



**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONYA İLİ ÇUMRA BÖLGESİ KAVUN**  
**EKİLİŞ ALANLARINDA *FUSARIUM***  
**SOLGUNLUK ETMENİ (*Fusarium oxysporum***  
***f.sp. melonis*)'İN TESPİTİ VE BİYOLOJİK**  
**MÜCADELE İMKANLARININ**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Hatice YAYLACI**  
**YÜKSEK LİSANSTEZİ**

**Ay-2021**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

# KONYA İLİ ÇUMRA BÖLGESİ KAVUN EKİLİŞ ALANLARINDA *FUSARIUM* SOLGUNLUK ETMENİ (*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*)'İN TESPİTİ VE BİYOLOJİK MÜCADELE İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Hatice YAYLACI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuh POYRAZ

Yıl, ... Sayfa

Jüri

Danışmanın Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Bu çalışma, Çumra ilçesinde kavun fusarium solgunluğuna karşı biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır. 2019-2020 yılları arasında Çumra bölgesinde hastalık belirtisi gösteren bitki örnekleri toplanmıştır. İzolasyon yapılan patojenlerin cins ve tür düzeyinde tanıları yapılmıştır. 47 tane *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolattan 35 tane izolata patojenite testi yapılmıştır. Test sonucuna göre *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatların virülensliği %13,89-91,67 arasında çıkmıştır.

Hastalıklı ve sağlıklı kavun bitkilerin bulunduğu ortamdan 61 bakteri, 2 fungus izole edilerek in vitro koşullarında etkililikleri belirlenmiştir. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in gelişimini farklı oranlarda engelleyen 25 bakteri, 2 fungus antagonizm göstermiştir. Etkili olan bakteri izolatanın 11 tanesi, fungal izolatanın ikisinide moleküler teşhisi yapılmıştır. Teşhisi yapılan bakteri türleri: *Pantoea agglomerans*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter ludwigii*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*. Fungal türler ise; *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum*. *Bacillus thuringiensis*, *Enterobacter ludwigii*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'i in vitro da %17,25 ile %43,92 arasında değişen oranlarla gelişimini engellemiştir. *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum* ise in vitro da hiperparazitik özelliğiyle etkili olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik mücadele, Çumra, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, Kavun.

## ABSTRACT

### MS THESIS

# DETERMINATION OF FUSARIUM WILD FACTOR (*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*) IN MELON CULTURE AREAS IN ÇUMRA REGION IN KONYA PROVINCE AND INVESTIGATION OF BIOLOGICAL FIGHTING OPPORTUNITIES

Hatice YAYLACI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
SELÇUK UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

Advisor: Prof. Dr. Nuh POYRAZ

Year, ... Pages

Jury

Advisor Danışmanın Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

This study aimed to investigate biological scientific researches against melon fusarium wilt in Çumra district. Plant samples showing signs of disease were collected in the Çumra region between 2019-2020. The pathogens that were isolated were diagnosed at the level of genus and species. 47 grains of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* pathogenicity tests were performed on 35 isolates from isolates. According to the test result, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* the virulence of isolates was between %13,89-91,67

61 bacteria and 2 fungi were isolated from the environment where the diseased and healthy melon plants were found and their effectiveness was determined in in vitro conditions. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* 25 bacteria and 2 fungus antagonism prevented the development of at different rates. Molecular identification of 11 of the effective bacterial isolates and two of the fungal isolates were made. Identified bacteria species: *Pantoea agglomerans*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter ludwigii*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*. The species are; *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum*. *Bacillus thuringiensis*, *Enterobacter ludwigii*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus cereus*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* prevented its development in vitro at rates varying between 17,25% and 43,92%. *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma hamatum* were effective in vitro with their hyperparasitic properties.

**Keywords :** Biological control, Çumra, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, Melon.

## ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın PROF. Dr. Nuh BOYRAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez projeme maddi imkan sağlayan BAP Koordinatörlüğü'ne, çalışmam boyunca tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Bitki Koruma Bölüm Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında destek ve yardımını gördüğüm Arş Gör. Özden SALMAN'a, Arş. Gör. Ayşegül Gedük'e, Öğr. Gör. Raziye KOÇAK'a, Dr. Fatma İLHAN'a, Dr. İnci ŞAHİN hocalarıma, meslektaşım Zir. Müh. Fatma Rana BAYRAM'a ve manevi destek olan arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim

Tez çalışmam için tohum temin eden Arzuman Tohumculuğa teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve nişanlım İlhami DİLERCAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Hatice YAYLACI  
KONYA-2021

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>6</b>
2.1. <i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i> ile ilgili yapılan çalışmalar .....	6
2.2. <i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i> 'e karşı Biyolojik Mücadele ile ilgili Yapılan Çalışmalar .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>24</b>
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Test Patojeni .....	24
3.1.2. Test Bitkisi .....	24
3.1.3. Bitkilerin Yetiştirilmesinde Kullanılan Ortam .....	24
3.1.4. Antagonist Bakteri ve Fungus.....	24
3.1.5. Kullanılan Besi Ortamları .....	25
3.1.6. Bakteri Tanı Testleri .....	25
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Bitki örneklerin toplanması ve İzolasyonu .....	27
3.2.2. Etmenin Tanımlanması .....	28
3.2.3. Patojenite Denemesi .....	30
3.2.4. Hastalık Şiddetinin Değerlendirilmesi .....	31
3.2.5. Biyolojik Mücadele Ajanlarının Tespiti .....	32
3.2.6. Antagonist Bakteri ve Fungal İzolatlarının in vitro Testlerde Etkilerinin Belirlenmesi .....	34
3.3. İstatistiksel analizler .....	36
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>37</b>
4.1. Kavun üretim alanlarının survey sonuçları .....	37
4.2. İzolasyon sonuçları .....	40
4.3. Etmenin Tanımlanması .....	42

4.3.1. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen, 1824 kültürel ve morfolojik özellikleri .....	42
4.3.2. Patojenite denemesi .....	43
4.4. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> 'in Biyolojik Mücadele İle İlgili Çalışmalar. 46	
4.4.1. Antagonist bakteri ve fungusların izolasyonu .....	46
4.4.2. İzole Edilen Bakteri Ve Fungal İzolatların İn Vitro Testlerde Antagonist Etkileri .....	46
4.4.3. Bakteriyel tanılama biyokimyasal testlerin sonuçları .....	54
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>62</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>64</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>76</b>



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Ülkeler arası kavun üretimi (ton/yıl)(FAO, 2018) .....	2
Tablo 1.2. Kavun üretimi yapılan iller(TÜİK, 2018.....)	2
Tablo 3. 1. Çumra ilçesinde örnekleme yapılan yer, zaman ve örnek sayıları .....	28
Tablo 4. 1. Toprak örnekler alınan yerler .....	40
Tablo 4. 2. 2019 yılında yapılan survey sonunda elde edilen <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> 'in ilçelere göre dağılımı .....	41
Tablo 4. 3. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> izolatlarının hastalık şiddetinin (%) belirlenmesi.....	44
Tablo 4. 4.'de Antagonistlerin izolasyonu için toprak örneklerin alındığı il, ilçe ve mahalleler.....	46
Tablo 4. 5. Aday antagonist bakterilerin FOM'a karşı in vitro etkileri .....	47
Tablo 4. 6. Bakteri ve fungal izolatların moleküler teşhis sonuçları .....	50
Tablo 4. 7. Biyokimyasal testlerin sonuçları .....	55
Tablo 4. 8. Aday bioajan fungusların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> ' e karşı in vitro etkileri.....	57

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> izolatlarını eğik agar yöntemi ile saklama .....	29
Şekil 3. 2. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> ependorf tüp ile saklama .....	29
Şekil 3. 3. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> izolatlarının kağıt yöntemiyle saklanması .....	30
Şekil 3. 4. Kavun tohumlarının sterilasyonu                      Şekil 3. 5. Viollere ekim .....	31
Şekil 3. 6. 11-12 günlük kavun fideleri .....	31
Şekil 3. 7. Saksıya şaşırtılan kavunlar .....	31
Şekil 3. 8. Erlenler çalkalayıcıda .....	32
Şekil 3. 9. Toprak süspansiyonu seyreltme.....	33
Şekil 3. 10. NA bulunan petrilere ekim .....	33
Şekil 3. 11. Saf gelişen bakterilerin tüpe aktarımı .....	34
Şekil 3. 12. Bakteri ile patojen arasında meydana gelen inhibisyon zonu ve kontrol ....	35
Şekil 4. 1. Solan ve kuruyan kavunlar .....	38
Şekil 4. 2. Kök, kök boğazında ve gövdedeki nekrozlar .....	39
Şekil 4. 3. Hasta bitkilerin meyveleri .....	39
Şekil 4. 4. Hasta bitkilerin yanında sağlıklı bitkiler .....	39
Şekil 4. 5. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> ' in PDA ortamındaki gelişimi, petrinin alt ve üst görüntüsü .....	42
Şekil 4. 6. Renk pigmentasyonu veren <i>Fusarium</i> izolatı.....	42
Şekil 4. 7. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> 'in soldaki makro konidi ve sağdaki klamidiospor .....	43
Şekil 4. 8. A) Sol taraftaki K14 izolatında hastalık belirtisi, sağ taraftaki kontrol bitkisi B) K14 izolatının kökteki belirtisi .....	43
Şekil 4. 9. Reizolasyonda elde edilen <i>Fusarium</i> kültürü .....	44
Şekil 4. 10. İn vitroda yüksek engelleme zonu gösteren bakteriler .....	48
Şekil 4. 11. İn vitroda engelleme zonu oluşturmayan bakteriler .....	49
Şekil 4. 12. Bakteriyel izolatlarla uygulanan Gram reaksiyon testi. Gram reaksiyonuna KTO5-2 izolatın ipliksi sünme görüntüsü(pozitif reaksiyon).....	54
Şekil 4. 13. Bakteriyel izolatlarla oksidaz testleri a) solda KTO5-2 izolatının oluşturduğu görünüm(negatif), b) sağda KTO1-1b izolatının mavi renk alması(pozitif) .....	54
Şekil 4. 14. Bakteriyel izolatlarla uygulanan levam testi a) sağda KTO8-2B izolatın görüntüsü(pozitif) b) solda KTO1-3A izolatının görünümü(negatif).....	54
Şekil 4. 15. Bakteriyel izolatlarla uygulanan arjin dehidrolaz testi a) solda KTO18-1 testine pozitif reaksiyon b) sağda KTO1-1B testine negatif reaksiyon .....	55
Şekil 4. 16. Bakteriyel izolatlarla uygulanan pektin testi a) solda teste KTO1-3A negatif reaksiyon b) sağda teste KTO19-2A pozitif reaksiyon.....	55
Şekil 4. 17. Bakteriyel izolatlarla KB besiyerinde oluşturdukları floresan pigment üretimi(pozitif reaksiyon) .....	55
Şekil 4. 18. <i>Trichoderma harzianum</i> 'un göstermiş olduğu hiperparazitik etki a)kontrol b) 7. gün sonunda başlayan mikoparazitik etkinin başlaması c) 11. gün sonunda petriyi tamamen kaplaması.....	58
Şekil 4. 19. <i>Trichoderma hamatum</i> 'un göstermiş olduğu hiperparazitik etki a)kontrol b) 8. gün sonunda başlayan mikoparazitik etkinin başlaması c) 12. gün sonunda petriyi tamamen kaplaması.....	58

## SİMGELER VE KISALTMALAR

mm :	Milimetre
cm :	Santimetre
m <sup>2</sup> :	Metrekare
°C :	Santigrad derece
% :	Yüzde
µl :	Mikrolitre
ml :	Mililitre
mg :	Miligram
l :	Litre
g :	Gram
PDA :	Patates Dekstroz Agar
NA:	Nutrient agar
sp.:	Tür
spp. :	Türleri
FOM	<i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i>

## 1. GİRİŞ

Türkiye, önemli bitki genetik kaynak ve flora zenginliği ile dünyanın önde gelen ülkelerindedir. Ülkemizin bu zenginliğe sahip olmasının birçok nedeni vardır. Bunlardan, Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan fitocografik merkezleri birleştirmesi, Akdeniz ve Vavilov'un Yakın Doğu'nun bitki genetik çeşitliğinde her ikisine de sahip olması, Avrupa' daki birden fazla kültür bitkisi ve yabancı otta genetik çeşitliliğin merkezi ve çok fazla tür zenginliğe sahip olmamız gibi nedenlerden dolayı kaynaklanmaktadır (Günay, 1993).

Araştırmacılara göre kavunun anavatanı, Küçük Asya (Anadolu) ve İran olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgelerde 5000 yıl öncesinde kültüre alındığı tespit edilmiştir. Kavun (*Cucumis melo* L.), kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasının *Cucumis* cinsinden olan bitki türü, aromalı, hoş kokulu genellikle yuvarlak veya oval biçimli, pembemsi turuncu ya da yeşilimsi sarı renkli, etli yapılı, bol sulu meyvedir (Anonim, 2012; Mabberley, 1987).

Ülkemizde kavun üretimi yapılan Kırkağaç (589), Kırkağaç (637), Altınbaş, Hasanbey, Çini Kız, Barada, Hıdır, Ananas, Eindor, Paris, Kışlık, Melina, Gredos gibi çeşitler olduğu tespit edilmiştir (Taşkaya ve Keskin, 2004).

2016 yılında Dünya'da toplam sebze üretimi 1.075.203.877 tondur. Dünya sebze üretimini Asya Kıtası tek başına yaklaşık %76'sını üretmektedir. İkinci sırada ise sebze üretiminde Avrupa Kıtası %10 oranla takip etmektedir. Kavun üretiminde, kıtalar arası sıralamada sebze üretim oranları ile benzerlik göstermekte olup FAO 2016 verilerine göre kavun üretimi 31.166.897 tondur. Asya kıtası %75 değer ile toplam Dünya kavun üretimini gerçekleştirmektedir. Avrupa kıtası %6' lık değer ile kavun üretiminde üçüncü sırayı Afrika Kıtası ile beraber paylaşmaktadır. Kavun üretiminde ikinci sırayı %12'lik değer ile Amerika kıtası takip etmektedir (Fao, 2016).

FAO (2018) verilerine göre, ülkeler arası kavun üretimi incelendiğinde Çin'in kavun üretimi 16 milyon ton olup toplam kavun üretiminin yarısından fazlasını üretmektedir. Kavun üretiminde yıllara göre inceleme yapıldığında 2014 yılında kavun üretiminde ikinci sırada İran yer alırken 2015 yılında ise Türkiye ikinci sırada, 2016 yılında da Türkiye kavun üretimi 1.9 milyon tonluk üretim yaparak ikinci sıradaki yerini korumaktadır. Türkiye'nin yıllara göre kavun üretimi artarak devam etmektedir (Tablo 1.).

**Tablo1.1.** Ülkeler arası kavun üretimi (ton/yıl)(Fao, 2018)

Ülkeler	2014	2015	2016
Çin	14.826.382	15.346.490	16.009.584
Türkiye	1.707.302	1.719.620	1.854.356
İran	1.945.849	1.474.719	1.615.642
Mısır	1.049.849	1.026.877	1.060.619
Hindistan	1.033.178	1.018.278	1.028.650
Kazakistan	914.681	973.028	898.004
Amerika	787.030	785.620	783.950
İspanya	750.151	692.056	661.897
İtalya	560.344	595.601	632.322
<b>Dünya</b>	<b>30.146.285</b>	<b>29.974.647</b>	<b>31.166.896</b>

Türkiye’de hemen hemen tüm illerinde kavun üretimi yapılmaktadır. Fakat en yoğun üretim yapıldığı bölgeler, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz’dir. Ülkemizin sahil bölgelerinde kavun üretimi, örtüaltı yetiştiriciliği yapılırken, iç bölgelerde yoğunlukla açıkta yetiştiricilik yapılmaktadır. Kavunda erken dönemde yüksek gelir elde etmek için örtüaltı yetiştiriciliği tercih edilmektedir (Seçim, 2009).

TÜİK(2018) verilerine göre, İller bazında kavun üretimi, 185 milyon ton ile en çok yapıldığı il Adana’dır. 151 ton kavun üretimiyle Konya ikinci sırada yer alırken, 146 bin ton üretimle Ankara üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2.** Kavun üretimi yapılan iller(TÜİK, 2018)

İller	Üretim(Ton)	Üretimdeki Payı(%)
Adana	184.974	10.2
Konya	151.604	8.3
Ankara	146.491	8.0
Manisa	112.525	6.2
Antalya	111.295	6.1
Denizli	107.415	5.9

Son yıllarda genellikle açık tarla koşullarında yetiştirilen kavunlar ihracat şansı bulunması nedeniyle sera koşullarında yetiştirilmektedir. Serada yetiştiricilik yapılırken

öncelikle kışı ılıman geçen Adana, Antalya ve İçel gibi yerlerde yaygın tercih edilmektedir (Abak ve ark., 1989; Sarı ve ark., 1998).

Ülkemizde %90-95'i kavun üretiminin yapıldığı yerlerde yerli kışlık kavun olarak Kırkağaç çeşiti kullanılmaktadır. %5-10 oranında ise Yuva-Hasanbey çeşitini tercih etmektedirler. Sahil şeridinde Cantaloupe çeşitinin seçilmesinin sebebi, erkenci ve soğuğa dayanmasından dolayı örtüaltı yetiştiriciliğinde tercih edilmektedir. Son yıllarda Kırkağaç kavun çeşitiyle ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Bunun sonucunda erken zamanda yetiştiriciliğe uygun çeşit geliştirilerek üretime geçilmiştir (Seçim, 2009).

Farklı bitki türlerinde olduğu gibi *Cucurbitaceae* familyasında da üretimini sınırlandıran en önemli faktörler zararlılar ve hastalıklardır. Hastalık ve zararlılar, üretilen ürünlerde verim miktarının azalmasına, kalite kaybına ve bazı çeşitlerin kaybolma tehlikesine neden olmaktadır (Yalçın ve ark., 2007).

Kavunda solgunluk hastalığına neden olan etmenler içerisinde, farklı toprak kökenli fungus ve bakterilerin neden olduğu önemli bir hastalıktır. Ama bugüne kadar yapılan çalışmalarda, kavunda solgunluk oluşturarak hastalığa neden olan etmenin fungal etmenlerden kaynaklandığını göstermiştir. Hastalığa neden olan fungal etmenler, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM), *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Acremonium* spp. olduğu tespit edilmiştir (Palti ve Joffe, 1971; Waraitch ve ark., 1976; Palodhi ve Sen, 1979; Zitter ve ark., 1996; Pivonia ve ark., 1997; Bruton ve Miller, 1997a; 1997b; Twardzhieva, 1974; Kordali ve ark., 1998.).

Türkiye'de kavunlarda solgunluğa, kök ve kök boğazı çürüklüğüne sebep olan fungal etmenler çok fazla çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium dahliae*, *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora drechsleri* gibi etmenlerin hastalığa neden olduğunu belirtmişlerdir (Evcil ve Yalçın, 1977; Soran, 1979a; Sağır, 1988; Maden ve ark., 1989; Tezcan ve Yıldız, 1991; Erzurum, 2000a; 2000b)

Kavunlarda solgunluk hastalığı oluşmasının sebebi ya bazı fungal etmenin iletim demetlerini tıkaması ya da bazı fungal etmenlerin kök ve kök boğazında çürüklüğü neden olmasıdır (Altuğ, 2001).

*Fusarium* solgunluk hastalığının bitkilerdeki belirtileri, kavunun kök boğazını ve köklerini enfekte edip su alımını engelleyip solgunluğa neden olmasıdır. Yapraklarda sararma, gövdenin köke yakın yerlerinde kahverengi- siyah lezyonlar, iletim

demetlerinde kahverengileşme, hastalık ilerlediğinde ise kuruma ve çökmeler oluşmaktadır. Genelde hastalık kendini geç dönemde gösterdiği için kavunda kalite ve verim kayıpları oluşmaktadır (Baran, 2000).

Türkiye’de kavun arazilerinde % 85 oranında kavun kök çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Hastalık oranları ise %17 -%95 arasında değişmektedir(Şensoy, 2005).

Fungus, toprakta uzun süre canlılığını koruyabilmektedir. Çünkü miselyumların kalınlaşmasıyla oluşan klamidiosporlardan kaynaklanmaktadır. Taşınmasında toprak kökenli olmasına rağmen tohumlarla da taşınabilir. Tohumda yüzeysel ya da kabuk altındaki dokularda taşınır. Lokal bulaşmaların sebebi ise toprak ya da bitki kalıntılarıdır. Enfeksiyonun oluşmasında özellikle yaralanmış kökler önemli yer almaktadır. Enfeksiyon ve hastalığın oluşmasında toprak ve çevre koşulları önemlidir. Hastalığın oluşması için ideal toprak sıcaklığı 20°C ila 25°C’dir. Daha yüksek sıcaklıklarda hastalık şiddeti azalırken daha düşük toprak sıcaklığında ise hastalık belirtileri daha hızlı ortaya çıkmaktadır. Hastalığın yayılmasını hızlandıran faktörler ise kumlu hafif asidik topraklar, yüksek amonyum formunda azot ve ışıktır (Altuğ, 2001).

Kavun fusariumsolgunluk hastalığı ile mücadelede birçok çalışma yapılmıştır. Hastalığı kontrol altına alabilmek için yapılan mücadele yöntemleri arasında, sertifikalı tohum, dayanıklı çeşit, düzenli ve yeterli sulama, yabancı otları yok etme, 2 ila 5 yıl münavebe, bitki artıklarını toplayıp yok etmek, fumigasyon ve solarizasyon yapmak gibi yöntemler kullanılmıştır (Elmer ve Ferrandino, 1994; Yücel ve ark., 1994; Altınok ve ark., 2012).

