun baskılanmasında bakteriyel izolatların fenazin-1-karboksilik asit üretim yeteneğinin etkili olduğunu, siderofor ve hidrojen siyanür üretim yeteneklerinin ise önemli olmadığını bildirmişler. *In vitro* denememizde PDA ortamında yapılan karşılıklı gelişim testlerinde, 71 adet bakteriden 34 adedinin *Rhizoctonia solani'ye,* 31 adedinin *Phoma betae* kolonilerine karşı antibiyosis etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, bu bakteriyel izolatlar saksı denemelerinde beklenen yüksek etkiyi göstermemişlerdir. Bunun nedeni, izolatların fenazin-1-karboksilik asit üretim yetenekleri ile ilişkili olabilir. Ayrıca, denemelerde kullanılan bu iki patojenin yüksek virulansa sahip olmaları ve yapılan inokulasyonlarda bakteriyel izolatların etkinliğini daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla; yüksek inokulum oranının tercih edilmesi, bakteriyel izolatların etkinliklerinin yetersiz kalmasının nedeni olabilir. Yaptığımız saksı denemeleri sonucunda, *Fusarium oxysporum* hastalık oranı %84.16 bulunurken, *Phoma betae* ve *R. solani* hastalık oranları %100 olarak görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda, Fusarium türlerinin şeker pancarında tam bir çökerten etmeni olarak değerlendirilmediği; ancak erken dönemde kök enfeksiyonları, bitkinin ilerleyen aşamalarında yapraklarda sararma, solgunluk ve kök lezyonları ile önemli verim kayıpları oluşturduğu kaydedilmiştir (Vestberg vd. 1982, Vestberg 1988, Harveson 2006). *Phoma betae* ve *R. solani* ise, erken dönemde kökleri daha hızlı enfekte ederek

çökertene neden olmaktadır. Bu patojenlerin erken dönemde yüksek virulansa sahip olması, mücadelede bakteriyel izolatların etkisinin yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Erken dönemde *Fusarium oxysporum*'un bu iki patojene kıyasla daha düşük virulansa sahip olmasından dolayı, bakteriyel izolatların başarı şansını arttırdığı ve hastalık oranını düşürdüğü görülmüştür.

Sonuç olarak, çalışmada elde edilen ve denemelere alınan bakteriyel izolatların içinden *F. oxysporum*'a yüksek etki gösterenlerin olduğu belirlenmiştir. *R. solani*'ye karşı Yenice 1.1 numaralı *Bacillus* sp. izolatının diğerlerine oranla daha yüksek etki gösterdiği ortaya konmuştur. Bu izolatlar, şeker pancarında fungal kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerine karşı mücadelede umut vadetmektedir ve üzerinde daha detaylı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılan daha önceki çalışmalarda biyolojik ajanların kimyasal mücadele ile entegrasyonu veya farklı biyolojik ajanların birlikte kullanımının daha etkili olduğuna dair sonuçlar alınmıştır (Çakmakçı vd. 1999, Kiewnik vd. 2001, Zachow vd. 2008). Etkinliği nispeten yüksek bakteriyel izolatlarla, yine etkinliği kanıtlanmış fungisitlerin kombine uygulamaları konusunda araştırmaların yapılması gerekmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda farklı inokulum seviyelerinde ve farklı etki mekanizmalarına sahip kök bakterilerinin kombinasyonlarıyla çalışmalar yapılmasında da fayda bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR


Anonim. 2019. Web sitesi: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr Erişim tarihi: 29.05.2019

Abada, K. A. 1994. "Fungi causing damping-off and root rot on sugar beet and their biological control with *Trichoderma harzianum",* Agriculture, Acosystems, and Environment 51:333-337.

Abo-Elnaga, H. I. 2006. *Bacillus subtilis* as a biocontrol agent for controlling sugar beet damping-off disease. *Egyptian Journal of Phytopathology*, *34*, 51-59.