FOM ile mücadelede en çok tercih edilen yöntem kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelenin yaygın kullanılmasından dolayı da dayanıklılık problemi ile karşılaşmıştır. Bundan dolayı da mücadelede yeterli başarı sağlanamamıştır. Kimyasal mücadelenin bir diğer dezavantajıda, ürünlerde pestisit kalıntının olması, ekolojik dengeyi olumsuz engellemesiyle çevre sağlığında sorunlara neden olmuştur. Kimyasal mücadelenin dezavantajlarından dolayı alternatif mücadele yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır (Yücel, 1989).

Toprak patojenlerinin neden olduğu hastalıkların mücadelesinde biyolojik mücadele önem kazanmıştır. Biyolojik mücadelenin uygulama alanları giderek genişlemektedir. Bundan dolayı biyolojik preparatlar üretilerek satışa sunulmaktadır(Oksal, 2005).

Biyolojik mücadele ajanı olarak en fazla bakteri ve funguslardan yararlanılmaktadır. Kök yüzeyinde ve köke yakın çevresindeki mikroorganizmalar biyolojik mücadelede önemli rol oynamaktadır(Oksal, 2005).

Bitki hastalıklarının mücadelesinde kullanılan biyolojik mücadele yöntemi içerisinde: uçucu yağlar, biyolojik etmenler ve bitkilerde hastalığı teşvik eden kimyasallar önem kazanmıştır ve çalışmalara ağırlık verilmiştir. Çalışmalar sonucunda bu etmenler ya antibiosis ya da bitkide var olan dayanıklılıktan sorumlu kimyasal bileşikler teşvik ederek fungusun penetrasyonunu engelleyerek hastalık oluşmasını önleyebilmektedir (Rodríguez Pedroso ve ark.; Azcón-Aguilar ve ark., 1996; Benhamou ve Bélanger, 1998; Chen ve ark., 1998; Howell, 2003).

Mikroorganizmaların, rizosfer bölgesinde doğal olarak bulunması ve bitki kökleriyle yararlı etkileşim içinde olması son yıllarda önemini artırmaktadır. Bu mikroorganizmalar içinde en çok tercih edilen antagonistler, *Trichoderma*'lar ve Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakteriler( Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) yer almaktadır. Bu cinsler arasında hem antibiosis hem de bitki gelişimini artırıcı özellikte olması sebebiyle günümüzde birçok çalışmada yaygın olarak tercih edilen bakteriler *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsleridir (Kumar ve ark., 2002; Soylu ve ark., 2016).

Biyolojik mücadelede ajan olarak tercih edilen mikroorganizmalar hem patojenlere karşı mücadele hem de bitki verimini arttırmada etkin rol oynamaktadır(Druzhinina ve Kubicek, 2005; Morsy ve El-Korany, 2007; Larralde-Corona ve ark., 2008).

Çalışmamızda, Konya ilinin Çumra ilçesinde kavun üretimi yapılan alanlarda *Fusarium* solgunluk hastalığından sorumlu etmenin tespit edilmesidir. *Fusarium* solgunluk hastalığının mücadelesi için bakteriyel ve fungal biyoajanların belirlenmesi ve in vitro koşullarda etkililiğin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1.FOM ile ilgili yapılan çalışmalar

Dünya 'da ve Türkiye'de kavun üretimini etkileyen faktörleri abiyotik ve biyotik etmenler olarak ikiye ayırabiliriz. Abiyotik faktörlerde; sıcaklık, yağış, toprak yapısı vb. etmenler yer alırken, biyotik faktörlerde viral, bakteriyel ve fungal hastalık etmenleri bulunmaktadır. Biyotik faktörler arasında üretimi en çok etkileyen etmen toprak kökenli fungal hastalık etmenleridir. Türkiye 'de ve Dünya 'da pek çok kavun üretimin alanlarında önemli ürün kaybına neden olan etmen, *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f.sp. *melonis* (Leach & Currence) W.C. Snyder & H.N. Hansen'in neden olduğu kavun fusarium solgunluk hastalığıdır (Yıldız, 1977; Blancard ve ark., 1995).

FOM, bitkilerde ksilem borusuna yerleşir ve buradan hareket eder (Bishop ve Cooper, 1983). Fungus sporlarını ksilemin içindeyken oluşturmakta ve bitki boyunca ilerlemektedir. Böylece bitkide fungus, enzim ve toksikler salgılayarak nekrotik ve solgunluk belirtileri meydana getirmektedir. Fungusun neden olduğu hastalığın bitkideki belirtileri şu şekildedir: Kök boğazını veya kökleri enfekte ederek, su alımını engelleyip solgunluk meydana getirmektedir. Yapraklarda sararma, kolların birinde ve ya bir kaçında solma, gövdede nekrotik lezyonlar ve iletim demetlerinde kahverengileşmektedir (Ünlü, 2007). Gövde uzunlamasına kesildiğinde bu renk değişimini görmek mümkündür. Kavunların herhangi bir döneminde hastalık ortaya çıkabilir ve önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Çınar, 2011).

1898 yılında Stergis, kavun fusarium solgunluk hastalığı ile ilgili ilk çalışma yapılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nin Massachusetts, Texas ve New York'da kavun ekim yapılan alanlarda hastalık etmeni tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda hastalığa neden olan etmenin FOM olduğu bildirilmiştir (Leach, 1933). Stergis ABD'de yaptığı bir diğer çalışmada hastalığın özellikle fide döneminde önemli kayıplara neden olduğu ve bitkinin her döneminde hastalıktan etkilendiğini bildirmektedir. Hastalığın sekiz yıl içinde çok hızlı yayıldığını, hastalık şiddetinden bazı kavun tarlalarında hasat yapılamadığını bildirmiştir (İskenderoğlu, 2014).

1945 senesinde Kaliforniya'nın batısında ve Kuzey Ontario'da hastalık teşhis edilmiştir (Gubler ve WD, 1976).

(Wollenweber ve Reinking, 1935), Dünyanın değişik kavun üretim yerlerinde kavunlarda solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium* spp. izole edilmiştir.

Solgunluğa sebep olan asıl etmenin, *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* (E.F. Sm.) Wollenw olduğunu tespit etmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda kavunlarda solgunluğa sebep olan *Fusarium* izolatının karpuzda solgunluğa neden olan *F. niveum*'a çok benzediğini tespit etmiştir. Fakat bu türün kavuna özelleştiği için *F. bulbigenum* var.*niveum* (E.F. Sm.) Wollenw.olarak isimlendirilmiştir(Leach ve Currence, 1937).

1958 yılına kadar bu isimle bilinirken bu yıldan sonra Reid tarafından patojen, Synder ve Hansen tarafından yeni adlandırma kurallarına uyulmasını önermiştir. Patojen "*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Leach ve Currence) Snyder and Hansen" olarak adlandırılmıştır. Bu adlandırma sistemi benimsenmiştir. Farklı ülkelerde, FOM'un yaygın olarak solgunluğa sebep olduğu bildirilmiştir(Soran, 1979a).

İsrail'de yapılan çalışmada, kavun, karpuz ve hıyar bitkilerde solgunluk belirtisi gösteren hasta bitkilerden izolasyon yapılmıştır. Sonucunda 127 *fusarium* spp. izole edilmiştir. İzolasyon sonucunda elde edilen izolatlardan; 49'u *F. solani*, 36'sı *F. equiseti*, 29'u *F.oxysporum*, 7'si ise *F. javanicum* olarak tespit edilmiştir. Patojenite testi sonucunda bu türlerin solgunluk hastalığına neden olduğunu bildirmişlerdir(Palti ve Joffe, 1971). Başka bir çalışmada kokulu kavunlarda solgunluk hastalığına neden olan etmenin *F. oxysporum* f. sp. *melonis* olduğu tespit edilmiştir(Katan ve ark., 1994)

(Chehri ve ark., 2011), İran'da kök çürüklüğü belirtisi gösteren bitkiler alınıp izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda 5 *Fusarium* türü (*F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. equiseti*, *F. semitectum* ve *F. solani*) izole edilmiştir. Patojenite testi sonucunda *F. oxysporum* ve *F. solani*' nin hastalık oluşturduğu tespit edilmiştir. Kavunlarda kök çürüklüğüne neden olan etmenlerin inokulasyondan 20-35 gün sonra bitkide sararma ve kökte nekrotik lekelenmelerin olduğu gözlenmiştir. 2013-2015 yıllarında İran' da yapılan bir başka çalışmada kavun ekimi yapılan alanlarda *F. oxysporumun* yanı sıra *F. acuminatum*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* ve *F. solani* izole edilmiştir. İzole edilen bu etmenlerin morfolojik, moleküler teşhisi yapılmıştır(Mahdikhani, 2016a).

Kore'de 2000-2011 yılları arasında yapılan çalışmada, serada yetiştirilen kavunlarda solgunluk belirtisi gösteren bitkiler alınıp izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda 8 adet *Fusarium oxysporum*, 8 adet *F. commune*, 5 adet *F. proliferatum*, 3 adet *F. equiseti*, 2 adet *F. delphinoides* ve 1 adet *F. andiyazi* olmak üzere toplamda 27 adet *Fusarium* türü izole edilmiştir. İzole edilen türlerin hem morfolojik hem de moleküler teşhisi yapılmıştır. Patojenite testi yapılmıştır. Virülensliği yüksek olanlar

sırasıyla, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. andiyazi* olarak belirlenmiştir. Diğer izole edilen etmenlerin patojen olmadığı tespit edilmiştir (Seo ve Kim, 2017).

Türkiye 'de ilk kez 1939 yılında Manisa'da kavun tarlasında FOMneden olduğu fusarium solgunluk hastalığı saptanmıştır (Bremer ve ark., 1944).

İç Anadolu Bölgesi ve Marmara Bölgesi'ndeki kavun ekimi yapılan tarlalarda kavun *fusarium* solgunluk hastalığının yaygın olduğu ve ekonomik kayıplara neden olduğu tespit edilmiştir (Akdoğan, 1969; Karahan, 1971).

Ege bölgesinde kavun ekimi yapılan tarlalarda fusarium solgunluk hastalığının yaygınlığı araştırılmıştır. 3 yıl boyunca surveyler yapılmıştır. Çalışmanın sonunda fusarium solgunluk hastalığının yaygınlık oranı sırasıyla % 14, % 81, % 64 olduğu tespit edilmiştir (Evcil ve Yalçın, 1977).

1988 yılında, Diyarbakır ve Adıyaman illerinde yapılan çalışmada, kavun kök ve kök boğazında çürüklüğe sebep olan etmenin tespiti ve yaygınlıklarını belirlemeyi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda survey yapılan kavun tarlalarının %85'inde hastalık görülmüştür. Hastalık oranı % 1.7-95.3 arasında farklılık göstermiştir. Diyarbakır kavunlarında görülen ortalama hastalık oranı % 27.6 iken Adıyaman'da bu oran % 6 olarak tespit edilmiştir. Hastalık belirtisi görülen kavunlarda yapılan izolasyon sonucunda şu funguslar elde edilmiştir; *Fusarium equiseti*, *F.oxysporum* f. sp. *melonis*, *F.proliferatum*, *F. solani*, *Macrophomina phaseoli*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* sp, *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp. Patojenite testi yapılmıştır. Hastalık oluşturan funguslar, *F.oxysporum* f. sp. *melonis*, *F.proliferatum*, *F. solani*, *M. phaseoli*, *R. solani* olarak belirlenmiştir (Sağır, 1988).

Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki Hatay ve Adana illerinde, kavun ekimi yapılan alanlarda kavun fusarium solgunluk belirtisi gösteren bitkiler alınıp izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda 89 *Fusarium* izolatından 49'u *Fusarium oxysporum* olduğu tanımlanmıştır. Bunlardan 35'inin virulent olduğu tespit edilmiştir. FOM'un yaygınlık oranı, Hatay' da % 67.93 iken Adana'da % 67.72 olduğu belirlenmiştir (Yücel ve ark., 1994).

Orta Anadolu Bölgesi'ndeki (Ankara, Çankırı, Kırıkkale, Konya ve Yozgat) kavunlarda fusarium solgunluğuna sebep olan etmenlerin belirlenmesi ve yaygınlık durumunun tespiti için çalışma yapılmış ve bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler: *F.oxysporum*, daha az oranlarda ise *F.equiseti*, *F. solani*, *R. solani*, *M. phaseoli*, *Pythium* spp., *Alternaria* sp, *Verticillium dahliae* gibifungal etmenlerin neden olduğu tespit edilmiştir (Erzurum, 2000b).

2000-2002 yılları arasında Konya'da kavun ekim alanlarında solgunluk hastalığının yaygınlığını belirlemek ve elde edilen *fusarium* türlerinin virülensliğini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre 2000-2001 yıllarında hastalıklı bitki oranları % 19.22 ve %33.36 olarak belirlenirken, hastalık yaygınlık oranı sırasıyla %72.05 - %84.55 olarak tespit edilmiştir. *Fusarium* spp. %67.32(%37.08'i *Fusarium oxysporum*, %32.6'sı *F. equiseti*, %16.4'ü *F. culmorum*, %11.4'ü *F. solani*, %1.8'i *F. semitectum*) *Macrophomina phaseolina*(%18.07), *Fusarium* spp. ve *Macrophomina phaseolina* birlikte (%5.90), *Alternaria* spp.(2.39), *Rhizoctonia solani*(1.52), *Pythium* spp.(%1.2) hastalıklı kavun bitkilerin kök ve kök boğazından elde edilen en yaygın funguslardır. Sadece *F. Oxysporum*'un patojenite testi sonucunda hastalık şiddeti %95.83 olarak tespit edilmiştir(Boyras ve Baştaş, 2005).

2013 yılında Mardin ve ilçelerindeki kavunlarda kök ve kök boğazında çürüklüğe sebep olan etmenin belirlenmesi ve yaygınlığının tespit edilmesi için yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Mardin İli, Midyat, Ömerli ve Dargeçit ilçelerinde hastalık oranları sırasıyla, %77,8 %72,2 ve %72,05 olarak tespit edilmiştir. Hastalık yaygınlık ortalama oranı, araştırma alanlarına göre farklılık göstermemiş tüm alanlarda %100 olarak saptanmıştır. Kök ve kök boğazında çürüklük belirtisi gösteren hasta bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda yoğun olarak *Fusarium* spp. tespit edilmiştir. Elde edilen izolatlar arasında iki tanesinin FOMolduğu tespit edilmiştir. Patojenite testi sonucunda hastalık şiddetleri %73.3 ve %40 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (İskenderoğlu, 2014).

Ankara ilinin yoğun ekim yapılan kavun tarlalarının bulunduğu ilçeler gezilerek *fusarium* solgunluk hastalığı belirtisi gösteren bitkiler toplanmıştır. *Fusarium* türleri teşhis edilmiş ve patojenite testi yapılmıştır. 5 farklı ilçe gezilerek 176 *fusarium* spp.izolatı teşhis edilmiş ve 65 tanesine patojenite testi yapılmıştır. Toplamda 10 *fusarium* türü tanımlanmıştır. Patojeniteyi toprak inokulasyon metoduyla Yuva cinsi kavunlarında denenmiştir. 10 *fusarium* türüne ait 65 izolatın patojenitesi kontrollü koşullarda yapılmıştır. Patojenite testi sonuçları şu şekildedir: 7 *F.solani* ve 14 *F. oxysporum* izolatlarının %50 'nin üzerinde, *F. semitectum*, *F. proliferatum*, *F. greminarium* izolatlarının %40 'ın altında olduğu tespit edilmiştir. *F. equiseti*, *F. sambucinum*, *F. brachyibbosum* ve *F. redolens*'in patojen olmadığı belirlenmiştir(Kordali, 2017).

2017 yılında Urla yarımadasındaki kavunlarda meydana gelen kurumalara sebep olan patojenin araştırılması ve yaygınlık durumunu belirlemek için bu çalışma

yapılmıştır. Urla, Çeşme ve Karaburun'da 63 tarla gezilerek hastalık belirtisi gösteren 278 bitki örneği toplanmış ve laboratuvarında izole edilmiştir. Çalışma sonucunda, bitki örneği alınan tarlaların hepsinde kavunlarda kuruma tespit edilmiştir. Hastalık bulundurma %50 ve üzerinde olan 17 tarlanın olduğu belirlenmiştir. Yapılan izolasyonlar sonucunda 165 tane *Fusarium oxysporum* (%52), 77 tane *Macrophomina phaseolina* (%24) ve 77 tane *Fusarium* spp. (%24) izolat elde edilmiştir. Elde edilen izolatlara patojenite testi yapılmıştır. Patojenite sonucuna göre *Macrophomina phaseolina* izolatlarının hepsi, *Fusarium oxysporum* izolatının %68'i kavunda patojen iken diğer *Fusarium* spp. izolatlarından patojen tespit edilmemiştir (Erincik ve ark., 2017).

FOM'un ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2 gen olmak üzere 4 gene sahiptir (Risser ve DW, 1976; Martyn ve ark., 1996).

Ülkemizde bulunan FOM ırklarının ise Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 0,1, 1-2 , Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 0, 1, 2, 1-2 ve Ege Bölgesi'nde 1, 1-2 ve 0 no'lu ırklarının olduğunu belirlemiştir (Şensoy, 2005).

## **2.2. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* 'e karşı Biyolojik Mücadele ile ilgili Yapılan Çalışmalar**

Toprak kaynaklı patojenlerin mücadelesi çok zordur. Bu patojenlerle mücadele etmek için ekim nöbeti, dayanıklı çeşit kullanımı ve kimyasal mücadele yapılmaktadır ama bu mücadele yöntemleri yeterli olmamaktadır. Yaygın olarak yapılan kimyasal mücadelenin de birçok zararı bulunmaktadır. Bu zararları arasında insanlara ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkisi, ürünlerde ve toprakta kalıntı problemi, dayanıklılık sorunu, bazı fungusların spor ve misellerinin uzun süre toprakta kalması durumunda ilaç kullanılsa bile etkili olmama gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Bundan dolayı birçok ülkede biyolojik mücadele üzerine çalışmalar artmıştır (Garg ve Mukerji, 1988).

Biyolojik mücadelenin faydaları arasında en önemlisi çevreye olumsuz etkisinin olmamasıdır. Faydalı mikroorganizmalar, bitkinin kök bölgesinde savunma hattı oluşturarak patojenlerin bitkiyi hastalandırmasını önlemektedir (Chet ve Inbar, 1994; Gamard ve De Boer, 1995).

Biyolojik mücadelenin, rekabet, hipovirulens, uyarılmış dayanıklılık, çapraz koruma, antibiyosis ve hiperparazitizm mekanizmaları vardır (Kotan ve ark., 2002).

1990'lı yıllardan sonra tarımda biyoajanların kullanımında artış olmuştur. Biyolojik mücadelede son yıllarda en fazla kullanılan türler; *Pseudomonas* spp.,

*Bacillus* spp. ve *Trichoderma* spp.'dir. Bu türlerin çeşitli hastalıklar için üretilmiş biopreparatları bulunmaktadır (Weller, 1988; Fira ve ark., 2018).

Biyolojik mücadelede sebze ve meyve hastalıklarına karşı kullanılan bakteriler ise ; *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus* spp., *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. ve *Streptomyces* spp. gibi bakterilerin preparatı bulunmaktadır (Utkhede ve Smith, 1992; Janisiewicz ve Korsten, 2002).

Fluoresan pseudomonadlar (*P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescent* ve *P. syringae*) toprakta yaygın bulunmaktadır. Fluoresan pseudomonadlar bazı ırkları özellikle genç kökler üzerinde koloni olurken bazı ırkları ise toprak kökenli fungal patojenleri kontrol altına alabilmektedir. Fluoresan pseudomonadların toprak kökenli fungal patojenleri kontrol altına alabilme mekanizmaları; rekabet, bitkiye sistemik dayanıklılık kazandırma, antibiyotik ve siderefor üretmeleri, mikolotik enzime sahip olmalarıdır(Lim ve ark., 1991; Walsh ve ark., 2001).

Fluoresan pseudomonadların birçok çalışmaya konu olmasının sebebi hem biyolojik ajan hem de bitki gelişimini teşvik edici bakteriler olmasıdır (Sneh ve ark., 1984; De Boer ve ark., 1999).

*Bacillus* türleri, gram pozitif, çubuk şekilli, zorunlu veya fakültatif aerob ve hareketli bakterilerdir (Katı ve ark., 2016). *Bacillus* spp. uzun süre hayatta kalmasını sağlayan, olumsuz çevre koşullarında ürettiği endospordur. Antibiyotik ve büyümeyi teşvik eden bileşikler üretirler. *Bacillus* spp. bioajan olarak bitkide kullanıldıklarında hastalığı baskıladığı gibi büyümeyide teşvik etmektedir. Bu türler antibiyotik ve büyümeyi teşvik edici bileşikler üretmektedirler (Hallmann ve ark., 1997).

ABD' de 1985 yılında *Bacillus subtilis* A-13 ırkı biyokontrol ajanı olarak ilk çıkarılan ticari preparattır(Broadbent ve KF, 1977).

Son yıllarda *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. ve *Trichoderma* spp. en fazla biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan türlerdir ve bir çok hastalık mücadelesi için üretilmiş biopreparatları bulunmaktadır. Bu biopreparatların çoğu PGPR ırkları oluşturmaktadır(Weller, 1988; Fira ve ark., 2018).

PGPR bakterilerin, fungal patojenleri baskılamasını sağlayan bir çok mekanizma vardır. Baskılamayı sağlayan bu mekanizmalar ise besin maddeleri için rekabet, antibiyotikler, sideroforlar, hidrolitik enzimler, hidrojen siyanür ve hücre dışı uçucu metabolitler, bitki büyümesini teşvik etme ve bitkiler içerisinde indüklenen direnç gibi ikincil metabolitler üretmektedirler (Kloepper ve ark., 2004).

*Trichoderma* cinsi dünyada geniş yayılıma sahip bir fungustur(Domsch, 1980). Yaşam ortamları çok geniştir. *Trichoderma* türleri tarım toprakları, üzerinde meyve ağacı yetişen topraklar, orman humus tabakası, nemli odunda dahil bütün topraklarda yaşayabilmektedir (Roiger ve Jeffers, 1991).

*Trichoderma* spp. genellikle tarım toprakları ve ormanlardan izole edildiği tespit etmişlerdir (Domsch ve ark., 1980). En çok izole edildikleri yer ise, çürümekte olan organik materyal üzerinde yaşayan bitki patojenleri içerisinde izole edilmektedir (Volk, 2004).

*Trichoderma* spp. 'nin diğer funguslar gibi kolonizasyon açısından sıcaklık, nem ve pH değerleri önem arz etmektedir(Widden ve Abitbol, 1980; Carreiro ve Koske, 1992).

*Trichoderma* spp., pH' ı 3.5-5.6 aralığında olan topraklarda iyi gelişmektedir (Domsch ve ark., 1980), sıcak topraklarda gelişebildikleri gibi soğuk topraklarda da gelişebilir (Klein ve Eveleigh, 1998), optimal sıcaklık isteği ise 22-30 °C arasındadır (Domsch ve ark., 1980)

Toprak nemi, *Trichoderma* spp. popülasyonunun yayılımında önemli bir yere sahiptir (Lavelle ve Spain, 2001). Sıcaklık *Trichoderma*' nın gelişimi üzerinde önemli bir yere sahiptir ama orta düzeydeki toprak nemi popülasyon yayılımı ve optimal gelişim için daha önemli olduğu belirlenmiştir (Danielson ve Davey, 1973).

*Trichoderma* spp. bazı bitki patojeni funguslara karşı antagonist etki gösterdiği tespit edilmiştir (Cook ve Baker, 1983). Bitki kök yüzeyine kolonize olarak bitki metabolizmasında değişikliğe sebep olduğu belirlenmiştir. Bitki patojenlerin gelişimini engelleyerek hastalık oluşumunu azaltmakta ve toprak veya organik maddeden besinleri çözmesiyle bitki gelişiminide etkilemektedir. *Trichoderma* türlerinin biyokontrol mekanizmaları ise; mikoparazitizm, antibiyosis ve rekabetlilik olarak tespit edilmiştir(Howell, 2003).

Biyolojik savaşa rekabet, hem yer için hem de besin için yapılan en sorunsuz mekanizmadır. Rekabet, ortamda yeterli kaynağın bulunmadığında iki veya daha fazla daha fazla mikroorganizma tarafından yararlanma üstünlüğü olarak tanımlanmaktadır. Karbon, demir, azot, mikro besinler, yer, ışık, oksijen ve karbonhidrat için mikroorganizmalar arasında rekabet olmaktadır. Besin elementlerinden karbon ve demirbiyokontrolde çok önemlidir. Antagonist x patojen savaşında ister besin için isterse yer için rekabet olsun, biyolojik savaşın başarısı için antagonistin hem hızlı çoğalması hem de hızlı kolonize olması gerektiğini bildirmiştir (Karagöz, 2009).

Biyolojik savaşta antibiyosis, herhangi bir mikroorganizmanın antibiyotik ya da benzeri metabolit salgılaması ve bu salgıladıklarıyla başka bir mikroorganizmayı engelleme veya yıkıma uğratması olarak tanımlayabiliriz. *Bacillus*, *Gliocladium*, *Trichoderma* ve bazı floresan *pseudomonas*'ların patojenleri engellemeleri salgıladıkları antibiyotik ve benzeri metabolitlerden kaynaklandığını belirtmektedirler(Kotan ve ark., 2009).*Bacillus* türleri çok çeşitli metabolitler(iturin, bacillomycin, fengycin, surfactin, bacilysin, ericin, meracidin, subtilin, subtilosin, mycosubtilin gibi) üretmektedir. Üretilen antimikrobiyal metabolitler, bitki hastalıklarını kontrol etme özelliğini belirlemektedir (Mora ve ark., 2011).

Biyolojik savaşta hiperparazitizm ise parazit olan herhangi bir organizmanın sekonder bir parazitten parazitlenmesi olarak tanımlayabiliriz. Hiperparazitizmin doğada yavaş gerçekleşmesinin nedeni konukçu ve parazitin yakın bir ilişki kurması gerektiği içindir. Bundan dolayı hiperparazitizm antagonistlerin başarısını arttırmaktadır(Karagöz, 2009).

Kavunlarda solgunluk hastalığına neden olan FOM'un 1-2 nolu ırkına karşı mücadelesinde, patojen olmayan *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop) ve *Trifluralin* kullanılmıştır. Uygulamayı hem tohuma hem toprağa hem de ikisine uygulayarak deneme kurulmuştur. Denemenin sonunda *fusarium* solgunluğuna karşı *P. fluorescens* ve *P. putida*'nın etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca Floresan *Pseudomonas*'ların çalışmada kullanılan diğer prepatlarla kombine halinde kullanıldığında da etkili olduğu gözlenmiştir. Çalışmada biyoajan funguslar, non-patojen *F. oxysporum* ve *T. harzianum* tek başlarına mücadelede etkili olmamışlardır. Fakat non-patojen *F. oxysporum*, Floresan *Pseudomonaslar* ve *Trifluralin* kombine halinde kullanıldıklarında etki gösterdikleri gözlenmiştir. *Trifluralin* uygulaması yapılırken toprak hem steril hem de steril edilmeden uygulandığında orta derecede etkili olduğu gözlenmiştir. *Mycostop* hem tohuma hem de toprağa uygulama yapıldığında her ikisinde de etkili olduğu gözlenmiştir. *Trifluralinin*, non-patojen *F. oxysporum* ve *T. harzianum* birlikte kullanıldığında çok etkili oldukları tespit edilmiştir(Akılbekova ve R., 1996).

Patojenlerle mücadelede pestisitler ve organik kimyasal kullanılmaktadır. Kullanılan pestisit ve organik kimyasallarda canlılarda toksik etli yapılmaktadır. Bu nedenden dolayı biyolojik mücadelenin önemi son yıllarda artmaktadır. Biyolojik mücadele ajanı olarak bir tanesinde *Trichoderma spp.*'dir. Bu çalışma ile Eskişehir'deki

topraklardan izole edilen *Trichoderma harzianum* izolatlarının toprak kökenli patojenlere karşı etkisi araştırılmıştır. Yapılan inhibisyon deneyinin sonucunda; *F.oxysporum* ve *G.graminis*'e karşı T20, *D.sorokiniana*'ya karşı T18, *F.culmorum*'a karşı T1, *R.solani* ve *F.moniliforme*' ye karşı T8, *F.solani*'ye karşı T15, *R.cerealis*'e karşı T4, *S.rolfsii*'ye karşı T11 etkili olduğu tespit edilmiştir. T4 izolatının diğer izolatlarla kıyaslandığında daha etkili olduğu saptanmıştır(Küçük, 2000).

2002 yılında acı baklalardan *Bacillus coagulans* No67 izole etmiştir *Trichothecium roseum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Fusarium culmorum*' a *Bacillus coagulans* No67 izolatının antagonist etki gösterip göstermediği araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda test edilen fitopatojen fungusları engellediği belirlenmiştir. *Bacillus coagulans* No67' in ergosterol sentezi ile hastalığı baskıladığı tespit edilmiştir (Czaczyk ve ark., 2002).

FOM'a karşı baskılayıcı etkilerini incelemek için bir lignin türevi bileşik (Ca-Lignosülfonat) ve antagonist *Trichoderma atroviride* ırkı (TA312B2) karışımı kompost hazırlanmıştır. Kullanılan fungus kompostu, solgunluk hastalığına karşı yüksek baskılayıcı aktivite ve CA Lignosülfonat ve TA312B2 ile ikili takviye ile biyolojik kontrolü daha da artırmıştır(Montanari ve ark., 2004).

*Pseudomonas putida*'nın iki farklı ırkının talk bazlı formülasyonları, FOM'a neden olduğu kavun fusariumsolgunluğuna karşı baskılama kabiliyetini belirlemek için ayrı ayrı ve birlikte in vivoda üst üste iki yıl test edilmiştir. 2001 ve 2002 yıllarında gerçekleştirilen saha denemelerinde, 30 adet *P. putida* ırkının formülasyonları ile tohum iyileştirilmesi ile elde edilen kontrol etkinliği, başka yere dikildikten 90 gün sonra 180 ırk için % 63 ila % 46-50 arasında olduğu tespit edilmiştir. *P. putida* ırklarının karışımı ile tohum iyileştirilmesi, ayrı ayrı uygulanan biyokontrol ajanları kadar etkili olmamıştır. Her iki yılda kimyasal olarak kullanılan benomyl, FOM'un şiddetini azaltmada biyoformülasyonlardan daha az etkili olduğu belirlenmiştir(Bora ve ark., 2004).

Son yıllarda toprak kaynaklı bitki patojenlerini baskılamak için kompostların kullanımı kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve bazı mikroorganizmalar kompost ile değiştirilmiş substratlarda biyokontrol ajanları olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, kompostlardan elde edilen fungus ve bakterilerin FOM'a karşı in vitro ve in vivoda baskılanması araştırılmıştır. Kavunlarda FOMönemli ürün kayıplarına ve çoğu tarlalarda sorun oluşturmaktadır. Kompost örneklerinden; 245 bakteri, 73 aktinomiset, 175 fungus izole edilmiştir. FOM'un büyümesini inhibe eden 179 izolat tespit

edilmiştir. Seçilen 179 ırkın hücresiz ekstraktları hazırlandı, konsantre edildi ve daha sonra antagonistik olan 10 fungusun FOM büyümesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Seçilen fungusların kavun fusariumsolgunluğu üzerindeki etkisi sera koşulları altında deneye tabi tutulmuştur. Sonucunda, kompostlama işlemi sırasında optimum havalandırmanın biyokontrol ajanlarının izolasyonu için uygun olduğu belirlenmiştir. Biyolojik kontrol aktivitesi en yüksek ırklar olgunlaşmış kompost örneklerinden izole edilmiştir ve çoğunlukla *Aspergillus* türleridir. Sonuç olarak FOM'a karşı biyokontrol ajanı olarak kabul edilmiştir(Suárez-Estrella ve ark., 2007).

FOMve *F. oxysporum* f.sp. *niveum*(FON)'un neden olduğu fusarium solgunluk hastalığını baskı altına alabilmek için *Penicillium oxalicum*' un farklı gelişme koşulları altında etkisi araştırılmıştır. Bitki büyütme odasında ve sera denemelerinde FOM ile enfekteli kavun bitkilerinde, hastalık oranında azalma olduğu saptanmıştır. FON ile enfekteli karpuz bitkilerinde, bitki büyütme odasında hastalığı engelleme oranı % 58 iken sera denemesinde % 54 oranında hastalığı engellediği belirlenmiştir. Bu yapılan çalışmanın sonucunda, *Penicillium oxalicum*' un FOM ve FON neden olduğu fusariumsolgunluk hastalığını baskılamada etkili olabileceği tespit edilmiştir(De Cal ve ark., 2009).

Toprak kökenli hastalıkların baskılanmasında, kompostlarda bulunan antagonistik mikroorganizmaların aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Çok çeşitli antagonistik mikroorganizmalar vardır ve kompostlarda doğal bir şekilde kolonize olabilen baskılama özelliğine sahiptirler. Çalışma alanı olarak Hatay ili ve çevresi zeytin üretim yerleri, zeytinyağı fabrikası, MKÜ Selam çiftliği, ticari silaj ve küspe yapım tesisleridir. Buralardan sağlanan materyallerden elde edilen kompostlardan 27 fungus ve 34 bakteri elde edilmiştir. Toprak kökenli olan FOM'un gelişimiüzerine etkilerini gözlemek için in vitro şartlarında araştırılmıştır. Elde edilen izolatlardan 12 tane fungal (toplam izolatanın % 44.4' ü), 31 tane de bakteri izolatu (toplam izolatanın % 91.1'i) ikili kültür denemeleri yapılmıştır. Sonucunda FOM'un miseloyal gelişimini değişik miktarlarda engelleyerek antagonizm etki göstermiştir. Antagonist özelliğe sahip olan fungal izolatlardan 1 tanesi *Aspergillus niger*, 11 tanesi de *Penicillium* spp.'dir. Bakteriyel izolatlarda da yoğunlukla *Bacillus* spp. (% 73.3) etki göstermektedir. Değişik kompostlardan elde edilen fungal izolatlardan *Penicillium* spp.'nin K3F:0:4:1, K4F:0:5:2, K4F:1:4:2 ve *Aspergillus niger* izolatu K3F:2:4:3 elde edilirken beş bakteriyel etmeden *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), , *Enterobacter-gergoviae*

(K4B:4:7:1), *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1)'nin *F. oxysporum* f.sp.*melonis*'e karşı en etkili antagonist etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir(Çakırbey, 2012).

2003-2004 yıllarında,FOM ile enfekte olmuş hastalıklı ve FOM ile enfekte olmamış sağlıklı bitkilerin rizosfer bölgesinden toprak örneği alınmıştır.FOM'u inhibe eden *Burkholderia* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp. ve *Pseudomonas fluorescens* olmak üzere yirmi bir bakteri türü izole edilmiştir. Antagonist bakteriler Meşhed'in uzun kavun çeşidinin köklerini kolonize etmiştir ve iki hafta içinde büyüme odası ve sera koşulları altında,FOM varlığı ve yokluğunda, taze ve kuru ağırlığının, kök ve kök uzunluğunun, yapraklarının sayısında artış gözlenmiştir.FOM'unin vitroda gelişmesini engelleyen mekanizmalar, antagonizm, siderofor, ve ekzojen bileşiklerin salgılanmasıyla sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan antagonist türler, kontrollü koşullar altında uzun kavun tohumlarını FOM'un enfeksiyonunu azalttığı tespit edilmiştir(Registeri ve ark., 2012).

FOM'un neden olduğu kavun solgunluk hastalığı kavunlarda önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu hastalığı kontrol etmek için antagonistik biyoajan olan *Bacillus subtilis* Y-IVI ile takviye edilmiş bio-organik (BIO) gübre kullanılmıştır. Hastalığın etkinliğini araştırmak ve biyokontrol mekanizmaları açıklamak için laboratuvar deneyleri yapılmıştır. BIO, hastalık oranını önemli ölçüde azaltmıştır. BIO tedavisinde bitki filizlerinde *Fusarium oxysporum* popülasyonu, kontrolden yaklaşık 1000 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir. *Bacillus subtilis* Y-IVI popülasyonu,BIO uygulamadan sonra kavun rizosferinde yüksek oranda çıkmıştır. BIO muamelesinde antifungal lipopeptidlerin, iturin A'nın konsantrasyonu, diğer tedavilerden daha yüksektir. Transplantasyondan on gün sonra, BIO ile muamele edilmiş bitki yapraklarındaki salisilik asit içeriği kontrolden önemli ölçüde yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak, BIO gübre uygulamaları etkili bir şekilde kavun fusarium solgunluğu hastalığını kontrol altına almıştır. Çünkü antagonistik mikroorganizma bitki rizosferini etkin bir şekilde kolonize ederek patojen istilasını önlemektedir. Ayrıca Y-IVI, rizosferde antifungal lipopeptidler ürettiğinde saptanmıştır (Zhao ve ark., 2013).

FOM dünya çapında kavun üretimini etkileyen bir bitki patojenidir. Hastalık yönetim stratejisinde, çevre dostu biyokontrol ajanlarının (BCAs) kullanılmasıdır. Bu doğrultuda, tohum kaplama ve nakil toprak dolgusuna farklı oranlarda *Paenibacillus alvei* K165 'in in vitroda FOM'a karşı etkisi değerlendirildi. Kavun bitkilerinde, alınan toprak dolgusuna %10 (v/v) oranında K165 (107 cfu g<sup>-1</sup> tozu) ile karıştırdıktan sonra fusarium solgunluk hastalığının belirtilerinde bir azalma gözlenmiştir. Farklı

muamelelerde K165 izolatın rizosfer popülasyonunun izlenmesi, hastalığın baskılanmasından önce elde edilmesi gereken bir eşik popülasyon seviyesinin olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmanın verileri, FOM'a karşı K165'in bitki koruyucu aktivitesinin antibiosis ve Chit1 ve Pal1 genlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Charalambous ve ark., 2013).

Bu çalışmada, patlıcan rizosferinden 10 tane *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri izole edilerek *F. oxysporum* f.sp. *melongenae*'ne karşı biyolojik mücadele imkanları araştırılmıştır. Fusarium solgunluğuna karşı yapılan saksı denemelerinde, *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), *Pseudomonas. putida* (P11-4), *Pseudomonas aeruginosa* (85A-2), *Bacillus amyloliquefaciens* (76A-1) ve *Bacillus cereus* (B10A) hastalık şiddetini %85 oranında azaltığı belirlenmiştir. Antagonist izolatlardan %70 oranında engelleme ile en fazla antagonistik etki gösterenler: *P. aeruginosa* (P07-1 ve 85A-2) ve *P. putida* (P11-4). En düşük antagonistik etki ise *P. putida* (P13-1) uygulanan izolatlarda tespit edilmiştir. *Bacillus* izolatları ise (B10a, B379c, 76A-1) %50 oranından fazla inhibisyon sağladığı tespit edilmiştir. Fakat PGPR bakterilerin tek tek uygulamasının kombinasyona göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Altınok ve ark., 2013).

Mısır'da kavun fusariumsolgunluk hastalığı yaygın ve önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Farklı biyokontrol ajanlarının (BCAs) FOM'a karşı etkilerini belirlemek için in vivo ve in vitro denemeleri yapılmıştır. İn vitroda FOM misel büyümesini, *Trichoderma viride* ve *Gliocladium virens*, sırasıyla %86,33 ve %86,11 oranında önemli ölçüde azaltmıştır. Sera koşullarında, 1022, caruso, birincil ve ideal genotipler, FOM'un istilasına karşı toleranslı en iyi genotiplerdir. Bu genotipler, diğer genotiplerle kıyaslandığında bitkilerin %60'ı hayatta kalmıştır. Test edilen bütün BCAs, FOM hastalık insidansını önemli ölçüde azaltmıştır. Ekimden 15 gün sonra *Trichoderma viride* ile yapılan tedavi, 45 gün sonra hastalık insidansını %96 canlı bitki kalarak %100 hastalığı baskılamıştır (El-Sheshtawi ve ark., 2014).

Hıyar solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* karşı ticari bazı biofungisitlerin etkisini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Çalışmada kullanılan ticari preparatlar: Remedier (*T. harzianum* + *T. viride*), Companion (*Bacillus subtilis* GB03), Actinovate SP (*Streptomyces lydicus* strain WYEC 108), T 22 Planter Box (*Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2) şeklindedir. Biofungisitlerin etkililiğinin belirlenmesi için *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* kullanılarak saksı denemesi kurulmuş ve tohum ilaçlaması ve tohum emdirmesi şeklindeki iki farklı yöntem

kullanılmıştır. Tohum ilaçlama yöntemi, her üç patojene karşı kullanılan bazı biyofungisite karşı etki etse de devamlı olmadığı için sonuçlar ikna edici olmamıştır. Tohum emdirme yönteminde ise test edilen tüm biyofungisit patojenlere karşı farklı oranlarda etki gösterdiği saptanmıştır. Test sonucuna göre: *F. oxysporum* karşı uygulanan Companion etkisi %75'lere varan seviyede etki gösterirken benzer seviyedeki etkiyi *R. solani* için T-22 ve Actinovate uygulamalarında tespit edilmiştir. *S. sclerotiorum*'a karşı kullanılan Actinovate etkisi %70 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre, tohum emdirme yöntemiyle uygulanan biyofungisitlerin, hıyar solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan toprak patojenlerine karşı etkili olduğu saptanmıştır (Yorgancı, 2014).

Etkili mikroorganizmalar, toprak kaynaklı bitki patojenlerini doğrudan veya dolaylı olarak baskılayabilen, bitki kökleriyle birlikte rizosfer bölgesinde bulunabilmektedirler. Toprak kaynaklı bitki patojenlerini baskılayan, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* ve *Serratia* türleri de dahil olmak üzere çok sayıda bakteri tespit edilmiştir. Bu çalışmada, *Fusarium* solgunluk hastalığı belirtisi göstermeyen, Rock kavun çeşidi olan tarlanın üç yerinden bitkinin rizosfer bölgesinden toprak örnekleri alınmıştır (Malezya). Dilüsyon yöntemi ile 72 etkili bakteri izole edilmiştir. Test funguslarına karşı inhibitör özelliklerine sahip izolatlar, hücre dışı metabolit testi ile daha ileri tarama için seçilmiştir. Fungus büyümesinin %60'ını engelleme gösteren yedi izolat, koloni morfolojisi, biyokimyasal testler ve Biolog® sistemi temelinde tanımlanmıştır. Bu izolatlar, *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Serratia* spp. tanımlanmış, sadece bir izolat tanımlanamamıştır. MKB04 ve MKB10, FOM misel gelişimini en iyi baskıyan izolatlardır. Bu iki izolat, *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Alcaligenes faecalis* olarak tanımlanmıştır. Etkili mikroorganizmalar, FOM'a karşı in vitrodaki antagonist etkileri ile biyolojik ajan olarak kullanılabilirliklerini ortaya koymaktadır (Elmahdi ve ark., 2015).