Agarwal, V. K. and Sinclair, J. B. 1997. Principles of Seed Pathology, Second Edition. CRC Pres, 539 p.

Ahmad, F., Ahmad, I. and Khan, M. S. 2008. 'Screening of Free-Living Rhizospheric Bacteria for Their Multiple Plant Growth Promoting Activities', Microbiological Research, 163, 173-181.

Amer, G. A. and Utkheda, R. S. 2000. Development of formulation of biologica agents for management of root rots of lettuce and cucumber. Can J Microbiol 46, 809-816.

Antoun, H., Prevost, D. 2006. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S 1-38, Springer, The Netherlands.

Aksoy, H. M. 2006. Toprak Kökenli Fungal Patojenlerin Fluoresan Pseudomonadlarla Biyolojik Mücadelesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(3): 364-369.

Bapat, S. and Shah, A. K. 2000. Biologıcal control of fusarial wilt of pigeon pea by *Bacillus brevis*. Can J Microbiol 46, 125-132.

Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W. and Jacobsen, B. J. 2002. Characterization of systemic resistance in sugar beet elicited by a non-pathogenic, phyllosphere-colonizing *Bacillus mycoides*, biological control agent. Physiol. Mol. Plant Pathol. 61: 289-298.

Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W. and Jacobsen, B. J. 2004. Screening for the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. Biol. Control 30: 342-350.

Bloenberg, G. V., Lugtenberg, B. J. J. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. Current opinion in plant biotechnology 4, 343-350.

Boyd-Wilson, K. S. H., Magee, L. J., Hackett, J. K. and Walter, M. 2000. Testing bacterial and fungal isolates for biological control of *Fusarium culmorum*. In *proceedings of the New Zealand plant protection conference* (pp. 71-77). New Zealand Plant Protection Society; 1998.

Broadbent, P., Baker, K. F., Franks, N., Holland, J. 1977. Effect of *Bacillus* spp. on increased growth of seedlings in steamed and non treated soil. Phytopathology 67,1027-1031.

Buhre, C., Kluth, C., Bürcky, K., Märländer and Varrelmann, M. 2009. Integrated Control of Rot and Crown Rot in Sugar Beet: Combined Effects of Cultivar, Crop Rotation and Soil Tillage. *The American Phytopathology Society*. 93 (2),155 – 161.

Buysens, S., Heungens, K., Poppe, J. and Höfte, M. 1996. Involment of pyochelin and pyoverdin in suppression of Pythium-induced damping-off of tomato by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2. Applied and Environmental Microbiology, (62), 865-871.

Campbell, L. G. and Bugbee, W. M. 1988. Selection for improved sugarbeet storability. Crop Sci. 28: 33-36.

Chabot, R., Hani, A. and Cescas, P. M. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphatesolubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar. *phaseoli*. Plant Soil. 184, 311–321.

Chapon, A., Guillerm, A. Y., Delalane, L., Lebreton, L. and Sarniguet, A. 2002. 'Dominant Colonisation of Wheat Roots by *Pseudomonas fluorescens* pF29A and Selection of the Indigenous Microflora in the Presence of the Take-All Fungus', European Journal of Plant Pathology, 108, 449-459.

Cheryl, A. W., Corbell, N. A., Sarniguet, A., Ream, W. and Loper, J. E. 1998. The two component regulators Gac S and Gac A influence accumulation of the stress response in *Pseudomonas fluorescens* Pf5. Journal of Bacteriology. 180, 6635-6641.

Chitlaru, T., Altboum, Z., Reuveny, S. and Shafferman, A. 2011. 'Progress and Novel Strategies in Vaccine Development and Treatment of Anthrax', Immunological Reviews, 239, 221-236.

Cooke, D. A., Scott, R. K. 1993. The sugar beet crop. Chapman and Hall Publishers. 675.

Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Cle´ment, C. and Barka, E. A. 2005. 'Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects', Applied and Environmental Microbiology, 71, 4951-4959.

Çakmakçı, R., Kantar, F. and Algur, Ö. F. 1999. Sugar beet and barley yields in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* inoculation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 162, 437-442.

Davison, J. 1988. Plant beneficial bacteria. Bio/ Technology 6: 282-286.

De Boer, M., Van der Sluis, I., Van Loon, L. C. and Bakker, P. A. H. M. 1999. Combining fluorescent *Pseudomonas* spp. strains to enhance suppression of fusarium wilt of radish. European Journal of Plant Pathology, (105), 201-210.

De la Cruz, A. R., Poplawsky, A. R. and Wiese, M. V. 1992. Biological suppression of potato ring rot by Fluorescent Pseudomonads. Applied and Environmental Microbiology, (58), 1986-1991.

De Souza J. T., Weller, D. M. and Raaijmakers, J. M. 2003. Effect of 2,4-diacetylphloroglucinol on *Pythium*:cellular responses and variation in sensitivity among propagules and species. Phytopathology, (93), 966–975.

De Weger, L. A., van der Bij, A. J., Dekkers, L. C., Simons, M., Wijffelman, C. A. and Lugtenberg, B. J. J. 1995.Colonization of the rhizosphere of crop plants by plantbeneficial pseudomonads. FEMS Microbiology Letters,(17), 221-228.

Duffus, J. E. and Ruppel, E. G. 1993. "Diseases in the Sugarbeet Crop", D. A. Cooke and R. K. Scott, eds. Chapman and Hall, London, 346-427.

Durrant, M. J., Payne, P. A, Prince, J. W. F and Fletcher, R. 1988. Thiram steep seed treatment to control *Phoma betae* and improve the establishment of the sugar-beet plant stand. Crop Protect. 7: 319-326.

El-Kazzaz, M. K., Badr, M. M., El-Zahaby, H. M. and Gouda, M. I. 2002. Biological control of seedling damping-off and root rot of sugar beet plants. *Plant Protection Science*-Prague-, *38*, 645-647.

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Şahin, F. 2002. Effects of foliar application of *Bacillus subtilis* OSU-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (Coryneum blight) of apricot. Gartenbauwissenschaft 67: 139-142.

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Şahin, F. 2003. The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). Aust J Agric Res. 54: 377-380.

Faltin, F., Lottmann, J., Grosch, R., Berg, G. 2004. Strategy to select and assess antagonistic bacteria for biological control of *Rhizoctonia solani* Kühn. Can J Microbiol 50: 811–820.

Gallian, J. J., Kober, S. K. 1988. Control of seedborne *Phoma betae* in Oregon sugarbeet seed production fields. Proc. Univ. Idaho Winter Commod. Schools 20:222-223.

Gallian, J. J., Kober, S. K., Reasoner, R. R. and Burt, G. E. 1989. Seed field application of iprodione and captofol for control of seedborne *Phoma betae*. 1. Sugar Beet Res. 26:A8.

Gamard, P. and De Boer, S.H. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato. European Journal of Plant Pathology, (101), 519-525.

Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant-growth by free-living bacteria. Canadian Journal of Microbiology. 41:109–117.

Handlesman, J. and Staab, E. 1996. Biocontrol of soilborne plant pathogens. Plant Cell. 8, 1855-1869.

Hanson, L. E. 2006. "First report of Fusarium yellows of sugar beet caused by Fusarium oxysporum in Michigan", Plant Dis. 90, 1554.

Harveson, R. M. 2006. Identifying and distinguishing seedling and root rot diseases of sugar beets. *Plant health progress, 7*(1), 39.

Haas, D. and De´fago, G. 2005. 'Biological Control of Soil-Borne Pathogens by Fluorescent Pseudomonads', Nature Reviews Microbiology, 3: 307-319.