2015 yılında Beş biyo-pestisit, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, VAM ve Biodinamik kültürlerin FOM'un neden olduğu kavun solgunluk hastalığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. *Trichoderma* ve Biodinamik kültürlerinin %5 konsantrasyonu solgunluk oranını önemli ölçüde azaltmıştır. *Trichoderma* uygulaması yapıldığında embriyonik gövde(plumule) de çürümelerin azaldığı belirlenmiştir. *Trichoderma* muamelesiyle fide ve bitki ölümlerinde azalma ve meyve veriminde artış gözlenmiştir. Diğerler uygulamalardaki sonuçlar sırasıyla; Biodinamik kültür, VAM, *Penicillium* ve *Aspergillus*'da gözlenmiştir. Tüm muameleler, kontrole göre yüksek bulunmuştur.

Kavun solgunluk hastalığı, *Trichoderma*'nın %5 konsantrasyonunun toprak uygulaması yoluyla etkili bir şekilde kontrol edilebileceğini bildirmişlerdir (Narayan ve ark., 2015).

Kavun solgunluğuna neden FOM dünya çapında kavun (*Cucumis melo L.*) yetiştiricileri için önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışmada *Trichoderma* spp. tarla koşullarında kavun solgunluğunu kontrol etmek ve biyokontrol verimliliğini artırmak için sıvı kompost halinde kullanılmıştır. İlk denemede, doğal olarak istila edilmiş bir toprakta kavun solgunluğunu kontrol etmek için *Trichoderma harzianum* LCB47, *Trichoderma viride* LCB48, *Trichoderma koningii* LCB49 ve *Trichoderma polysporum* LCB50 kullanımını değerlendirilmiştir. *T. polysporum* LCB50 (Tp) ile yapılan muamele, kavun solgunluğunu kontrol etmede en yüksek verimi göstermiş (% 44.85) ve meyve verimini % 43 oranında artırmıştır. İkinci denemede ise Tp tohum muamelesi olarak uygulanmış ve uygulamadan 15 gün sonra bir kez tekrarlanmıştır. İki doz sıvı kompost: 25 (LC25) ve 50 mL (LC50), pL1 bitkinin gelişimi boyunca haftalık olarak gübreleme yoluyla uygulanmıştır. Bu denemede, *T. polysporum* LCB50 tek başına uygulanarak solgunluk (P <0.05) önemli ölçüde kontrol edilmiş (% 32.2) ve meyve üretiminde % 27 artış olmuştur. Her iki LC dozunun tek başına uygulanması hastalık insidansını önemli ölçüde azaltmadı. Bununla birlikte, Tp ve LC25 ve LC50 uygulandığında güçlü bir sinerjistik etki gözlenmiş bu da oldukça önemli bir solgunluk kontrolü (sırasıyla% 68 ve 72) ve verimde bir artış olmuştur. Tp + LC50 tedavisinin kullanımı ticari meyvelerin üretiminde % 100 artış olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, kavun fusarium solgunluğuna karşı entegre yönetim için *T. polysporum* LCB50 ve bir organik madde önerilmektedir (Gava ve Pinto, 2016).

*Bacillus* ırkı Y-IVI, kavun Fusarium solgunluğunun biyokontrolünde kullanılmıştır. Kültür süzüntüsündeki antifungal bileşikler, yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle saflaştırılmıştır. İki homolog iyon serisi, biri 1028.7, 1042.7 ve 1056.7 moleküler ağırlıklara ve diğeri 1463, 1477 ve 1491 moleküler ağırlıklara sahip sıvı kromatografi-elektrosprey iyonizasyon-kütle spektrometrisi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bileşikler, sırasıyla iturin A ve fengisine olarak belirlenmiştir. Y-IVI ile maksimum iturin üretimi 89.75 mg / l'dir. Sonuç olarak, Y-IVI türünün antifungal bileşikler üretebildiğini ve dolayısıyla fusarium solgunluk hastalığının biyokontrolünde kullanım potansiyeli olduğunu tespit etmişlerdir (Zhao ve ark., 2016).

FOM'un neden olduğu fusarium solgunluğu kavun bitkilerinin veriminde çok fazla kayıp veren toprak kaynaklı patojendir. *Fusarium* morfoloji, semptom üretimi,

patojenite ve geniş konukçu aracılığı açısından değişken bir fungustur. 2013 ve 2015 yılları arasında 120 adet fusarium solgunluk hastalığı belirtisi gösteren kavun örnekleri toplanıp izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda *Fusarium oxysporum*, *Fusarium acuminatum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium proliferatum* ve *Fusarium solani* izole edilmiş ve patojenite testi yapılmıştır. Daha sonra, filogenetik analiz için bir tür seçilmiştir. Başlangıçta, *Fusarium* izolatları morfolojiye göre sınıflandırılmış ve uzama faktörü 1 $\alpha$  ve DNA'dan gelen dizi verilerine dayanarak kimlikler doğrulanmıştır. Daha sonra *Fusarium* değişkenliğinin coğrafi köken ve patojenite ile ilgili olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Yakın analiz veri kümeleri, coğrafi kökene dayalı bazı türleri göstermiştir. Fakat patojenleri içeren tek bir tür bile bulunamamıştır. Patojenisiteyi etkileyen faktörler değişken olduğundan, gelecekteki çalışmalarda onları dikkate alınmalıdır. Neredeyse tüm türlerde Fom ve bazı patojenik olmayan izolatların varlığından dolayı, Fom'un monofitik olmadığı tespit edilmiştir (Mahdikhani, 2016b).

*Fusarium solgunluk* hastalığı birçok ülkede yüksek ürün kaybına neden olmaktadır. *Fusarium solgunluk* hastalığının mücadelesinde yaygın olarak kimyasal mücadele kullanılmaktadır. Kimyasal mücadelenin çevreye ve sağlığa olan riski azaltmak için biyolojik mücadele umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı, *Fusarium oxysporum* ile mücadele biyokontrol potansiyele sahip bakterilerin topraktan izole etmektir. Bakteriyel izolatlar topraktan izole edildikten sonra morfolojik ve biyokimyasal olarak karakterize edilmiştir. İzolatlar *Bacillus subtilis* olarak standart yöntemlere göre tanımlanmıştır. *Fusarium oxysporum*'a karşı bakteriyel izolatların antifungal etkilerini belirlemek için in vitro denemesi yapılmıştır. *Bacillus subtilis*'in toprakta etkili olup olmadığını görmek için saksı denemesi yapılmıştır. Birinci grupta, *F. oxysporum* bulunan saksılara carbendazim ile (kimyasal olarak muamele edilmiş grup) tedavi edilmiştir. İkinci grupta ise *F. oxysporum* bulunan saksılara *Bacillus subtilis* (biyolojik olarak tedavi edilen grup) ile tedavi edilmiştir. Üçüncü gruba patojen eklenmedi (negatif kontrol grubu). Son grupta tedavi olmadan *F. oxysporum* bulunmaktadır (pozitif kontrol grubu). Test edilen bitkilerin kuru ağırlığı, gövde uzunluğu ve kök uzunluğu açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, karpuz, salatalık ve kavunun kuru ağırlığı ve kök uzunluğunun, kimyasal ve biyolojik kontrol ile tedavi edilen gruplarda pozitif kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Kök uzunluğunun diğer testlerle kıyaslandığında biyolojik kontrolde önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, *Fusarium oxysporum*'a karşı *Bacillus subtilis*'in ırklarının antifungal etkiye sahip

olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, izolatlarımızın tarımda, özellikle karpuz, salatalık ve kavunun *Fusarium oxysporum*'un kontrolünde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (El Kichaoui, 2016).

Kavun üretiminde önemli bir problem olan ve verim kayıplarına neden olan *Fusarium oxysporium* f.sp. *melonis* (L&C) Synd. & Hansen patojeninin yol açtığı solgunluk hastalığı ve kavunun bazı gelişim parametrelerine karşı Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) ve Peynir Altı Suyu (PAS) uygulamaları yapılarak etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın birinci safhasında, belirli kavun çeşidi ve AMF türü kombinasyonunu belirlemek için iklim odasında deneme kurulmuştur. Kontrollü koşullarda 3 farklı kavun çeşidi (Ananas, Akhisar ve Hasanbey) 3 farklı AMF türü ile (*Gigaspora margarita*, *Glomus intraradices* ve ticari mikorhizal preparat *Symbion vam plus*) inokule olması sağlanmıştır. 3 AMF türü her bir kavun çeşidinde % 18.89 ila 97.28 oranlarında kolonize olmuştur. Mikorhizal bağımlılık ise %6.77 ila 32.92 oranında değişmiştir. Hem kolonizasyon hem de mikorhizal bağımlılık bakımından en iyi kombinasyon Akhisar x *Symbion vam plus*'datespit edilmiştir. İkinci safhada ise kavun bitkilerine FOMinokule edilmiş ve daha sonra AMF ve PAS uygulamasının etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. AMF ve PAS uygulamalarının kavunun gelişiminde olumlu yönde etkilemiştir. Bitkideki besin elementi bakımından da benzer durum bulunmuşve AMF ve PAS uygulamasının özellikle fosfor alınımını çoğalttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda AMF ve PAS uygulamasının tekli kombine denemelerinde FOM' ubaskılamıştır. Bu etkinin oranları %33.3 ila 53.3 olarak tespit edilmiştir (Koruçi, 2016).

Yapılan bir çalışmada, FOM'un neden olduğu kavun bitkileri üzerinde fusarium solgunluk hastalığının kontrolündeki Floresan *Pseudomonas* ve bazı indükleyici ajanların etkinliğini değerlendirmektir. Çalışmada patojenik fungus izolatlarının patojenite testi yapıldı ve bu hastalığın ajanlarını kontrol etmek için bakteri ve indüksiyon ajanlarının etkinliği karşılaştırılmıştır.FOM testinin sonuçları, FOM8 izolatlarının lahana tohumları kullanılarak en çok izole edildiğini göstermektedir. Floresan *Pseudomonas*'ın saf izolatları elde edilmiştir. Floresan *Pseudomonas*, PSA'da *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in büyümesini %92 oranında engellemiştir. Floresan *Pseudomonas* ve indüksiyon faktörler, FOM'a arazi koşullarında denendiğinde %44 olan hastalık şiddetini %6'ya düşürmüştür. Bitkinin uzunluğu 45 gün sonra 45.3 cm olup, kontrol muamelesinde (sadece patojen) bitkinin uzunluğu 18.6 cm'dir. Vejetatif ve

kök grubunun yumuşak ağırlığı 12.8 g olup, sadece patojen muamelesinde ağırlık 5.3 g olarak belirlenmiştir (N Alhamiri ve A Khdem, 2018).

FOM 'a karşı biyolojik mücadele imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada *Bacillus* spp.(DP - 1)' nin ikili kültür denemesinde %70.68 oranında hastalığı engelleyerek, FOM'a karşı en yüksek antagonistik etki göstermiştir. Proteaz üretimi olarak, test edilen 7 bakterinin tamamı,( B43 hariç) PDA ortamı üzerinde açık bölge üreterek pozitif sonuç vermiştir. Test edilen birkaç parametreden sonuç olarak, *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'nin biyolojik kontrol ajanı olarak kavun bitkisinde fusarium solgunluk hastalığını kontrol etmek için kullanılabileceği tespit etmişlerdir (Sajili ve ark., 2018).

Biyolojik kontrolü teşvik etmek için birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan in vitro test sonucunda, *Aspergillus flavus* en etkili biyoajan olarak bulunmuştur. *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* ve *Fusarium solani* f.sp. *cucurbitae*'nin miseliyal inhibisyonunu %50 oranının üzerinde engellemiştir. *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* ve *Aspergillus terreus*, *F. oxysporum* f.sp. *melonis*' e karşı hiperparazitizm etki göstermiştir. Beş tane *Macrophomina phaseolina* izolatının misel büyümesini *Trichoderma harzianum* azaltmıştır (% 44.42). Sera deneylerinde, FOM ile aşılansın kavunlara, *A. flavus* ve *A. fumigatus* izolatları uygulanmıştır. Denemenin sonucunda hastalık şiddeti indeksinde azalma olduğu belirlenmiştir(DSİ). *M. phaseolina* ile aşılansın karpuz ve kavun bitkilerindeki hastalığı önlemek için *Penicillium digitatum*, *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma viride* biyoajanları uygulanmış ve sonucunda bitkilerde iyileşme gözlenmiştir. *T. harzianum* (karpuzda, 15%) ve *A. flavus* (kavun, 12%) bitkilerdeki hastalığı önlemede etkili olduğu belirlenmiştir. Karpuzda inokule edilmiş *F. solani* f. sp. *cucurbitae* ile mücadele etmek için, *Trichoderma erinaceum*, *T. viride*, ve *A. flavus* biyoajanlar uygulanmış, bir diğer aşılama da *F.oxysporum* f. sp. *niveum* karpuzda inokule edildi ve mücadele etmek için, *Trichoderma helicum* uygulanmış ve sonucunda hastalık oranlarında önemli düşme tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar *F. solani* f. sp. *cucurbitae* ile aşılansın kavunları tedavi etmek için *T. erinaceum* izolatları uygulandığında da elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, FOM ile mücadele en etkili olan biyoajanların, *T. viride*, *T. erinaceum* ve *A. flavus* olduğu tespit edilmiştir. *Trichoderma harzianum*, kabakgil toprak kaynaklı patojenlere karşı en iyi biyoajanlar olarak belirlenmiştir(Boughalleb-M'Hamdi ve ark., 2018).

Ülkemizde fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*; FOM) önemli verim kayıplarına sebep olmaktadır. FOM ile mücadelede, bazı bitki gelişme düzenleyici rhizobakterilerin *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), *P. aeruginosa* (P07-4),

*Pseudomonas* sp. (P48-2) ve *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve bitki aktivatörlerinin (AuxiGro, Crop-Set ve ISR-2000) etkisini yaygın kullanımı olan bir fungusla (Maxim® XL) karşılaştırılmalı olarak araştırılmıştır. Rizobakteri ve *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom-TR01)'in arasındaki antagonist ilişkide, PGPR izolatlarının Fom-TR01'in miseliyal gelişiminde etkili olmadığı veya çok az etki ettiği(%20-28) saptanmıştır. PGPR izolatları kavun tohumlarında çimlenme oranını %74-86 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Radikula hipokotil uzunluklarında en başarılı olan izolatlar sırası ile P07-1, P07-4, B379c ve P48-2 olarak belirlenmiştir. Tohum çimlenme indeksi, P07-4 izolatı kontrolle karşılaştırıldığında en yüksek değeri elde edilmiştir. Bitki aktivatörlerinden AuxiGro ve Rizobakterilerden P07-1 izolatı pozitif kontrolle kıyaslandığında hastalık gelişimini engellediği ve bitkide gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır. (Delisoy, 2019).

2017-2018 yılları arasında nohut solgunluk hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum*'a karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda fungal bioajan olan *Trichoderma*'lardan bazı türlerin etkisini belirlemek için bir çalışma yapılmıştır. *În vitro* da ikili kültür yöntemi kullanılmıştır. Aynı PDA besiyerine *Fusarium oxysporum*'un N5-N7 izolatlarına karşılıklı olarak *Trichodermaspp.* konulmuş ve en etkili olan *Trichoderma*türleri ; *T. hamatum* ÖT 16, *T. asperellum* ÖT1, *T. strigosum* LO43, *T. gamsii* VG47 ve *T. gamsii* VG48olarak tespit edilmiştir. *În vivo* da ise bulaşıklı saksı toprağına, nohutlara fungal bioajanlar uygunarak yapılmıştır. Bu çalışma ile nohut solgunluk hastalık etmenine karşı *Trichoderma*'ların değişik oranda etkilediği saptanmıştır. Çalışma sonucunda en etkili izolatların *T. hamatum* ÖT16, *T. viride* VG18, *T. gamsii* VG47 olduğu bildirilmiştir Bir çok çalışmaya konu olan ve günümüzde de en fazla araştırma yapılan *Trichodermaspp.*'nin çok sayıda ticari preparatı vardır ve üzerinde araştırmalar yapılarak geliştirilip bitki patojenlerine karşı kullanılmaktadır (Aydın ve ark., 2009).

Biyolojik mücadele yöntemi çevreye ve canlılara olan riskin azalmasını sağladığı için insanlar için umut kaynağı olacaktır. Yapılan bu çalışmamızda da, kavun fusarium solgunluk hastalığına karşı etkili biyoajanları bulmayı amaçlanmıştır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Test Patojeni**

Çalışmada kullanılacak test patojeni, Konya ilinin Çumra ilçesinde yetiştirilen hastalıklı kavunlardan izole edilip Booth, 1971; Booth, 1977 ve Singleton ve ark. 1993'e göre tür tanılması yapılmış ve kavun bitkisinde virülensliği tespit edilmiş olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatu kullanılmıştır.

##### **3.1.2. Test Bitkisi**

Çalışmamızda konukçu olarak kavun bitkisi seçilmiştir. Kavun bitkisinin çeşitini seçerken *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e hassas olan 'Kırkağaç' çeşiti seçilmiştir. Kırkağaç çeşiti kavun tohumu Arzuman Tohumculuktan temin edilmiştir.

##### **3.1.3. Bitkilerin Yetiştirilmesinde Kullanılan Ortam**

Patojenisite testinde saksılarda steril edilmişlarla toprağı, torf ve perlit yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Saksı denemelerinde %50 oranında torf, %25'i perlit ve %25'i tarla toprağı olan karışım kullanılmıştır. Denemede 2,5 lt hacimli plastik saksılar kullanılmıştır. Saksılara 2' şer kilo toprak karışımı konulmuştur.

##### **3.1.4. Antagonist Bakteri ve Fungus**

Çalışmada survey yapılan alanlarda hastalığın mevcut olduğu veya hastalığın hiç görülmediğı alanlarda bulunan bitki rizosferinden izole edilen bakteriler biyolojik ajan olarak kullanılmıştır. Fungal bioajanları ise hastalıklı doku parçalarından izole edilmiştir.

### 3.1.5. Kullanılan Besi Ortamları

#### 3.1.5.1. Nutrient Agar(Schaad, 1994)

Bakterilerin izolasyonunda besi ortamı olarak Nutrient agar g/lt olarak kullanılmış ve aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

Peptone	5.0 g
Agar	20.0 g
Beef Extract	3.0 g

pH, 7.2 ' de 121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir.

#### 3.1.5.2. Potato- Dekstroz Agar (Dhingra ve ark., 1995)

Birçok fungusun yetiştirilmesi için kullanılan genel amaçlı bir besi ortamıdır. Bakteri gelişimin engellemek için antibiyotik kullanılmıştır. Besi ortamının hazırlanışı g/lt olacak şekilde aşağıdaki gibi hazırlanmıştır. 121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir. Otoklav edildikten sonra hazırlanan ortama 40 mg streptomisin sülfat\100 ml bakteri gelişimini engellemek için ilave edilmiştir.

Agar	20.0 g
Potato Extract	4.0 g
Dextrose	20.0 g
Ph	6.8

#### 3.1.5.3. Su Agarı

Tek spor kesiminde besi yeri olarak kullanılmıştır. Besi ortamının hazırlanışı g/lt olacak şekilde aşağıdaki gibi hazırlanmıştır. 121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir.

Agar	20.0 g
------	--------

### 3.1.6. Bakteri Tanı Testleri

#### 3.1.6.1. King B Besi Yeri(King ve ark., 1954)

Flourosan bakterilerin teşhisinde kullanılmıştır. Hazırlanışı aşağıda verilmiştir;

Agar	15.0 g
Gliserin	10.0 ml
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.5 g
Protease Peptone	20.0 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	1.5 g

121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir. Hazırlanan besi yeri petri kutularına dökülmüştür. Besiyerlerine bakteriler çizilmiştir. 25 °C'de 2 gün inkübe edilmiştir. UV ışın altında gelişen kültürlerle bakılmıştır. Yeşil floresan ışık veren izolatlar pozitif olarak değerlendirilirken ışık vermeyenler negatif olarak değerlendirilmiştir

#### **3.1.6.2. KOH(Potasyum hidroksit) ile gram reaksiyon testi**

24 saat geliştirilmiş izolatlar, %3'lük potasyum hidroksit solüsyonundan lam üzerine 1 veya 2 damla damlatıldıktan sonra öze ile koloniler alınarak KOH içerisinde 5-10 sn karıştırılmıştır. Özeyi yukarıya kaldırıldığında sünme oluşuyorsa gram negatif olarak kabul edilmiştir (Sands ve ark., 1970).

#### **3.1.6.3. Levan oluşumu**

%5 sukroz içeren NA besi ortamına bakteriler çizilmiştir. 3-5 gün inkubasyon süresinden sonra tümsek, beyaz ve mukoid şeklinde koloniler pozitif olarak kabul edilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987).

#### **3.1.6.4. Oksidaz testi**

%1'lik Tetra methyl-p-phenyldiamine dihydrochloride( Sigma)' den solüsyon hazırlanmıştır. Solüsyon, kurutma kağıdı üzerine bir damla damlatıldıktan sonra öze ile bakteri sürülmüştür. 60 sn içerisinde bir renk değişimi olmuyorsa negatif olarak kabul edilmiştir (Kovacs, 1956).

### 3.1.6.5. Arginin dehidrolaz aktivitesi

NaCl	5.0 g
Peptone	1 g
Phenol red	0.01 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.3 g
Arginin HCL	10g L(+)
Agar	3 g
Saf su	1000ml

pH 'sı 7.2'ye ayarlanmıştır. Tüplere 3 ml konularak 121 °C'de 15 dakika otoklav edilmiştir. 24 saatlik bakteri izolatından yarma aşısı yapılmıştır. Steril %30'luk gliserol ile üzeri 2 ml kapatılmıştır. 3 tüpe kontrol olarak aşılama yapılmamıştır. Bir hafta 28 °C'de inkübe edilmiştir. Açık pembeden kırmızı rengine dönen kültürler pozitif olarak kabul edilmiştir (Lelliott ve Stead, 1987).