Hohmann, U., Jacobs, G., Telgmann, A., Gaafar, P. M., Alam, S., Jung, C. 2003. A bacterial artificial chromosome (BAG) library of sugar beet and a physical map of the region encompassing the bolting gene B. Molecular Genetics and Genomics. 269: 126-136.

İlisulu, K. 1986. Nişasta, Şeker Bitkileri ve Islahı. Ankara Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları*:960, Ders Kitabı:279, 212-216, Ankara.

Jacobsen, B. J., Bergman, J. and Eckhoff, J. 1999. "Control of Rhizoctonia crown and root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria", Sugar Beet Res. Ext. Rep., 29: 278-280.

Jacobsen, B. J. 2005. "Root Rot Diseases Of Sugar Beet", IV. International Symposium On Sugar Beet Protection, 26-28 September, Novi Sad.

Jacobsen, B. J. 2006. Root rot diseases of sugar beet. Proc. Nat. Sci. Matica Srpska. 110: 9-19.

Jeżewska-Frąckowiak, J., Seroczynska, K., Banaszczyk, J., Wozniak, D., Skowron, M., Ozog, A., Żylicz-Stachula, A., Ossowski, T., Skowron, P. 2017. Detection of endospore producing *Bacillus* species from commercial probiotics and their preliminary microbiological characterization. *J Environ Biol* 38: 1435–1440.

Jorjani M., Heydari, A., Zamanizadeh, H., Rezaee, S., Naraghi, L. 2011. Development of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus coagulans* based bioformulations using organic and inorganic carriers and evaluation of their influence on growth parameters of sugar beet. J. Biopest. 4 (2): 180–185.

Karakurt, H. 2006. Bazı Bakteri Irklarının Elmada Meyve Tutumu, Meyve Özellikleri ve Bitki Gelimesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Erzurum 2006.

Karimi, E., Safaie, N., Shams-Baksh, M., and Mahmoudi, B. 2016. *Bacillus amyloliquefaciens* SB14 from rhizosphere alleviates Rhizoctonia damping-off disease on sugar beet. *Microbiological research*, *192*, 221-230.

Kaya, R., Demirci, F., Katırcıoğlu, Y. Z., Maden, S., Baştaş, K. K., Boyraz, N. 2016. Konya Bölgesi Şekerpancarı Ekim Alanlarında KökÇürüklüğü Yapan Fungal Etmenler ve Yaygınlıkları. Uluslararası katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi 5-8 Eylül 2016 Konya. Bildiri Özetleri S: 512.

Keel, C., Weller, D. M., Natsch, A., Défago, G., Cook, R. J., and Thomashow, L. S. 1996. Conservation of the 2, 4-diacetylphloroglucinol biosynthesis locus among fluorescent *Pseudomonas* strains from diverse geographic locations. *Appl. Environ. Microbiol.*, *62*(2), 552-563.

Khan, M. F. R., Bradley, C. A. ve Windels, C. E. 2013. "Fusarium yellows of sugarbeet", North Dakota State Universtiy extention service, pp.1247.

Kiewnik, S., Jacobsen, B. J., Braun-Kiewnik, A., Eckhoff, J. L. A., Bergman, J. W. 2001. Integrated control of Rhizoctonia Crown and Root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria. Pant Dis. 85, 718-722.

Kloepper, J. W., Lifshitz, R. and Zablotowiz, R. W. 1989. Free-living bacteria inocula for enhancing crop productivity. Bio/ Technology 7:39-44.

Kotan, R. 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarından İzole Edilen Patojen ve Saprofitik Bakteriyel Organizmaların Klasik ve Moleküler Metodlar ile Tanısı ve Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Doktora Tezi.

Küçük, Ç., Kıvanç, M. 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. from Turkey soil and determination of their antifungal features. Turk J Biology. 27: 247-253.

Lim, H. S., Kim, Y. S. and Kim, S. D. 1991. *Pseudomonas stutzeri* YPL-1 genetic transformation and antifungal mechanism against *Fusarium solani*, an agent of plant root rot. Applied and Environmental Microbiology,(57), 510-516.