### 3.1.6.6. Pektin testi

Patates yumruları (*Solanum tuberosum*) kullanılarak bu test yapılmıştır. Patates yumrularının kabukları soyuldu, %70'lik etil alkol ile sterilize edildi ve steril saf suyla durulanmıştır. Patatesler çapraz biçimde yaklaşık 10 mm kalınlığında kesilerek Whatman filtre kağıdı bulunan petri kabına yerleştirilmiştir. Patates dilimlerinin ortası bisturi yardımıyla delik açıklarak 50 ul bakteri süspansiyonu inokule edilmiştir. Petrinin altında bulunan kağıt 5 ml steril saf su ile nemlendirilmiştir daha sonra 27-30 °C' de 2-3 gün inkübe edilmiştir (Togashi ve ark., 1988). Testi değerlendirirken kötü koku ve bozulmalar oluştuğu gözlenen patateslere pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1.Bitki örneklerin toplanması ve İzolasyonu

Araziden hastalıklı bitkilerin toplanması için bitkilerde arazi koşullarında hastalık belirtilerinin gözlenmeye başladığı zaman takip edilerek ona göre araziden hastalıklı bitki örneklerinin toplanılmasına başlanılmıştır.

Çumra ilçesinde 08.08.2019- 01.09.2019 tarihleri arasında kavun ekiminin yapıldığı Yenisu, Uzunkuyu ve İçeriçumra mahallelerinde belirlenen 20 tarlaya survey çalışması için gidilmiştir. Hastalık belirtisi gösteren bitki örnekleri toplanmıştır (Tablo 3.1.). Hastalıklı bitki örnekleri, her ilçenin ekiliş alan büyüklüğüne göre araziyi temsil edecek şekilde tesadüfi örnekleme yapılmıştır.

Toplanan bitki örnekleri laboratuvara getirilmiştir. Bitkinin kök boğazına yakın ve enfekteli kısımlardan 0.5-1 cm uzunluğunda, steril bistüri ile kesilip %1'lük hipoklorid içeren suda 1-2 dakika bekletilmiştir daha sonra 3 kez steril saf sudan geçirildikten sonra kurutma kağıda alınarak kurutulmuştur. Kuruyan parçalar PDA( Patates dekstroz Agar-Merck) besiyerine her petriye 5 hastalıklı doku parçası ekimi yapılmıştır. Bu petriler 20-25<sup>0</sup>C de inkübasyona bırakılmıştır. 2. günden sonra izlenmeye başlanmıştır (Warcup, 1958). Saf kültürler elde edilmiştir. Elde edilen tüm fungusların mikroskopik ve makroskopik teşhisi yapılmıştır.

**Tablo 3. 1. Çumra ilçesinde örnekleme yapılan yer, zaman ve örnek sayıları**

Örnek Alanları	Örnekleme Tarih	Örnek Sayısı
Yenisu	08.08.2019	24
Uzunkuyu	26.08.2019	30
İçeriçumra	01.09.2019	30

### 3.2.2. Etmenin Tanımlanması

İzole edilen fungal mikroorganizmanın 7-14 günlük kültür ortamlarındaki tanımlanması mikroskopik ve makroskopik özelliklerini bakılarak yapılmıştır(Booth, 1971; 1977; Singleton ve ark., 1993).

#### 3.2.2.1. Tek spor izolasyonu

PDA ortamında 7-10 gün arasında, *F. oxysporum* f.sp. *melonis* petriyi kaplayana kadar inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Petrinin en uç kısmından bir öze dolusu koloni alıp içerisinde 1 ml steril saf su bulunan ependorf tüplere konulmuştur. Tüpleri

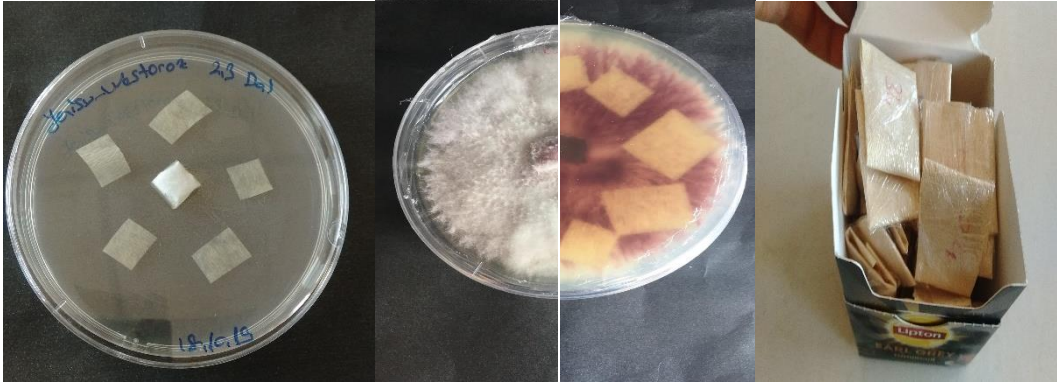
vortex ile çalkalanmıştır. Daha sonra tüplerin içerisinde 30 ul alınarak içerisinde 1 ml steril saf su bulunan diğer tüpe aktarılmış ve tekrar vortex ile tüpler çalkalanmıştır (Uyanık, 2008)'e göre modifiye edilmiştir. Tüplerin içerisinde 30 ul alınarak %2'lik WA (20 g Agar 1000 ml su) bulunan petrilere ekim yapılmıştır. Petriler  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlık dönüşümlü olarak ayarlanmış inkübatöre konmuştur. 12-16 saat sonra stereo mikroskop altında petrilere bakılmıştır ve çimlenen tek sporlar bisturi yardımıyla  $1\text{m}^2$ 'lik olacak şekilde kesilip PDA ortamına aktarılmıştır. Gelişmesi için inkübasyona bırakılmıştır (Altuğ, 2001). Daha sonra kullanılmak üzere gelişen fungus kolonilerden alınarak eğik agara aktarılıp  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de saklanmıştır(Şekil 3.1 ). % 15'lik gliserol çözeltisine gelişen fungus kolonileri aktarılarak  $-20^{\circ}\text{C}$ ' de saklanmıştır(Şekil 3.2). Ayrıca uzun yıllar saklamak için, küçük kesilen kurutma kağıtları steril edilmiş ve PDA ortamında gelişen fungustan bir disk kesilip petrinin ortasına aktardıktan sonra kenarlarına kağıtlar konmuştur. 3 hafta sonra kağıtların üzerini fungusun hifleri kapladıktan sonra steril edilmiş kurutma kağıdına sarılarak  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazaya bırakılmıştır(Şekil 3.3).



Şekil 3. 1. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatlarını eğik agar yöntemi ile saklama



Şekil 3. 2. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ependorf tüp ile saklama



Şekil 3. 3. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatlarının kağıt yöntemiyle saklanması

### 3.2.3. Patojenite Denemesi

Hastalıklı bitki örneklerinden izole edilen ve tanımlaması yapılan 35 adet *Fusarium oxysporum* izolatının virülensliğini belirlemek için hassas Kırkağaç javun çeşidi kullanılarak patojenisite denemesi yürütülmüştür.

Kavun tohumlar, %1'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile 3 dakika boyunca muamele edildi(Şekil 3.4). Steril edilen tohumlar torf ve perlit içeren plastik viollere ekim yapılmıştır(Şekil 3.5). İlk gerçek yaprakları çıkana kadar 11-12 gün boyunca beklenmiştir(Şekil 3.6). Bitkiler söküldükten sonra kökleri musluk suyundan yıkayıp daha sonra makas ile yaklaşık 2.5 cm kesilmiştir. Patojenisite denemesi inokulasyon kök daldırma tekniği ile yapılmıştır (Zink ve Gubler, 1986). İnokulum 7 günlük PDA ortamında gelişen kültürler kullanılmıştır. Süspansiyon  $10^6$  spor/ml olarak hazırlanmıştır. Fide kökleri inokulum süspansiyonuna 2 dakika daldırıldıktan sonra torf ve perlit içeren saksılara şaşırtılmıştır(Şekil 3.7). Kontrol bitkilerinin isekökleri çeşme suyunda yıkandıktan sonra saksıya şaşırtılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir izolat için 3 saksı, her bir saksı için de 3 bitki kullanılmıştır. Kontrol ve inokule edilen bitkiler, bitki büyütme odasında 25°C sıcaklık, %50-60 nem ve 10 saat karanlık 14 saat aydınlık olacak şekilde ayarlandıktan sonra gelişmeye bırakılmıştır. Aşılardan 30 gün sonra hastalık şiddeti değerlendirilmiştir (Erzurum ve ark., 1999).



Şekil 3. 4. Kavun tohumlarının sterilizasyonu



Şekil 3. 5. Viollere ekim



Şekil 3. 6. 11-12 günlük kavun fideleri



Şekil 3. 7. Saksıya şaşırtılan kavunlar

### 3.2.4. Hastalık Şiddetinin Değerlendirilmesi

Patojenisite denemesinden sonra hastalık şiddeti inokulasyondan 30. günden sonra 0-4 skalası kullanılarak (%) hesaplanmıştır. 0-4 skalası (Altınok ve ark., 2013)'a göre modife edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Townsend-Heuberger formülü ile hesaplanmıştır (Townsend ve ark., 1943).

(0)= Hastalık belirtisi yok

(1)= Hafif kloroz ve hafif solgunluk

(2)= Solgunluk ve iletim demetlerinde hafif renklenme, gelişme geriliği

(3)= Şiddetli solgunluk ve iletim demetlerinde kahverengi renklenme

(4)= Tamamen solmuş veya ölü bitkiler

Townsend ve Heuberger formülü ise;

$$\text{Hastalık şiddeti(\%)} = \frac{\sum(n \times v)}{V \times N} \times 100$$

n: Aynı değerdeki örnek sayısı

v: skala değeri

V: en yüksek skala değeri

N: toplam bitki sayısı

### 3.2.5. Biyolojik Mücadele Ajanlarının Tespiti

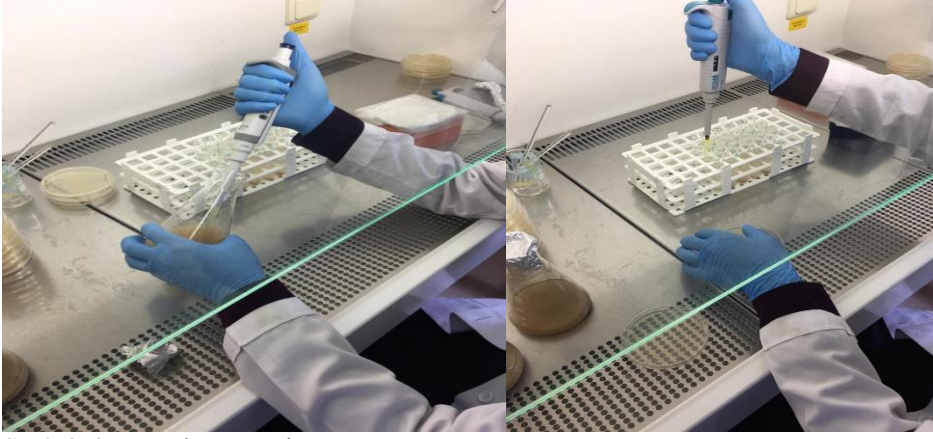
#### 3.2.5.1. Antagonist bakteri izolasyonu, izolatların seçimi

Biyojen bakterilerin izolasyonu için (Küsek, 2007) tarafından belirtilen yöntemlerden faydalanılmıştır. Kavun tarlaları gezilerek hastalıklı ve sağlıklı olan tarlalardaki bitkirisosfer bölgesinden toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuara getirilerek +4 °C' de saklanmıştır.

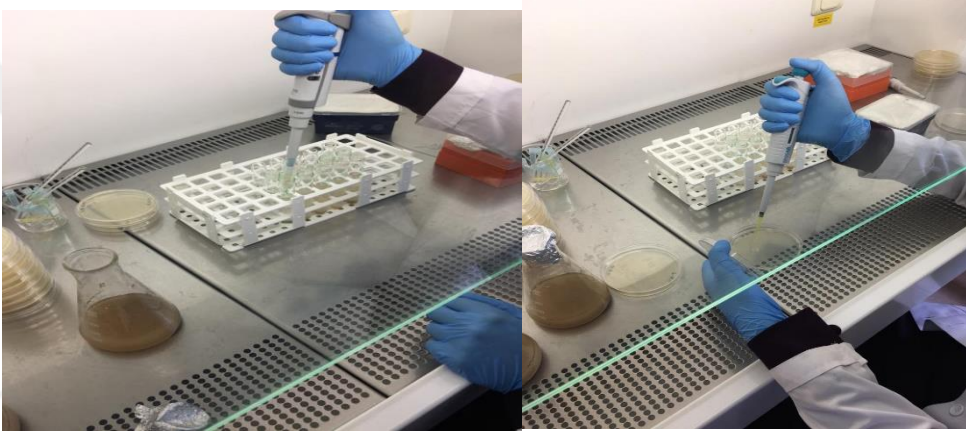
Toprak örnekleri izolasyondan bir gece önce oda sıcaklığında kuruması için serilip bekletilmiştir. Kuruyan topraklar 1 mm çaplı eleklerden geçirildikten sonra 10 gr toprak tartılır 250 ml hacmindeki erlenlere konulur. Toprakların üzerine 90 ml steril saf su eklenir (Şekil 3.8). Erlenler 30 dakika çalkalayıcıda çalkalanır (Şekil 3.9). Tüplere 9 ml steril saf su konulur. Erlenlerdeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınarak tüplere konulup iyice karışması sağlanır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınarak 9 ml steril saf su bulunan tüplere aktarılır. Bu işlem 6 kez tekrarlanır. Seyreltme işlemi yapıldıktan sonra beşinci ve altıncı sulandırma serilerinden 100 ul alınıp NA bulunan petrilere ekim yapılır(Şekil 3.10). Daha sonra petrilere 27°C'de 24 saat bakteriyel koloniler gelişene kadar inkübatörde bekletilir. Gelişen koloniler incelenmiş ve farklı morfolojik gelişim gösteren saflaştırıldıktan sonra 500 ul gliserol ve 500 ul Nutrien brouth bulunan tüplere aktarılıp -20°C'de saklanır (Şekil 3.11).



Şekil 3. 8. Erlenler çalkalayıcıda



Şekil 3. 9. Toprak süspansiyonu seyreltme



Şekil 3. 10. NA bulunan petrilere ekim





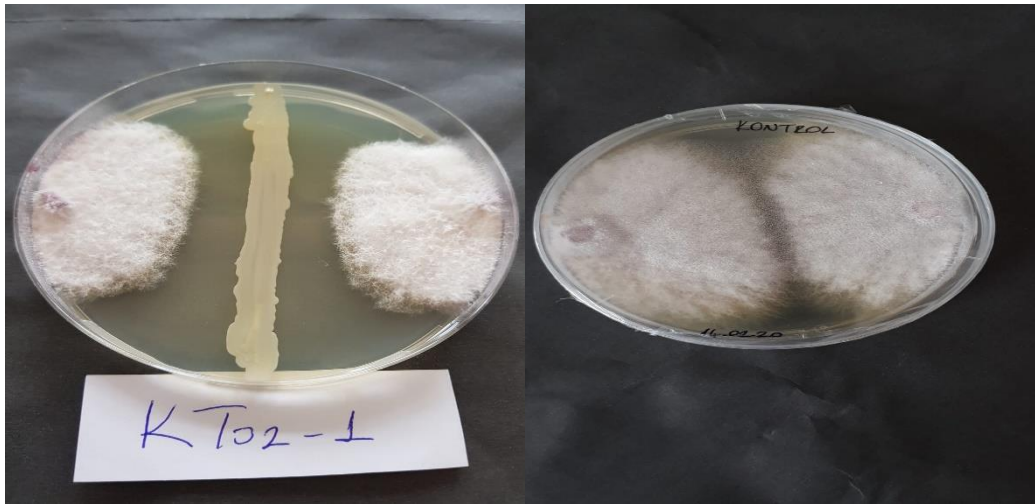
Şekil 3. 11. Saf gelişen bakterilerin tüpe aktarımı

### 3.2.5.2. Fungus biyoajanların izolasyonu, tanısı

Hastalık belirtisi olan kavun bitkisinden alınan doku parçaları PDA'ya yerleştirilmiştir. Gelişen fungusların üzerinde gelişen biyoajanlar izole edilerek saf kültürleri elde edilmiştir. İn vitroda antagonistik etkileri belirlenmiştir. Daha sonra 16S rRNA gen dizimine göre tanılanmıştır.

### 3.2.6. Antagonist Bakteri ve Fungal İzolatlarının in vitro Testlerde Etkilerinin Belirlenmesi

Olası antagonistlerin, bitki patojeniantibiyosis etkileşim ile baskı altına alıp almadığı belirlenmek için (Rodríguez ve ark., 2011), elde edilen bakteriyel izolatların in vitroda dual(ikili) kültür tekniği ile antifungal aktivitesi değerlendirilmiştir (Xiaoning ve ark., 2014). İzole edilen biyoajan bakteriler *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' e karşı etkinliği PDA besi yeri kullanılarak test edilmiştir. Bundan dolayı 7 günlük gelişmekte olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* kültüründen 5 mm çapında alınan iki disk, PDA besi yeri içeren petrilerin karşılıklı olarak petrinin kenar kısmınlarına yakın koyduktan sonra, aynı petrinin ortasına 24 saatlik NA besiyerinde gelişen kültürden öze ile alınıp çizgi ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler 27°C'de 7 gün inkübe edilmiştir. Petrilerdeki bakteri ile fungusun arasında meydana gelen etki iki mikroorganizma arasında bir interaksiyon olduğunu göstermiştir. İnhibisyon zonunun(Engelleme zonu, Z<sub>1</sub>) değerlendirilmesi ise inhibisyon bölgesinin genişliği her iki koloni arasındaki mesafeden ölçülmüştür(Şekil 3.12).



Şekil 3. 12. Bakteri ile patojen arasında meydana gelen inhibisyon zonu ve kontrol

Biyojanların fitopatojen fungus hifinin gelişimini durdurduğu bölge (inhibisyon zonu) antibiyosis etkileşimin olduğunu göstermektedir. İnhibisyon zonunun çapı cm olarak ölçülerek, elde edilen sonuç aday antagonistin antibiyosis etkinliğini belirlemede kullanılmıştır(Xiaoning ve ark., 2014).

Biyojan kolonilerin petrideki fitopatojen fungusun üzerini kapatma süresine bakarak hiperparatizm mekanizmasına bakılmıştır(Aydın ve ark., 2009).

*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'i aday biyolojik mücadele tarafından engelleme yüzdesi aşağıda verilen formülünden faydalanarak hesaplanmıştır(Ghildiyal ve Pandey, 2008).

$$\text{Engelleme\%} = (r_1 - r_2 / r_1) \times 100$$

$r_1$  = Antagonist organizma olmadan patojenin radyal büyümesi

$r_2$  = Antagonist organizma ile patojenin radyal büyümesi (Şekil 7.).

Fitopatojen fungusa, izole edilen ümitvar fungusun antifungal etkisini belirlemek için ikili(dual) kültür tekniği kullanılmıştır. Her ikisinden de 4 mm çapında misel diskler alınmıştır. PDA bulunan petrilere fitopatojen fungus ile aralarında 5 cm olacak şekilde karşılıklı yerleştirilerek inkubasyona bırakılmıştır

Her bir olası antagonist için 3'er petri kullanılmış ve 2 tekrar olarak yapılmıştır. Kontrol olarak antibiyotik içermeyen PDA besiyerlerine sadece *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* 2'şer petri olacak şekilde ekim yapılmıştır.

### 3.3. İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen yüzde hastalık şiddeti, engelleme zonu, yüzde engelleme oranı ve fungal biyoajanın izolatı kapatma süresi değerlerini SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 17.0) kullanılmıştır. Uygulamalar arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma testi ( $P \leq 0.05$ ) ile belirlenmiştir.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Kavun üretim alanlarının survey sonuçları

Çalışmamızı kapsayan Çumra ilçesinde Yenisu, Uzunkuyu ve İçeriçumra mahallerinde survey çalışması yürütülmüştür.

Kavun üretimi yapan çiftçiler Nisan-Mayıs aylarında fide dikimi yapılmaktadır. Ağustos – Eylül aylarında da hasat yapılmaktadır. Çiftçiler hasata başlamadan önce örnekler toplanmıştır. Hastalık belirtileri hasata yakın kendini göstermektedir. Kavun ekimi yapılan araziler gezilerek kavun fusarium solgunluk hastalığı belirtileri gösteren bitkiler kökleri ile sökülüp Selçuk Üniversitesi Bitki Koruma laboratuvarına getirilmiştir. Hastalıklı bitkiler sararmayla ilk belirtilerini vermektedir. Daha sonra solmakta ve kurumaktadır (Şekil 4.1.). Bitkinin kök ve kök boğazında nekrozlar meydana gelmektedir (Şekil 4.2.). Bu nekrozlar ilk başta açık renktedir daha sonra koyu siyah renk almaktadır. Bitki ortadan ikiye bölündüğünde ksilem dokusunda kahverengileşme görülmüştür. Patojen kendini hasata yakın kendini gösterdiği için meyve verimi düşmekte ve bitkinin yaprakları solup kuruduğu için meyveler küçük kalmakta ve güneş yanıkları oluşmaktadır (Şekil 4.3.).

Kavun tarlasında hastalık homojen bir şekilde değildir. Hastalıktan solmuş, çökmüş kavun bitkisinin yanında sağlam kavun bitkisinde bulunmaktadır (Şekil 4.4.).