Lovic, B., Heck, C., Gallian, J. and Anderson, A. 1993. Inhibition of the sugar beet pathogens *Phoma betae* and *Rhizoctonia solani* by bacteria associated with sugarbeet seeds and roots. J. Suger beet Res., 30: 169–184.

Lucy, M., Reed, E., Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Review Antonie Van Leeuwenhoek 86:1–25.

Lukenge, M., Birungi, J., Kayondo, J., Mukwaya, L. G. 2017. Isolation and molecular characterization of Gram positive entomopathogenic bacteria against the major malaria vector *Anopheles gambiae* in Uganda. Int. J. Mosquito Res. 4(1):50-57.

Mahaffee, W. F. and Klopper, J. W. 1997. Bacterial communities of the rhizosphere and endorhiza associated with field-grown cucumber plants inoculated with a plant growth-promting rhizobacterium or its genetically modified derivate. Canadian Journal of Microbiology, (43), 344-353.

Mahmoud, A. F. 2016. Archives of Phytopathology and Plant Protection Vol. 49, NOS. 19–20, 575–585.

Marahiel, M. A., Nakano, M. M. and Zabar, P. 1993. Regulation of peptide antibiotic production in *Bacillus* . Mol Microbiol 7, 631-636.

Martin, R. D., Rush, C. M., Biles, C. I. and Baker, E. H. 1989. Etiology of a root disease of sugarbeet in Texas. Plant Diseases. 73:879-884.

McCullagh, M., Utkhede, R., Menzies, J. G., Punja, J. K. and Paultiz, T. C. 1996. Evaluation of plant growthpromoting rhizobacteria for biological control of Pythium root rot of cucumbers grown in rock wool and effects on yield. European Journal of Plant Pathology, (102), 747-755.

Meyer, J. M., Azelvandre, P. and Georges, C. 1992. Iron metabolism in Pseudomonas: salicylic acid, a siderephore of *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0. Biofactors, (4), 23-27.

Moënne-Loccoz, Y., Tichy, H. V., O'Donnell, A., Simon, R., O'Gara, F. 2001. Impact of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* F113 on intraspecific diversity of resident culturable fluorescent pseudomonads associated with the roots of field-grown sugar beet seedlings. Appl Environ Microbiol 67: 3418–3425.

Moliszewska, E. B. and Piszczek, J. 2008. "Occurrence of sugar beet root rot (*Aphanomyces cochlioides*) in Poland", The Polish Phytopathological Society, Poznań, Phytopathol. Pol., 47, 21–29.

Narayanasamy, P. 2002. Microbial plant pathogens and crop disease management. Science Publishers, Enfield.

Narayanasamy, P. 2011. Microbial plant pathogens-detection and disease diagnosis, vol 1–3.Springer Science, Heidelberg.

Natsch, A., Keel, C., Pfirter, H. A., Haas, D. and Defago, G. 1994. Contribution of the global regulator gene *gacA* to persistence and dissemination of *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strain CHA0 introduced into soil microcosms. Applied and Environmental Microbiology, (60), 2553-2560.

Nautiyal**,** C. S. 1997. Method for Selection and Characterization of Rhizosphere-Competent Bacteria of Chickpea. Curr Microbiol 34**,** 12–17.

Neergaard, P. 1988. Seed Pathology. Vol III, Mac Millan Pres. Hong Kong, XXV. 119 p.

Nielsen, M. N., Sørensen, J., Fels, J. and Pedersen, H. C. 1998. Secondary metabolite- and endochitinase-dependent antagonism toward plant-pathogenic microfungi of *Pseudomonas fluorescens* isolates from sugar beet rhizosphere. *Appl. Environ. Microbiol.*, *64*(10), 3563-3569.