(Bishop ve Cooper, 1983), yaptığı çalışmada, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in kök sistemini etkilediği, ksilem borularına ulaşmakta ve ksilem ile bitki içine yerleşerek hareket aracı olarak kullandığını belirtmişlerdir.

Kavunların kök boğazına yakın kısımlarda nekrozlar ve önceleri açık, ancak daha sonraları kahverengi veya siyah renge dönüşen nekrozla birlikte zamk akıntıları saptanmıştır. Kökleri enine kesildiğinde ksilem dokusunda kahverengileşme görülmüştür (İskenderoğlu, 2014).

(Baran, 2000)' nin yaptığı çalışmada kök ve kök boğazı çürüklüğe neden olan etmenin sebep olduğu belirtileri şu şekilde belirtmiştir: patojen bitkide iletim demetlerini tıkayarak su alımını engelleyerek solgunluk meydana getirmektedir. Yapraklarda sararma, bir veya daha fazla kolda solma, gövdenin kök boğazına yakın yerlerinde, dikine nekrotik lezyonlar ve iletim demetlerinde kahverengileşme belirtileri gözlenmektedir. Bitkinin ileri dönemlerinde çökme ve kurumalar gözlenmiştir. Hastalık genelde hasata yakın kendini gösterdiği için meyve veriminde düşmeler olduğu gözlenmiştir.

Yukarıdaki çalışmalardaki hastalık belirtileri çalışmama benzer belirtiler vermektedir. Bu yapılan çalışmalar tezimizdeki sonuçları desteklemektedir.

*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in sebep olduğu solgunluk hastalığının oluşması için iklim faktörleride önemlidir. Etmenin toprakta olması hastalığın oluşması için yeterli değildir. Sıcaklığın yüksek, orantılı nemin düşük olduğu zaman solgunluk belirtisi daha iyi oluşmaktadır. Kavun çiçeklenme zamanına kadar düzenli, gerekli su alırsa daha sonra sıcaklığın başladığı aylarda suyu yeterli alamaz kurak kalırsa solgunluk hemen başlayabilir. Fide döneminde yağışlar ve sulama ile su çökertene neden olabilir. Bitkinin hastalığa karşı duyarlılığın artmasında, toprak sıcaklığının uzun süre düşük gitmeside neden olmaktadır. (Blancard ve ark., 1995).

Bir diğer çalışma (Altuğ, 2001), hastalık belirtilerinin ortaya çıkmasında toprak ve çevre koşulları önemlidir. Hastalık şiddeti 20-25 °C ' de en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Düşük toprak sıcaklığında da solgunluk belirtileri daha hızlı ortaya çıkmaktadır. Hastalığın yayılmasını ve artmasında etkili olan bir diğer faktörde topraktır. Kumlu hafif asidik topraklar (pH 5 - 5,5) , amonyum formunda azot ve ışık hastalığın yayılmasını hızlandırmaktadır.

Bu çalışmalar ile de iklim koşullarının hastalığın ortaya çıkmasında ve hastalık şiddetinin artmasında etkili olduğu görülmektedir.



**Şekil 4. 1.** Solan ve kuruyan kavunlar



Şekil 4. 2. Kök, kök boğazında ve gövdedeki nekrozlar



Şekil 4. 3. Hasta bitkilerin meyveleri



Şekil 4. 4. Hasta bitkilerin yanında sağlıklı bitkiler

2019 yılında Çumra ilçesindeki kavun ekim alanlarına Ağustos- Eylül aylarında arazi kontrolü yapılmıştır. Surveye gidilen araziler tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4. 1.** Toprak örnekler alınan yerler

İl	İlçe/Mahalle	Survey Yapılan Tarla Sayısı	Toplanan Örnek Sayısı
Konya	Çumra/Yenisu	5	25
	Çumra/Uzunkuyu	7	30
	Çumra/İçeriçumra	6	30

#### 4.2. İzolasyon sonuçları

Ağustos ve Eylül aylarında kavun tarlalarına gidilerek belirti gösteren bitkiler alınıp laboratuarda izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda *Fusarium* spp. dışında *Alternaria* spp. ve *Macrophomina* spp. tespit edilmiştir. En çok izole edilen fungus *Fusarium* spp. ve asıl hastalığı oluşturan etmen olduğu için *Alternaria* spp. ve *Macrophomina* spp. çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Kavun bitkilerinden izole edilen fungus türleri ülkemizde ve diğer ülkelerde tespit edilmiştir.

Ülkemizde bölgeler bazında değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır. (Zengin ve H., 1979)' da İç Anadolu, Marmara ve Ege bölgelerinde *Fusarium* solgunluğunun kavun ve karpuzda ciddi zarar oluşturduğu belirlenmiştir. Ege Bölgesinde (Yıldız, 1977), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde (Baran, 2000), İç ve Orta Anadolu (Akdoğan, 1969), Doğu Anadolu (Demir ve Tezcan, 1995), bölgelerimizde kavun solgunluk hastalığına için çalışmalar yapılmıştır. Kavunlarda kök ve kök boğazında çürüklüğünden kaynaklanan kurumaların oldukça fazla olduğu belirtilmiştir.

Konya' da yapılan bir çalışmada, hastalıklı kavunlardan kök ve kök boğazından izole edilen en yaygın funguslar şunlardır; *Fusarium* spp. (% 67.32), *Macrophomina phaseolina* (% 18.07), *Fusarium* spp. ve *Macrophomina phaseolina* birlikte (% 5.90), *Alternaria* spp. (%2.39), *Rhizoctonia solani* (% 1.52) ve *Pythium* spp. (% 1.2)' dir. 249 *Fusarium* izolattan tür olarak teşhis edildiğinde en çok *F.oxysporum* olduğu belirlenmiştir (Boyraz ve Baştaş, 2005).

Kavunda solgunluğa neden olan etmenler içerisinde, farklı toprak kökenli fungus ve bakterilerin neden olduğu önemli bir hastalıktır. Ama bugüne kadar yapılan

çalışmalarda kavunda solgunluk oluşturan etmenin fungal etmenlerden kaynaklandığını göstermiştir. Hastalığa neden olan fungal etmenler şunlardır: *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahlie*, *Acremonium* spp. tespit edilmiştir (Palti ve Joffe, 1971; Kordali ve ark., 1998.).

İran’da kavunlarda kök ve kök boğazına sebep olan en önemli etmenin *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* ’in neden olduğu belirlenmiştir (Pivonia ve ark., 1997).

2017 yılında Ankara ilinde kavun fusarium solgunluğu etmeni ve yaygınlığı tespit etmek için çalışma yapmıştır. Bu alışma sonunda 10 *Fusarium* spp. tespit etmiştir. Patojenite testi sonucunda hastalık şiddeti %50’nin üzerinde olan 7 *F.solani* ve 14 *F. oxysporum* izolatlarının olduğunu tespit etmiştir (Bölük, 2017).

Bu alışmalar bizim sonuçlarımızı desteklemekle birlikte kavunda en çok görülen hastalığın *Fusarium* spp. ’den kaynaklandığını göstermektedir.

Hastalıklı bitkilerden elde edilen izolasyon sonucu elde edilen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatların umra ilçesinin mahallelerine göre dağılımı tablo 4.2.’ de verilmiştir.

**Tablo 4. 2.** 2019 yılında yapılan survey sonunda elde edilen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ’in ilçelere göre dağılımı

İL	İLÇE/MAHALLE	FOM
Konya	Çumra/Uzunkuyu	22
	Çumra/Yenisu	15
	Çumra/İçeriçumra	10

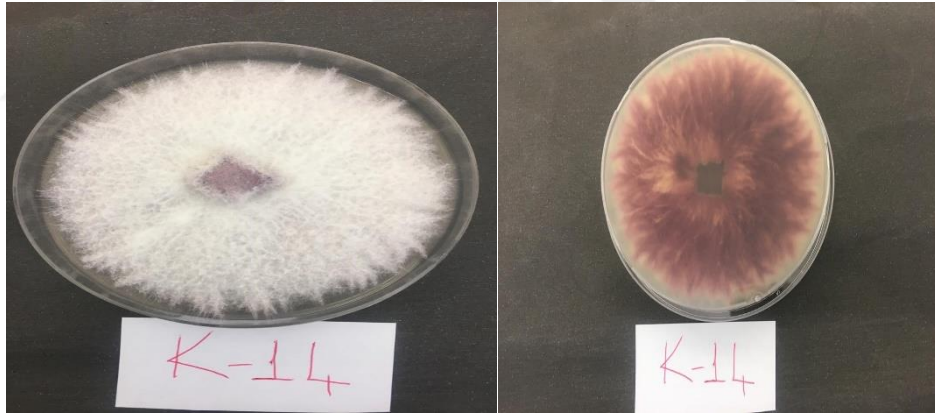
Tablo 4.2.’de grldğu gibi Uzunkuyu mahallesinde 22 adet, Yenisu mahallesinde 15 adet, İçeriçumra mahallesinde 10 adet *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* elde edilmiş, böylece toplamda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ’e ait olan 47 adet izolat belirlenmiştir.

### 4.3.Etmenin Tanımlanması

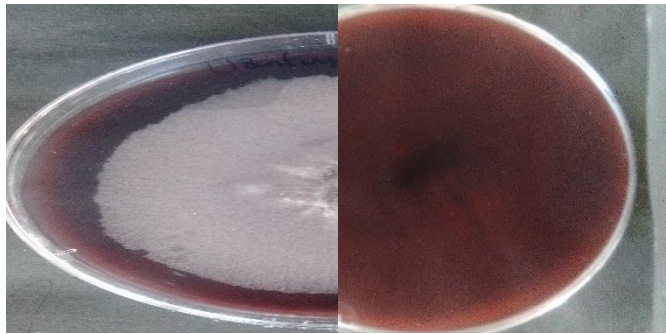
*Fusarium* türünün saptanması için izolatların kültürel ve morfolojik özelliklerine bakılmıştır.

#### 4.3.1.*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen, 1824 kültürel ve morfolojik özellikleri

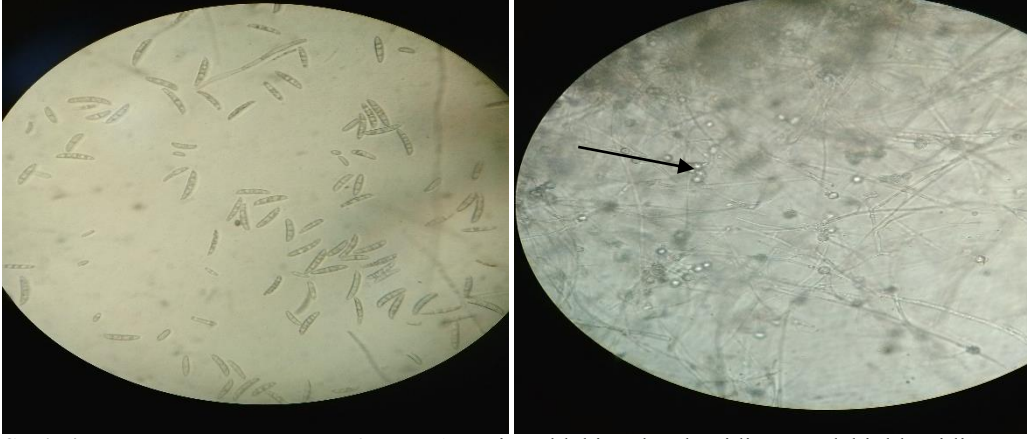
*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ile enfekteli kavun bitkisinin kök ve kök boğazından izolasyon yapılmıştır. 25°C de 8-10 günde petri kabını kaplamıştır (9cm).PDA ortamında gelişen kültürlerin oluşturduğu koloni şekli, rengi, spor yapıları incelenerek teşhis yapılmıştır. Havai miselyumları beyaz- soluk mor renk arasında, seyrek ya da bol miktarda oluşturmaktadır (Şekil 4.5.). *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in bazı ırkları agar ortamında koyu kırmızı renkte pigmentasyon oluşturmuştur (Şekil 4.6.). Makrokonidileri bol miktarda, kısa veya orta uzunlukta, hafif düz kavislidir. Mikrokonidiler böbrek görümlü veya oval, elis şekilli, havai miselyumlarda bol miktarda bulunmaktadır. Klamidiospor pürüzlü ya da düz duvarlı, genellikle tek veya çiftler halinde bulunmaktadır ( Şekil 4.7.).



Şekil 4. 5. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in PDA ortamındaki gelişimi, petrinin alt ve üst görüntüsü



Şekil 4. 6. Renk pigmentasyonu veren *Fusarium* izolatu



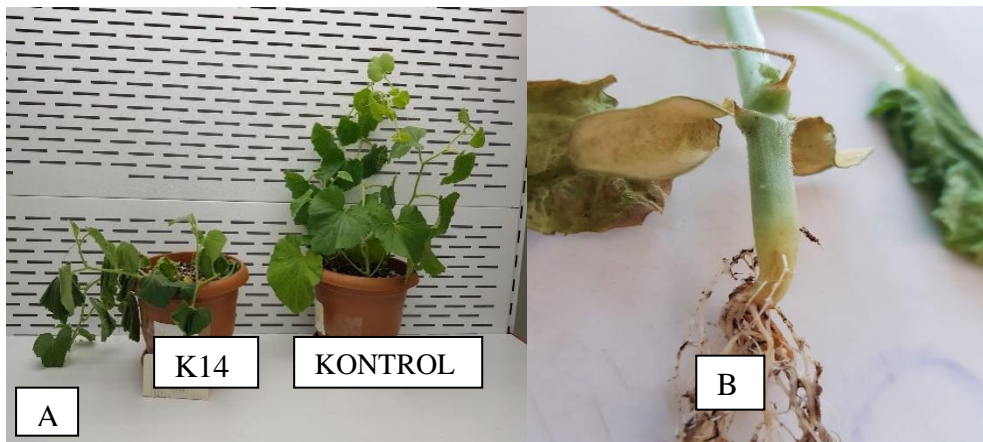
Şekil 4. 7. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in soldaki makro konidi ve sağdaki klamidiospor

#### 4.3.2.Patojenite denemesi

Patojenite denemesi için izole edilen 47 adet *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolattan 35 adet izolat denemeye alınmıştır. 22 izolat kavun bitkisinde solgunluğa sebep olmuştur. Hastalık belirtisi bitkilerde ilk olarak alt yapraklarda sararma, renk açılmaları meydana gelmiştir. Kontrol bitkisi ile kıyaslandığında bitkide gelişme geriliğide gözlenmiştir. Daha sonra bitkilerde solma ve ölümler takip etmiştir (Şekil 4.8.). 3 izolat patojenite süresi boyunca herhangi bir hastalığa sebep olmazken 10 izolatta hafif solgunluğa neden olduğu gözlenmiştir.

Kontrol bitkilerde Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmemiştir.

Yapılan reizolasyonlar sonucunda patojenite denemesinde kullanılan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatları hastalıklı kavun bitkilerinden izole edilmiştir(Şekil 4.9).



Şekil 4. 8. A) Sol taraftaki K14 izolatında hastalık belirtisi, sağ taraftaki kontrol bitkisi B) K14 izolatının kökteki belirtisi



**Şekil 4. 9.** Reizolasyonda elde edilen *Fusarium* kültürü

Kavun patojenite denemesi sonucunda öncelikle hastalık belirtileri toprak üstü kısmındaki belirtiler değerlendirilmiştir. Daha sonra saksılardaki bitkiler sökülerek lezyonlar 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Townsend ve Heuberger formülü skala değerine uygulanarak % hastalık şiddeti tespit edilmiştir.(Tablo 4.3.).

**Tablo 4. 3.** *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatlarının hastalık şiddetinin (%) belirlenmesi

Sıra	İzolat No	Hastalık Şiddeti(%)
1	K-8	66,67 bc
2	K-43	61,11 bd
3	K-10	69,44 ab
4	K-22	44,44 cf
5	K-37	44 cf
6	K-35	63,89 bd
7	K-31	44 cf
8	K-20	27,78 fh
9	K-42	55,56 be
10	K-33	41,67 dg
11	K-7	25 fh
12	K-1	25 fh
13	K-41	66,67 dg
14	K-29	41,67 dg
15	K-11	44,44 cf
16	K-40	58,33 bd
17	K-18	61,11 bd
18	K-44	63,89 bd
19	K-15	44,44 cf

20	K-14	91,67a
21	K-39	58,33 bd
22	K-6	30,56 fh
23	K-25	33,33 eh
24	K-9	25 fh
25	K-34	19,44 gh
26	K-38	27,78 fh
27	K-19	19,44 gh
28	K-2	25 fh
29	K-13	25 fh
30	K-36	22,22 fh
31	K-4	13,89 h
32	K-26	25 fh
33	K-16	0
34	K-24	0
35	K-3	0

\*Aynı harfleri taşıyan gruplar arasında istatistiki fark yoktur ( $P<0.05$ ).

Patojenite testinin başından beri ilk belirtileri veren ve hastalık şiddeti en yüksek olan K-14 izolatu patojen olarak seçilmiştir. Kavun fusarium solgunluk hastalığına karşı biyolojik mücadele imkanlarının araştırılmasında patojen olarak kullanılmıştır.

Farklı 35 izolatu aynı kavun çeşitinde meydana getirdiği hastalık şiddeti değerleri arasında fark tespit edilmiştir. En düşük hastalık şiddeti % 13,89 oranıyla K-4 izolatıdır. En yüksek hastalık şiddeti ise % 91,67 oranıyla K-14 izolatu tespit edilmiştir. Bu da diğer izolatlar göre daha virülens olduğunu göstermektedir. İzolatlar arasındaki fark önemli görülmüştür. (Tok, 2010) yaptığı çalışmada, 114 *F. oxysporum* izolatında 89 izolatu hastalığa duyarlı iken 29 izolatu hastalığa duyarlı olmadığını tespit etmiştir. Hastalığa duyarlı izolatların hastalık şiddetinin %55-100 arasında değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Önceki çalışmalarda da *F. oxysporum* izolatları arasında virülenslik açısından farklılıklar olduğunu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Person, 1955; Armstrong ve ark., 1978).

*Fusarium spp.* izolatları arasında kavun solgunluk hastalığına sebep olan türleri tespit etmek için bir çok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda da kavun

solgunluğuna neden olan ana patojenin *F. oxysporum* ve *F. solani* olarak tespit edilmiştir (Palti ve Joffe, 1971; Altuğ, 2001; Boyraz ve Baştaş, 2005; Bölük, 2017).

#### 4.4.*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in Biyolojik Mücadele İle İlgili alışmalar

##### 4.4.1.Antagonist bakteri ve fungusların izolasyonu

Çumra ilçesindeki farklı kavun tarlasından diğerlerine göre daha iyi gelişmiş bitkinin rizosfer bölgesinden ve hastalıklı bitkinin rizosfer bölgesinden toprak rneği alınmıştır. Her bir toprak örneğinin 3 bitkinin rizosfer bölgesindeki topraklar alınarak karıştırılmıştır. Toprak rneklerinin alınma yerleri Tablo 4.4' de verilmiştir.

**Tablo 4. 4.'de** Antagonistlerin izolasyonu için toprak örneklerin alındığı il, ilçe ve mahalleler

İl	İlçe/Mahalle	rnek sayısı(adet)
Konya	Çumra/İçeriçumra	8
	umra\ Uzunkuyu	10
	umra\ Eğilmez	2

##### 4.4.2.İzole Edilen Bakteri Ve Fungal İzolatların İn Vitro Testlerde Antagonist Etkileri ve Tanısı

Topraktan izole edilip saflaştırılan 61adet bakteri izolatın antagonist özelliklerini belirlemek için n petri denemesi yapılmıştır. Bakteri izolatlarda 25 tanesi *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in gelişimini engellemiştir. 36 bakteri izolatı ise *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in gelişimini engellemedikleri tespit edilmiştir.

İn vitroda etkili görülen bakterilere cins düzeyinde belirleyip gruplandırmak için KOH, King B, oksidaz, pektin, arjin, levan testleri yapılmıştır.

İn vitro'da test yapılan bakterilerin FOM'a gösterdiği etkililik durumları ve Tukey oklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre gruplandırması Tablo 4.5.' de verilmiştir.

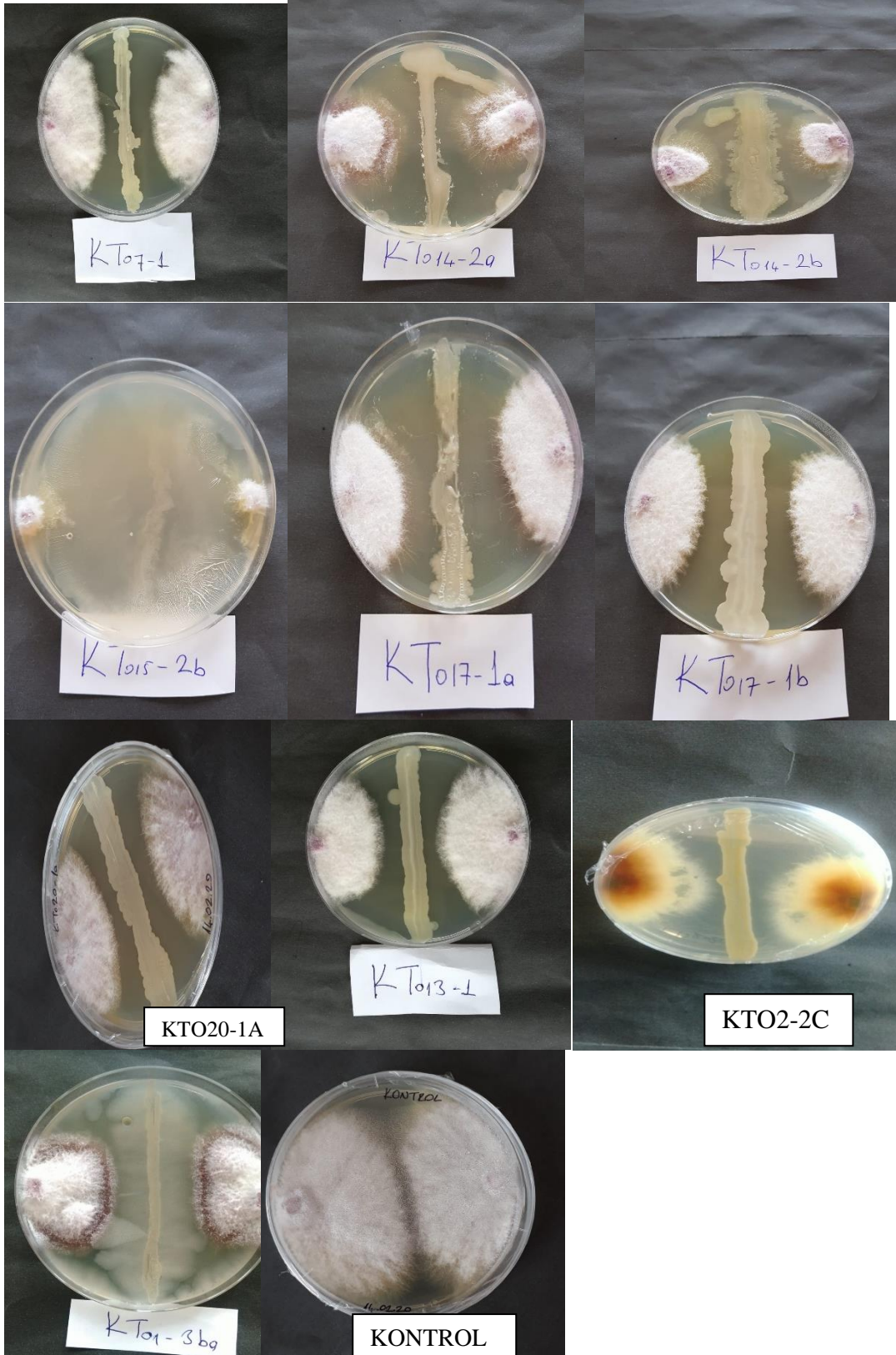
**Tablo 4. 5.** Aday antagonist bakterilerin FOM'a karşı in vitro etkileri

<i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i>		
Bakteri izolatları	Engelleme zonu(cm)	Engelleme oranı(%)
KTO5-2	0,37df	6,79 <sub>1</sub>
KTO6-1	0,77ae	10,47h <sub>1</sub>
KTO5-2B	0,37df	8,30h <sub>1</sub>
KTO3-2A	0.15f	10,59g <sub>1</sub>
KTO2-2C	0,40cf	17,70e <sub>1</sub>
KTO13-1A	0,35df	26,65bh
KTO7-1	0,65af	31,37af
KTO14-2A	0,85ad	43,92ab
KTO19-2A	0,22ef	17,70e <sub>1</sub>
KTO16-2B	0,87ad	34,02af
KTO15-2B	0	100
KTO14-2B	0,97ac	32,27af
KTO17-1B	1,12ab	40,57ac
KTO2-1	0,50cf	24,87c <sub>1</sub>
KTO17-1A	0,55bf	29,21ag
KTO4-3A	0,35df	24,16c <sub>1</sub>
KTO18-1	0,85ad	45,47a
KTO20-1A	0,72af	35,07af
KTO13-1	0,85ad	44,41ab
KTO1-3B	0,30df	21,60d <sub>1</sub>
KTO1-3BA	1,22a	36,32ae
KTO8-2A	0,60bf	38,21ae
KTO4-2A	0,40cf	34,80af
KTO14-1B	0,62bf	21,80d <sub>1</sub>
KTO8-1	0,35df	32,40af

P≤0.05 (Aynı sütünde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan fark yoktur)

Tablo 4.5.' de görüldüğü gibi, in vitro sonuçlarına göre antagonist bakterilerin *Fusarium oxysporum f.sp. melonis'* e antibiosis etkileşim gösterip göstermediği

belirlenmiştir. İn vitro çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e karşı en yüksek etkiye sahip bioajan bakteriler Şekil 4.10. ' da gösterilmiştir.



Şekil 4. 10. İn vitroda yüksek engelleme zonu gösteren bakteriler

İn vitro çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e karşı engelleme zonu oluşturmayan bakteriler Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. İn vitroda engelleme zonu oluşturmayan bakteriler

Test sonuçları ve engelleme zonu yüksek olması da dikkate alınarak farklı grupları temsil edecek 13 bakteri izolat örnekleri NA ortamına ekilmiştir. Gelişen örnekler tür düzeyini teşhisi için MALDI-TOF biyotipleme yoluyla karakterize edilmek için Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi(BİSAK) Laboratuvarına, 16S rRNA gen dizi analizi için Epigen Biyoteknoloji laboratuvarı Maltepe/Ankara gönderilmiştir.

Analiz sonucuna göre; 11 bakteri teşhis edilirken 2 bakteri teşhis edilememiştir. Teşhis edilen türler ve cinsler; *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter ludwigii*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Entrobacter ludwigii*. Dizi benzerliği NCBI'da mevcut olan dizilere göre *Pantoea agglomerans* % 99'dur. Diğer bakterilerin dizi benzerlikleri ise %100 olarak analiz edilmiştir. Tablo 4. 6.'de verilmiştir.

Fungus biyolojik ajanların izolasyonu, hastalıklı tarlalardan alınan patojen enfekteli doku parçalarından izole edilmiştir. Elde edilen 2 tane fungal izolatın teşhiside bakteriyel izolatların teşhisi gibi olmuştur. Teşhis edilen fungal biyoajanlar: *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma hamatum*. Fungal bioajanların dizi benzerliği %94-96 benzerlik oranı ile *Trichoderma* spp. olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4. 6.** Bakteri ve fungal izolatların moleküler teşhis sonuçları

İzolat No	Benzerlik katsayısı	Gram Test	Tür	
KTO2-2C	99.93%	Negatif	<i>Pantoea agglomerans</i>	
KTO1-3BA	100%	Negatif	<i>Enterobacter ludwigii</i>	
KTO13-1A	100%	Negatif	<i>Klebsiella aerogenes</i>	
KTO14-2A	100%	Pozitif	<i>Bacillus mojavensis</i>	
KTO14-2B	100%	Pozitif	<i>Bacillus atrophaeus</i>	
KTO15-2B	100%	Pozitif	<i>Bacillus subtilis</i>	
KTO7-1	100%	Pozitif	<i>Bacillus cereus</i>	
KTO17-1A	100%	Pozitif	<i>Bacillus subtilis</i>	
KTO17-1B	100%	Pozitif	<i>Bacillus cereus group/Bacillus thuringiensis</i>	
KTO20-1A	100%	Pozitif	<i>Bacillus cereus group/Bacillus thuringiensis</i>	
KTO8-1	100%	Negatif	<i>Enterobacter ludwigii</i>	
UT-6.1	%96.2		<i>Trichoderma sp.</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
ST	%94.4		<i>Trichoderma sp.</i>	<i>Trichoderma hamatum</i>

İnhibisyon zonu oluşturan ve yüksek antagonist etki gösteren bakterilerin moleküler tanısı yapılmıştır. Zon oluşturmayan KTO15-2B izolatu patojen gelişimini tamamen durdurduğu için bu izolatu da moleküler tanısı yapılmıştır.

Moleküler teşhisi yapılan biyoajanların engelleme zon ölçümlerinde en fazla antagonist etki gösterenler, *Enterobacter ludwigii* (KTO1-3BA) 1,22 cm ve *Bacillus thuringiensis* (KTO17-1B) 1,12 cm, en az antagonist etki gösteren ise *Pantoea agglomerans* (KTO2-2C) 0,37 cm ve *Klebsiella aerogenes* (KTO13-1A) 0,35 cm inhibisyon zon ölçümleriyle belirlenmiştir.

Teşhisi yapılan antagonist bakterilerin yüzde engelleme oranları:%17,25-%43,92 oranında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek etkiyi %43,92 oranıyla *Bacillus mojavensis*'da gözlenirken onu %40,47 oranıyla *Bacillus thuringiensis* (KTO17-1B) ve %36,32 *Enterobacter ludwigii* (KTO1-3BA) takip etmiştir ve bu üç bakterinin istatistik olarak farklı olduğu kaydedilmiştir. *Bacillus thuringiensis* (KTO20-1A) %35,07 ve *Enterobacter ludwigii* (KTO8-1) %34,02 oranlarında engelleme göstermişlerdir ve bu iki bakteri istatistik olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir. *Pantoea agglomerans* %17,25 oranıyla in vitro koşullarında FOM'a karşı en düşük etki gösteren bakteri olarak bulunmuştur.

Enterobacteriaceae familyasından bulunan türlerin (*Escherichia*, *Enterobacter*, *Raoultella*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Citrobacter* ve *Cronobacter*), ürünlerde tüketilmesiyle mide ve bağırsak enfeksiyonlarına yol açan fırsatçı patojenler olduğu tespit edilmiştir (Heaton ve Jones, 2008; Berger ve ark., 2010). Çalışmamızda *Entrobacter ludwigii* antagonistik etkisi, KTO1-3BA %36,12 ve KTO8-1 %34,02 oranında tespit edilmiştir. *Entrobacter* izolatlarının az da olsa sağlıklı bireylerde enfeksiyona neden olabilecek bir patojen olduğu tespit etmişlerdir (Stock ve ark., 2001; Yazıcı ve ark., 2004). Yapılan çalışmalar sonucunda *Entrobacter* izolatlarının fırsatçı bir patojen olabileceğinden biyolojik mücadelede kullanılması için üzerinde daha ayrıntılı çalışmalar yapılabilir.

(Çamlıca ve Tozlu, 2019), *Bacillus subtilis* (TV12H ve TV17C) bakteri strainlerini domateste *Alternaria solani* hastalığına karşı test edilmiş ve in vitro koşullarında patojeni %68.20 ila %69.00 oranında gelişimini engellediğini tespit etmişlerdir. Aynı bakteri strainleri *Fusarium oxysporum*'a test edildiğinde in vitro da %48.65 (TV12H) ve %43.92 (TV17C) oranında engellediğini bildirmiştir (Çakar, 2020). Bizim çalışmamızda *Bacillus subtilis* (KTO17-1A) %29,21. oranında engellediği tespit edilmiştir.

(Koçak, 2019) yaptığı çalışmada, in vitro koşullarında *Bacillus cereus* ve *Bacillus simplex S. Sclerotiorum*' un gelişimini %50'nin altında engellerken in vivo da ise %100 gelişmesini engellemiştir. Bizim çalışmamızda da elde edilen antagonistlerin in vitro da düşük engelleme oranı gösterenler in vivo koşullarında daha yüksek engelleme oranı gösterebilirler.

Önceki yapılan çalışmalarda da *Fusarium oxysporum* Schlectend' in sorgum da dahil farklı bitkilerde neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına karşı *Bacillus* türlerinden *B. cereus*, *B.subtilis*, *B.circulans*, *B.licheniformis* ve *B.stearothermophilus*' in baskılayabildiğini bildirmişlerdir (Idris ve ark., 2007). *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ile mücadelede, *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'nin biyolojik ajan olarak kullanılabilceğini tespit etmişlerdir (Sajili ve ark., 2018) Benzer şekilde çalışmamızda da in vitro koşullarında *Bacillus* spp.(*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*) *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in gelişmesini inhibe ettiği gözlenmiştir.

(Zhao ve ark., 2016), *Bacillus subtilis* Y-IVI ırkı *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Biyolojik kontrolü Y-IVI ırkı'nın iturin A ve fengisine antifungal bileşik ürettiği tespit etmişlerdir. Bir çok yazar da, *Bacillus* spp.'nin patojenleri engellemede etkili olan antimikrobal bileşiklerin;

subtilin, bacilyisin, mikobasilin ve iturin A gibi bileşiklerin olduğunu bildirmişlerdir (Walker ve Abraham, 1970; Robleto ve ark., 1998; Thomashow, 2002)

Çalışmamızda izole edilen *Bacillus cereus* ve *Bacillus thuringiensis* bakteriler birbirleriyle yakından ilgilidir (Han ve ark., 2006). *Bacillus cereus* izole edilebileceği bir çok ortam vardır. *Bacillus cereus* grubunun içinde bulunan türler: *B. thuringiensis*, *B. anthracis*, *B. Mycooides* (Skerman ve ark., 1980), *B. Pseudomycooides*(Nakamura, 1998), *B. Weihestephanensis* (Lechner ve ark., 1998) ve *B. Cytotoxicus* (Guinebretiére ve ark., 2013) yer almaktadır. Yapılan bir çalışmada, domateste hastalık etmeni olan *Pythium ultimum* ve *F. oxysporum*'un hiflerinde erime ve morfolojik bozulmalara *Bacillus thuringiensis*'in neden olduğu tespit etmişlerdir (Amer ve ark.,1997). *Bacillus thuringiensis* en tanınmış entomopatojen bakteridir (Gao ve ark., 2014). *Bacillus* spp. ve *Bacillus cereus* grubu içinde yer alan bakterilerin ürettiği metabolitlerin; bakteriyosinler, antibiyotikler ve proteinazlar gibi biyolojik aktif metabolitler olduğunu bildirmişlerdir (Tagg ve ark., 1976). *Bacillus thuringiensis* ve *Bacillus cereus*' un patojen paratiziminde antibiyotik ve kitinolitik aktivitelerinin etkili olduğu tespit etmişlerdir (Sung ve Chung, 1997).

Bütün bu çalışmalar bizim çalışmamızla paralellik göstererek elde ettiğimiz antagonistlerin biyolojik mücadelede etkili olabileceğini göstermektedir. İzole ettiğimiz *Bacillus* türleri (*B. Thuringiensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus mojavensis*) FOM'un gelişmesini %29,21-43,92 arasında değişen oranda engellemiştir.

Giresun ilinde yapılan bir çalışmada, adadaki topraklardan *Bacillus* izolasyonu yapılmıştır. Tespit edilen *Bacillus* spp.'lerin enzim kantitatifleri araştırılmıştır. İzolasyon sonucunda elde edilen *Bacillus* türleri: *B. Cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. pumilus* ve *Bacillus* sp.olarak tanımlaması yapılmıştır. Tanımlanan *Bacillus* türlerinin farklı oranlarda mikroorganizmaların gelişimini engellediğini bildirmişlerdir (Kadı ve ark., 2016).

(Yu ve ark., 2011), Saksı denemesiyle *Bacillus subtilis* CAS15 , basillibaktin ürettiği ve siderofor üretiminin demir tarafından engellendiği tespit etmişlerdir. *Bacillus subtilis* CAS15'in biber fusarium solgunluk hastalığını etkili bir şekilde azalttığı ve sistemik dayanıklılığında teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada (Schwartz ve ark., 2013), *Bacillus subtilis* türlerinin siderofor özellikte olan basillibaktin ile özellikle biyolojik ajanı olarak kullanılmasında etkin rol oynadığını ve *Bacillus subtilis*, PGPR 'lerin diğer özelliklerinede sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, yengeç kabuğu ve karides içeren deniz atıklarından besi yeri üretilmiştir. Bu besi yerinde *Bacillus cereus* QQ308 kitinaz, kitosanaz ve proteaz içeren antifungal hidrolitik enzimler ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Pythium ultimum*'un gelişmesinin önemli oranda inhibe ettiği tespit etmişlerdir (Chang ve ark., 2007).

Kompostlardan izole edilen *Enterobacter-gergoviae* (K4B:4:7:1), *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1) bakterilerin *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' e in vitro koşullarda antagonistik etki gösterdikleri tespit edilmiştir (Çakırbey, 2012).

Birçok çalışmada *Pantoea agglomerans*'ın biyolojik mücadele ve bitki dayanıklılık mekanizmalarının uyarılmasına yönelik araştırmalar yapılmıştır (Costa ve ark., 2001; Kotan ve Şahin, 2002).

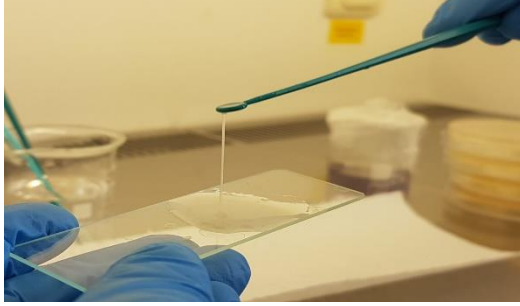
(Meziane ve ark., 2003), *Pantoea agglomerans* IC12070 kitinolitik enzim ve pirolnitrin antibiyotik ürettiği tespit edilmiş ve çeşitli fungal patojenlerle antagonist etkisinin olduğu belirlenmiştir. (Çakar, 2020), patateslerde kuru çürüklük hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum*'a *Pantoea agglomerans*'ın BRTB bakteri straini in vivo da hastalık etmenini tamamen engellerken in vitroda %66.22 oranında hastalık gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Çalışmamızda in vitro koşullarında *Pantoea agglomerans* %17,25 oranında FOM'un gelişmesini inhibe etmiştir. Yapılan bu çalışma ile de in vivo koşullarında hastalığı engelleme oranı artabilir. Bir diğer çalışmada, çilekten ve hıyardan izole edilen iki tane *Alternaria alternata* izolatına karşı *Pantoea agglomerans* BRTB starini test edilmiştir. İn vitro da hastalık gelişimini sırasıyla %64.18-%65.46 oranında engellediği bildirmişlerdir (Tozlu ve ark., 2018). *Fusarium oxysporum* neden olduğu hastalıkların kontrolünde *P. agglomerans*'ın topraktan izole edilen Z01 straininin etkili olduğunu bildirmişlerdir (Liu ve ark., 2014).

Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda, PGPR'lerin sahip olduğu mekanizmalar ile bitki patojenlerin hastalık oluşumu engellediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca bitki gelişimini teşvik ettiğini tespit etmişlerdir (Hoitink ve Fahy, 1986; Anandhakumar ve Zeller, 2004).

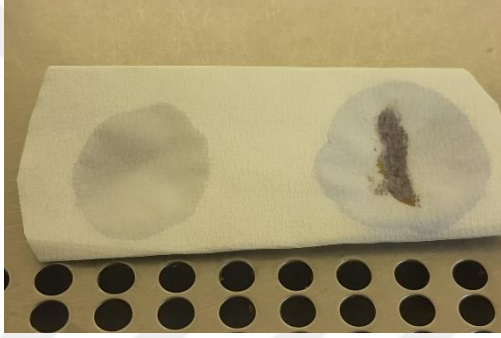
Diğer çalışmalarda da antagonist bakterilerin antibiosis, demir için rekabet ve bitki dayanıklılığını teşvik edilmesi gibi mekanizmalarla hastalığı baskıladığı bildirilmiştir (Scher ve ark., 1980; Yu ve ark., 2011; Zhao ve Wu, 2011)

#### 4.4.3. Bakteriye tanılama biyokimyasal testlerin sonuçları

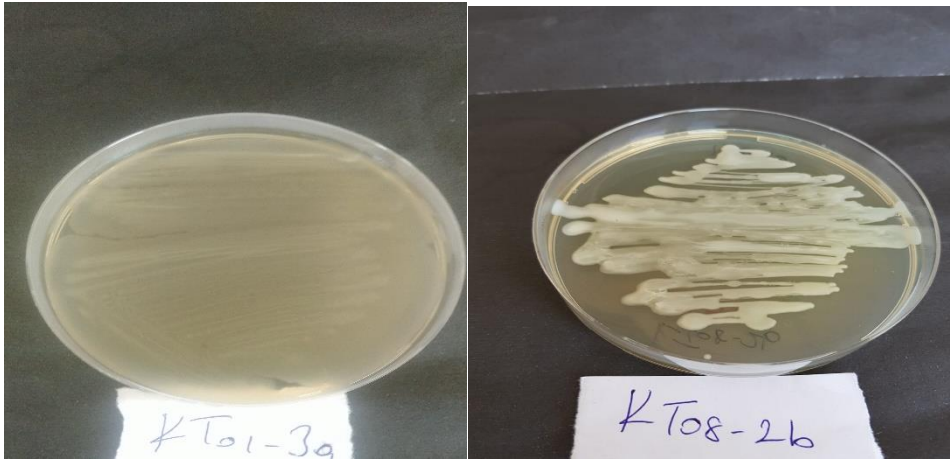
İn vitro koşullarında antagonistik etki gösteren 25 bakteriyel izolata biyokimyasal teste tabi tutulmuştur. Yapılan testler; Şekil 4.12., 4.13., 4.14., 4.15.'de ve Tablo 4.7'de sunulmuştur.