Nielsen, T. H., Sørensen, D., Tobiasen, C., Andersen, J. B., Christophersen, C., Givskov, M. and Sørensen, J. 2002. Antibiotic and biosurfactant properties of cyclic lipopeptides produced by fluorescent *Pseudomonas* spp. from the sugar beet rhizosphere. *Appl. Environ. Microbiol.*, *68*(7), 3416-3423.

Orozco-Mosqueda, M. C., Velázquez-Becerra, C., Macías-Rodríguez, L. I., Santoyo, G., Flores-Cortez, I., Alfaro-Cuevas, R., et al. 2013. *Arthrobacter agilis* UMCV2 induces iron acquisition in Medicago truncatula (Strategy I plant) in vitro via dimethylhexadecylamine emission. Plant Soil 362, 51–66.

O'Sullivan, E., Kavanagh, J. A. 1991. Characteristic and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia* spp. associated with damping off of sugarbeet. Plant Pathology. 40:128- 135.

Özgönen, H. ve Kılıç, H. Ç. 2009. Isparta İli şekerpancarı ekim alanlarında fungal hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009,4(1):1–22.

Özgör, O. E. 1995. Türkiye Şekerpancarı Hastalıkları (Sugar beet Diseases in Türkiye). Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü Yayın No:218, Ankara, 111s.

Pillay, V. K. and Nowak, J. 1997. Inoculum density, temperature and genotype effects on in vitro growth promotion and epiphytic and endophytic colonization of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings inoculated with a pseudomonas bacterium. Canadian Journal of Microbiology, (43), 354-361.

Podile, A. R., Prakash, A. P. 1996. Lysis and biological cotrol of *Aspergillus niger* by *Bacillus subtilis* AF 1. Can. J. Microbiol., 42, 533-538.

Raaijmakers, J. M. and Weller, D. M. 2001. 'Exploiting Genotypic Diversity of 2,4-Diacetylphloroglucinol-Producing *Pseudomonas* spp.: Characterization of Superior Root-Colonizing P. fluorescens Strain Q8r1-96', Applied and Environmental Microbiology, 67, 2545-2554.

Reddy, P. P. 2014. *Plant growthpromoting rhizobacteria for horticultural cropprotection.*: Springer.

Rodriguez, H., Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances, 17:319-339.

Saber, M. S. M. 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. Eng. Life Sci., 1, 217-223.

Santoyo, G., Orozco-Mosqueda, M. C., Govindappa, M. 2012. Mechanisms of biocontrol and plant growth-promoting activity in soil bacterial species of Bacillus and Pseudomonas: a review. Biocontrol Sci Tech 22:855–872.

Schaad, N. W., Jones, J. B., Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3nd. Ed. APS Press, St. Paul, MN, USA.

Schneider, C. L. and Whitney, E. D. 1986. "Root diseases caused by fungi", In: Compendium of Beet Diseases and Insects. Whitney, E. D. and Duffus, J. E. (Eds.). APS Press, St. Paul, MN, pp. 15-21.

Shalaby, M. E., El-Gremi, S. M., El-Kady, E. M. and El-Emary, S. A. 2015. Mıcrobial and fungicidal antagonism of *Fusarium oxysporum* f. sp. *beta*e for controlling wilting disease of sugar beet plants. *Egy. J. Plant Pro. Res*, *3*(1), 29-52.

Smith, G. A. 1987. Sugar beet: Principles of Cultivar Development. Fehr, W.R. (ed.) MacMillan Publishing Company, pp.577-625.

Sneh, B. Dupler, M., Elad, Y. and Baker, R. 1984. Chlamydospore germination of Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum as effected by fluorescent and lytic bacteria from Fusarium suppressive soils. Phytopathology, (74), 1115-1124.

Steddom, K., Menge, J. A., Crowley, D. and Borneman, J. 2002. 'Effect of Repetitive Applications of the Biocontrol Bacterium Pseudomonas putida 06909-rif/nal on Citrus Soil Microbial Communities', Phytopathology, 92, 857-862.

Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics:structures,syntheses and specific functions.Mol Microbiol 56:845–857.

Sturz, A. V. and Nowak, J. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. Applied Soil Ecology, 15:183-190.

Sugimoto, E. E., Hoitink, H. A. J. and Tuovinen, O. H. 1990. Oligotrophic pseudomonads in the rhizosphere: Suppressiveness to Pythium damping off cucumber seedlings (*Cucumis sativus* L.) Biology Fertility of Soils, (9), 231-234.

Sukhovitskaya, L. A. 1998. Survival rates and growth-stimulating effects of *Bacillus megatherium* and *Arobacterium radiobacter* strains introduced into soil. Appl Biochem Microbiol, 34, 81-83.

Suslow, T. V. and Schroth, M. N. 1982. Rhizobacteria on sugar beets: effects of seed application and root colonization on yield. Phytopathology 72:199-206.

Sürel, B. ve Boyraz, N. 2009, Şeker Pancarı Silolarında Görülen Fungal Kaynaklı Kök Çürümeleri ve Çürümeleri Etkileyen Bazı Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23 (49): (2009) 81 – 87, ISSN:1309 – 0550, Selçuk Üniversitesi.

Şahin, F., Çakmakçı, R., Kantar, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265, 123-129.

Şatana, A. 2008. Şeker Pancarında Çinko ve Bor Gübrelemesi, *Hasad Dergisi, Bitkisel Üretim*, Yıl:24, Sayı:277, ISSN-1302-1702, pages: 96-100, Haziran 2008, İstanbul.

Thrane, C., Olsson, S., Nielsen, T. H., Sorensen, J. 1999. Vital fluorescent stains for detection of stres in *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* challenged with viscosinamide from *Pseudomonas fluorescens* DR54. FEMS Microbiol Ecol 30:11–23.

Thrane, C., Nielsen, T. H., Nielsen, M. N., Sørensen, J., Olsson, S. 2000. Viscosinamide-producing Pseudomonas fluorescens DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. FEMS Microbiol Ecol 33:139–146.

Thrane, C., Nielsen, M. N., Sørensen, J. and Olsson, S. 2001. *Pseudomonas fluorescens* DR54 reduces sclerotia formation, biomass development, and disease incidence of Rhizoctonia solani causing damping-off in sugar beet. Microb. Ecol. 42:438–445.

Toro, M., Azcon, R., Barea, J. M. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (P-32) and nutrient cycling. Appl Environ Microbiol, 63, 4408-4412.

Tran, H., Ficke, A., Asiimwe, T., Höfte, M., Raaijmakers, J. M. 2007. Role of the cyclic lipopeptide massetolide A in biological control of *Phytophthora infestans* and in colonization of tomato plants by *Pseudomonas fluorescens* . New Phytol 175:731–742.

Van Peer, R. and Schippers, B. 1988. Plant growth responses to bacterization with selected *Pseudomonas* spp. strains and rhizosphere microbial development in hydroponic culture, Canadian Journal of Microbiology, (35), 456-463.

Vestberg, M., Tahvonen, R., Raininko, K., Nuormala, N. 1982. Damping-off of sugar beet in Finland. 1: Causal agents and some factors affecting the disease. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland 54(4): 225-244, 1982.

Vestberg, M. 1988. Damping-off of sugar beet with special reference to the fungus Pythium Pringsheim. *Agricultural and Food Science, 60*(3), 159-178.

Viard, F., Bernard, J., Desplanque, B. 2002. Crop-weed interactions in the *Beta vulgaris* complex at a local scale: allelic diversity and gene flow within sugar beet fields.Theoretical and Applied Genetics. 104: 688-697.

Waard, M. A. D., Georgopoulos, S. G., Hollomon, D. W., Ishii, H., Leroux, P., Ragsdale, N. N., Schwinn, F. J. 1993. Chemical control of plant diseases: problems and prospect. Annu. Rev. Phytopathology. 31: 403-421.

Walley, F. L., Germida, J. J. 1997. Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to interactions between Pseudomonas species and Glomus clarum NT4. Biol. Fertil. Soils 24, 365-371.

Wallwork, H. 2000. Cereal root and crown diseases. SARDI , 58 p., Adelaide.

Walsh, U. F., Morrissey, J. P. and O'Gara, F. 2001. Pseudomonas for biocontrol phytopathogens: from functional genomics to commercial explotion. Current Opinion in Biotechnology, (12), 289-295.

Weller, D. M. and Cook, R. J. 1983. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with fluorescent pseudomonads. Phytopathology, (73), 463-469.

Weller, D. M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Ann. Rev. Phytopathol. 26:379-407.

Weller, D. M., Raaijmakers, J. M., McSpadden Gardener, B. B. and Thomashow, L. S. 2002. 'Microbial Populations Responsible for Specific Soil Suppressiveness to Plant Pathogens', Annual Review of Phytopathology, 40, 309-348.

Whitney, E. D., Duffus, I. E. 1991. Compendium of Beet Diseases and Insects. APS Press. 76pp.

Windels, C. E. 2000. Aphanomyces root rot of sugar beet. Online. Plant Health Progress: 10.1094/PHP-2000-0720-01-DG.

Windels, C. E. and Brantner, J. R. 2000. Band and broadcast-applied Quadris for control of Rhizoctonia on sugarbeet. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 30:266-270.

Yorgancı, Ü., Turhan, G. 1988. Untersuchungen über den Weichfaeule erzeugenden Erreger komplex an Zückerrüben. J. of Turk. Phytopathol. 17(2):57-66.

Zachow, C., Tilcher, R. and Berg, G. 2008. Sugar beet-associated bacterial and fungal communities show a high indigenous antagonistic potential against plant pathogens. *Microbial ecology*, *55*(1), 119-129.

Zachow, C., Fatehi, J., Cardinale, M., Tilcher, R. and Berg, G. 2010. Strain-specific colonization pattern of *Rhizoctonia* antagonists in the root system of sugar beet. *FEMS Microbiol. Ecol.* 74, 124–135.

Zhang, W., Han, D. Y., Dick, W. A., Davis, K. R. and Hoitink, H. A. J. 1998. Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and Arabidopsis. Phytopathology, (88), 450-455.

# ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Cemre AKSOY
**Doğum Yeri** : Giresun
**Doğum Tarihi** : 02.01.1993
**Medeni Hali** : Bekar
**Yabancı dili** : İngilizce

**Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)**

Lise : Vakfıkebir Anadolu Lisesi (2011)

Lisans : Ankara Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü (2015)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Bitki Koruma (Fitopatoloji) Anabilim Dalı (Eylül 2015-Haziran 2019)

**Yayınlar**

**Uluslar arası Dergilerde Yayınlanan Makaleler**

Avan, M., Aksoy, C., Katırcıoğlu,Z., Demirci, F., Kaya, R., 2019. First report of *Aphanomyces cochlioides* causing root rot of sugar beet in Turkey. New Diseases Report 39,22

**Projeler**

Kaya, R., Maden, S., Katırcıoğlu, Y. Z., Demirci, F., Boyraz, N. ve Baştaş, K. 2015-2018. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü ve Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. ortak çalışması, "Ülkemizde Konya Bölgesi Şeker Pancarı Ekim Alanlarında Şeker Pancarında Kök Yanıklığı ve Kök Çürüklüğü Yapan Fungal ve Bakteriyel Etmenlerin Yaygınlıklarının Belirlenmesi ve Mücadelesi" başlıklı ve 115O562 numaralı Tübitak 1001 Projesi (Ekim 2015-Eylül 2017).

**Belgeler ve Sertifikalar**

-Bitki Koruma Ürünleri Bayi ve Toptancılık Belgesi

-Bitki Koruma Ürünleri Reçete Yazma Yetki Belgesi