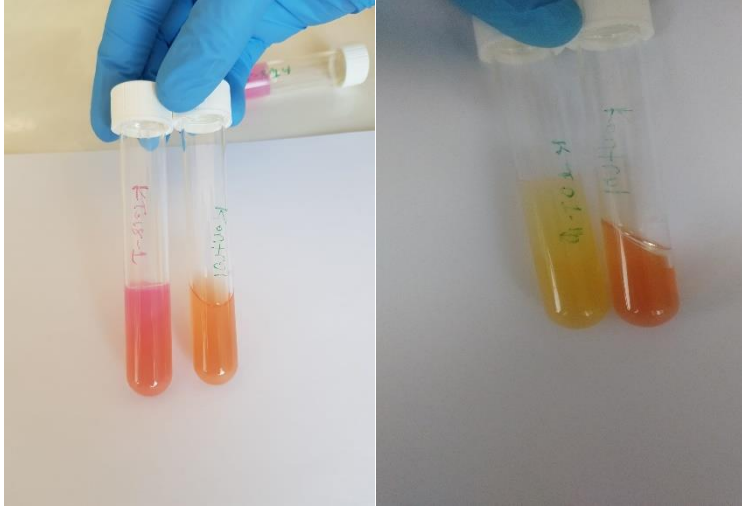
Şekil 4. 12. Bakteriye izolatlarına uygulanan Gram reaksiyon testi. Gram reaksiyonuna KTO5-2 izolatın ipliksi sünme görüntüsü(pozitif reaksiyon)



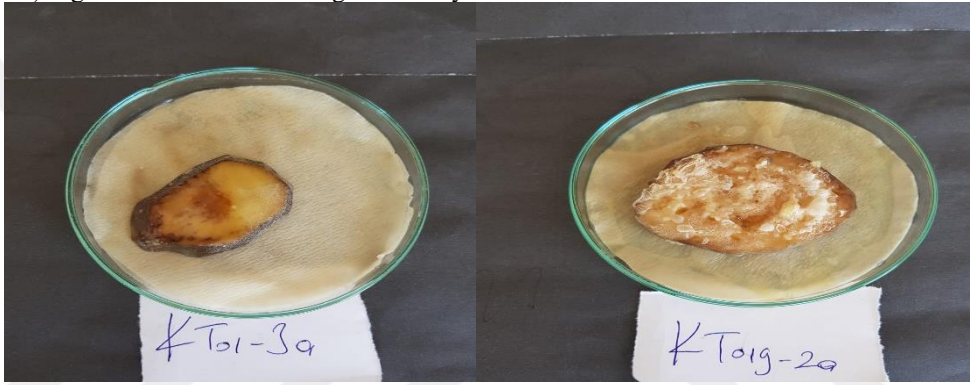
Şekil 4. 13. Bakteriye izolatlarına oksidaz testleri a) solda KTO5-2 izolatının oluşturduğu görünüm(negatif), b) sağda KTO1-1b izolatının mavi renk alması(pozitif)



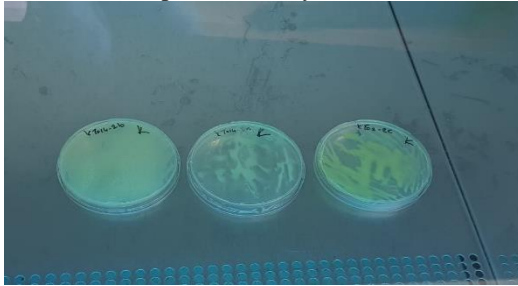
Şekil 4. 14. Bakteriye izolatlarına uygulanan levan testi a) sağda KTO8-2B izolatın görüntüsü(pozitif) b) solda KTO1-3A izolatının görünümü(negatif)



Şekil 4. 15. Bakteriye izolatlarına uygulanan arjin dehidrolaz testi a) solda KTO18-1 testine pozitif reaksiyon b) sağda KTO1-1B testine negatif reaksiyon



Şekil 4. 16. Bakteriye izolatlarına uygulanan pektin testi a) solda teste KTO1-3A negatif reaksiyon b) sağda teste KTO19-2A pozitif reaksiyon



Şekil 4. 17. Bakteriye izolatlarına KB besiyerinde oluşturdukları floresan pigment üretimi (pozitif reaksiyon)

Tablo 4. 7. Biyokimyasal testlerin sonuçları

BAKTERİYEL İZOLATLARI	KİNG B	KOH	OKSİDAZ	PEKTİN	LEVAN	ARJİN
KTO5-2	X	Gr +	-	-	+	+
KTO1-1B	X	Gr+	+	-	+	-
KTO5-2B		Gr+	+	+	+	+
KTO3-2A		Gr+	+	-	+	+

KTO2-2C		X	Gr-	-	-	+	+
KTO13-1A			Gr+	-	+	+	+
KTO7-1			Gr+	+	-	-	+
KTO14-2A		X	Gr-	-	+	-	+
KTO19-2A		X	Gr-	-	+	-	+
KTO16-2B			Gr+	-	+	-	+
KTO15-2B			Gr-	-	+	-	+
KTO14-2B		X	Gr-	-	+	-	+
KTO17-1B			Gr+	+	+	-	+
KTO2-1		X	Gr+	+	+	+	+
KTO17-1A			Gr+	-	+	+	+
KTO4-3A			Gr-	-	+	+	+
KTO18-1		X	Gr+	-	+	-	+
KTO20-1A		X	Gr+	+	+	+	+
KTO13-1			Gr+	+	-	-	+
KTO14-1B		X	Gr+	+	+	-	+
KTO1-3BA			Gr-	-	+	-	+
KTO8-2A			Gr-	+	+	-	+
KTO4-2A			Gr+	-	+	-	+

İn vitroda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in gelişmesini engelleyen 25 bakteriye bakteriyel tanı testi yapılmıştır. Floresant *Pseudomonas* teşhisi için; KB ortamında, UV ışık altında mavi,yeşil ve sarımsı yeşil renk veren(Geels ve Schippers, 1983), LOPAT(KOH Gr (-), oksidaz (+), pektin (-), levan (+) ve arjin (+) ) testleri yapılmıştır. Bizim çalışmamızda, bu testler sonucunda KTO2-2c izolatu testi geçmiştir. Fakat moleküler tanılama işlemlerinden geçememiştir. Elde edilen sonuçlar bu çalışmayı deslememektedir.

Toprak kaynaklı hastalıklar bitki hastalıklar içerisinde önemli bir yer almaktadır. Mücadelesinin zor olması, kimyasal mücadelesinin yetersiz olmasından dolayı biyolojik mücadele ajanları kullanılmaya başlanmıştır. *Fusarium oxysporum* suşlarına karşı *Trichoderma* spp.ve *Pseudomonas* spp. biyolojik mücadelede yaygın olarak kullanılan antagonistlerdir. Bu antagonistler *Fusarium oxysporum*' un neden olduğu solgunluk hastalığını kontrol etmek için kullanıldığını bildirmişlerdir (Cottyn ve ark., 2009).

Toprak fungusları arasında bitki kök ekosisteminden en çok izole edile türler *Trichoderma* spp.'dir. *Trichoderma* spp.'ye ait birçok tür, önemli fitopatojen funguslara antagonistik veya hiperparazit olarak etkili olan biyolojik aktiviteleri ile bilinmektedirler (Harman ve ark., 2004).

Çalışmamızda 2 adet *Trichoderma* spp. izole edilmiştir. İn vitro testlerde *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' e karşı etkili bulunan *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma hamatum* olduğu saptanmıştır. Aday fungal bioajanların FOM'a gösterdiği etkililik durumları ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre gruplandırılması Tablo 4.8.' de verilmiştir

**Tablo 4.8.** Aday bioajan fungusların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ' e karşı in vitro etkileri

Fungus	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> ' i kapatma süresi(gün)
<i>Trichoderma hamatum</i> (ST)	12b
<i>Trichoderma harzianum</i> (UT-6.1)	11a

*Trichoderma* 'ların in vitroda ikili kültür tekniğinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* kapatma süresine göre değerlendirme yapılmıştır (Tablo 4.8.). Ceviz ağacının rizosferinden elde ettiği *Trichoderma harzianum* 'u diğer elde ettiği *Aspergillus niger*, *Cladosporium sphaerospermum* ve *Fusarium oxysporum* üzerinde etkisi dual kültür ile test etmiştir (Lone ve ark., 2012).

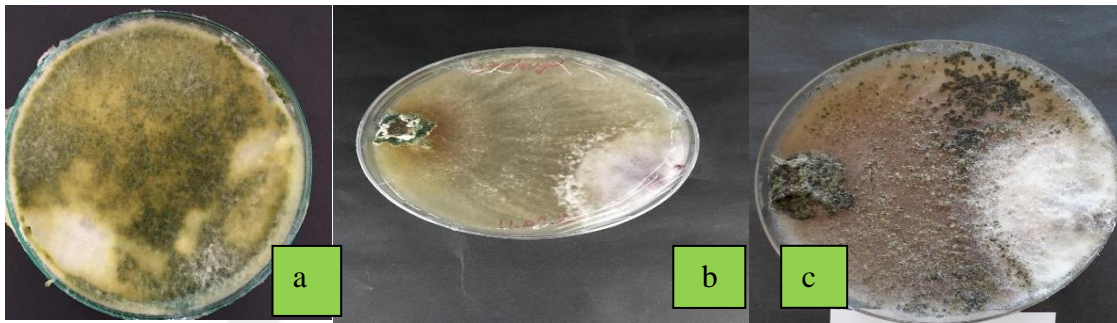
Çalışmamızda elde edilen *Trichoderma hamatum* ve *Trichoderma harzianum* zon oluşturmadan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in üzerini tamamen kaplamıştır. Bu biyolojik mücadele mekanizmanın hiperparazitik (mikoparazitizm) etki olduğu belirlenmiştir. Çünkü (Koçak, 2019) tarafından in vitro koşullarda yapılan çalışmada, belirlenmiş fungal bioajan olan *Trichoderma* spp. PDA besi ortamına patojen ile karşılıklı olarak konulmuştur. Patojenin üzerini tamamen kaplayarak mikoparazitik etkili antagonistler olarak belirtmiştir.

(Howell, 2003) tarafından yapılan çalışmada *Trichoderma* spp. en önemli mekanizmalarının hiperparatizim olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bazı türlerin bioaktif madde ürettikleride tespit etmişlerdir. *Trichoderma harzianum*, canlı bitki dokularına

zarar vermediği, bitki gelişimini artırdığı, patojen gelişimini engellediğini de bildirilmiştir (Chet, 1990).

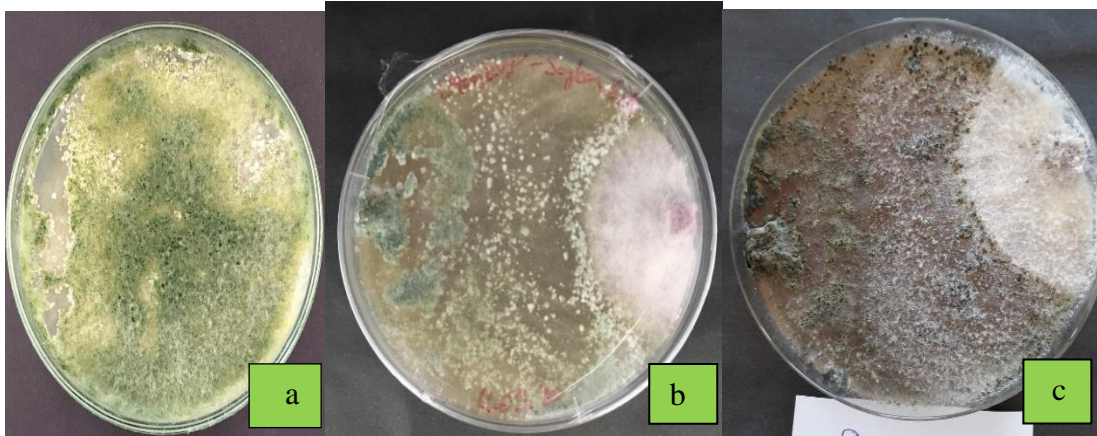
Kontrol olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* petriyi 7 günde sonra kaplamıştır. *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma hamatum* kontrolde petriyi yaklaşık 11-12 günde kaplamıştır.

Tablo 4.8. incelendiğinde UT-6.1 en hızlı hiperparazit etki göstermiştir. İlk yüzleşme inkübasyonun 7. gününde başlamıştır. 11. günde petriyi tamamen kaplayarak patojen misel gelişimini engellemiştir (Şekil 4.18). UT-6.1 izolatını en güçlü antagonist olarak belirlememizde petriyi ilk ve tamamen kaplaması etkili olmuştur.



Şekil 4. 18. *Trichoderma harzianum* 'un göstermiş olduğu hiperparazitik etki a)kontrol b) 7. gün sonunda başlayan mikoparazitik etkinin başlaması c) 11. gün sonunda petriyi tamamen kaplaması

ST izolatı inkübasyonun 8. gününde başlayan ilk yüzleşme 12. günde petriyi tamamen kaplamıştır (Şekil 4.19). İn vitro etkinliklerinde antogonist izolatlarının gün(süre) açısından istatistiksel fark görülmektedir.



Şekil 4. 19. *Trichoderma hamatum* 'un göstermiş olduğu hiperparazitik etki a)kontrol b) 8. gün sonunda başlayan mikoparazitik etkinin başlaması c) 12. gün sonunda petriyi tamamen kaplaması

*Trichoderma* spp. biyokontrol ajanı olarak çok fazla araştırmaya konu olmuş ve halende araştırmaya devam edilmektedir. *Trichoderma* 'ların ticari preparatlarında tarım alanlarında kullanılmaktadır (Kredics ve ark., 2003). *Trichoderma*, toprak kökenli bir

fungustur ve çok fazla bitki patojenine karşı hiperparazitik etkisi ve patojenin hücre duvarını parçalama yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Chet ve Henis, 1985). Hücre duvarını parçalamak için mikoparazitik *Trichoderma* sp. enzim salgılamaktadır. Bu salgıladıkları enzimler; proteaz, kitinaz, glukonazdır. Hücre duvarını parçaladıktan sonra penetre olurlar ve konukçu hifini besin kaynağı olarak kullanırlar (Papavizas, 1985; Inbar ve Chet, 1992).

(Chakraborty ve Chatterjee, 2008), kitinaz ve  $\beta$  1-3 Glukanaz enzim bulunduran *Trichoderma* türleri(*T. harzianum*, *T. viride*, *T. lignorum*, *T. hamatum* ve *T. reesei*) patlıcan fusarium solgunluğuna sebep olan *Fusarium solani*'ye karşı in vitroda %100 oranda etkili olurken tarla koşullarında *T. harzianum*, *T. Viride* türleri *Fusarium solani* etmenin gelişmesi inhibe ettiği tespit etmişlerdir. *T. Harzianum* ve *T. viride*, yapılan bir çok çalışmada bitki patojenlerini engelleyen en etkili antagonist olduğunu bildirmişlerdir (Dubey ve ark., 2007; Hajieghrari ve ark., 2008).

Fungusların kitin metabolizmalarından sorumlu enzim, kitinazdır. *Trichoderma* spp. kitinolitik enzim üretmektedir. Ürettikleri bu enzim bir çok bitki patojeni fungusların neden olduğu hastalıklara karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca gıdaların bozulmasına neden olan patojen funguslara karşıda kitinaz ve kitinolitik enzimlerin biokontrolde kullanılması son zamanlarda önem arz etmektedir (De La Vega ve ark., 2006; Choquer ve ark., 2007).

*T. hamatum* ve *T. koningii* farklı iklim bölgelerde yaşam alanı bulurken, ılıman bölgelerde *T. harzianum* yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir. İklim koşulları fungusun misel gelişimi ve spor çimlenmesinde önemli yer almaktadır. Sıcaklık misel gelişmesini, spor çimlenmesini artırmaktadır. Nem ise hızlı spor çimlenmesini sağlamaktadır(Santamarina ve Rosello, 2006). Bu çalışmada *T. hamatum*'un trikoveridin, isosanit, isonitril gibi antifungal bileşikler ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca isonitril'i diğer *Trichoderma* spp.(*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. polysporum* ve *T. viride*) ürettiği saptanmıştır. İsonitril A'nın etkileri araştırıldığında; Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler, mayalar ve filamentli funguslara karşı etkili olduğu tespit etmişlerdir (Dickinson ve ark., 1989).

(Ahmed ve Attya, 2018) Mısır'da yaptığı çalışmada, hurma köklerinden *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* ve *Macrophomina phaseolina* patojenlerini izole etmiştir. Fungal bioajan olan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* ve *Trichoderma hamatum* bu patojenlere karşı uygulamış ve sonucunda, kökte hastalık belirtilerinin azaldığını tespit etmiştir.

*F.oxysporum*, *F.culmorum*, *F.moniliforme*, *R.solani*, *R.cerealis*, *S.rolfsii*, *D.sorokiniana*, *G.graminis* var. *tiritici* ve *Ophiobolus graminis* patojenlerine karşı *Trichoderma harzianum* izolatların gelişimlerini engellediğini bildirmişlerdir (Küçük ve Kivanç, 2001).

*Trichoderma* spp. mikoparazit, antibiosis mekanizmalarının yanında bitki patojenlerine karşı bitki savunma mekanizmalarını harekete geçirdiği bildirilmiştir. PR proteinlerin, fenolik bileşiklerin, lignin ve savunma enzimlerinin bu savunma mekanizması içinde yer aldığı saptanmıştır (Yedia ve ark., 2003; Singh ve ark., 2011).

*Trichoderma harzianum* Rifai TM' den chit36 adlı yeni bir 36-kd endokitinaz enzimi izole edilmiştir. Chit36 enzimi *Botrytis cinerea*'nın konidi çimlenmesini inhibe ettiği, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* ve *Sclerotium rolfsii*' nin de gelişmesini büyük ölçüde inhibe ettiği tespit edilmiştir (Viterbo ve ark., 2001).

*Trichoderma*, tarımsal biyoteknolojide yaygın olarak kullanılmakta ve halihazırda çok sayıda bitki patojenine karşı biyo-kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır ve pek çoğu ticari kullanım için geliştirilmiştir. Yeni izole edilen *Trichoderma harzianum* SQR-T037 suşunun uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerinin *Fusarium oxysporum*'a karşı in vitro da antifungal potansiyeli araştırılmıştır. Sonuçlar, SQR-T037 suşunun *F. oxysporum*'un büyümesini %40'a kadar inhibe edebilen uçucu bileşikler ürettiğini, sıvı kültürden ekstrakte edilen uçucu olmayan antifungal bileşiklerin ise *F. oxysporum* büyümesini önemli ölçüde inhibe ettiği saptanmıştır. 30°C sıcaklık ve pH 6 ile altı günlük inkübasyon süresi, SQR-T037 suşu tarafından maksimum antifungal bileşik üretimi için optimum bulunmuştur. Bu araştırma, sera ve tarla koşullarında karpuz fusarium solgunluk hastalığının kontrol etmek için SQR-T037 suşu iyi bir antagonist olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Raza ve ark., 2013).

*Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. virens* (*Gliocladium virens*) başta olmak üzere *T. aureoviride*, *T. pseudokoningii*, *T. koningii* ve *T. Longibrachiatum* gibi) bir çok bitki patojenin biyolojik mücadelesinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Etki ettikleri funguslar şunlardır;

*Armillaria*, *Botrytis*, *Chondrostereum*, *Colletotrichum*, *Dematophora*, *Diaporthe*, *Endothia*, *Fulvia*, *Fusarium*, *Fusicladium*, *Helminthosporium*, *Macrophomina*, *Monillia*, *Nectria*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pseudoperonospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Venturia*, *Verticillium* olduğu saptanmıştır (Howell ve ark., 1993).

Yapılan bir çok çalışmalar sonucunda *Trichoderma* spp., çok fazla çalışmaya konu olmuş ve ticari preparatların olduğu ve çevre dostu antagonist olarak bitki patojenlerin biyolojik mücadelesinde kullanıldığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda da elde edilen *Trichoderma* spp.'nin yapılan diğer çalışmalardaki antagonist etkisi ile paralellik göstermektedir.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çumra ilçesinde kavun *Fusarium* solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e karşı biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması için bu çalışma yapılmıştır.

Çalışmamızda ilk olarak 2019 yılında Çumra ilçesindeki kavun ekili araziler gezilmiş fusarium solgunluk hastalığı belirtiler gösteren bitki örnekleri toplanmıştır. Toplanan bitki örneklerinden patojen olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izole edilmiştir. İkinci aşamada, İzole edilen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* izolatlarına patojenite testi uygulanarak virüensliği en yüksek olan patojen diğer testlerde kullanılmak üzere belirlenmiştir. Patojenite testlerdeki virülenslikler % 13,89-91,67 oranında değiştiği saptanmıştır. Üçüncü aşamada, kavun yetiştirilen alanlardan sağlıklı ve hastalıklı bitkilerin rizosferinden toprak örnekleri alınmış ve 61 bakteri, 2 fungal ajan izole edilmiştir. Çalışmamızda izole edilen 61 bakterinin biyolojik imkanlarını araştırmak üzere in vitro koşullarda test edilmiştir. İn vitro da 25 bakteri ve 2 fungal ajan etkili bulunmuştur. 24 bakteri antibiosis etki gösterirken 2 fungus hiperparazitik etki göstermiştir. Etkili bulunan 25 bakteri izolatından 13 bakteri izolatı ve 2 fungal izolatın 16S rRNA moleküler tanısı yapılmıştır. 11 bakteri izolatı tanımlanırken 2 bakteri izolatı tanımlanamamıştır. Tanımlanan bakteri türleri: *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter ludwigii*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Enterobacter ludwigii*. İn vitro koşullarda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in gelişimini %17,25 ile %43,92 oranında engellemişlerdir. %30 ve üzeri oranda antagonist etkiye sahip olan bakteriler; *Enterobacter ludwigii* (KTO1-3BA, KTO8-1), *Bacillus mojavensis*(KTO14-24), *Bacillus atrophaeus* (KTO14-2B), *Bacillus cereus* (KTO7-1), *Bacillus thuringiensis* (KTO17-1B, KTO20-1A) izolatlarıdır. KTO1-3BA, KTO8-1, KTO13-1A izolatlarının fırsatçı insan patojenleri olma ihtimalinden dolayı kullanılamayacağı düşünülmektedir. İn vitro koşullarda antagonistlerin etki oranı tespit edilmeye çalışılsa da tespit edilen sonuçların in vivo koşullarda farklı sonuçlar verebileceği, engelleme oranı düşük olan bakterilerin in vivo ve arazi koşullarında daha yüksek bir etki gösterebileceği düşünülmektedir. İn vitro koşullarda hiperparazit özelliği ile etki gösteren *Trichoderma*'ların moleküler tanı sonucuna göre *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum* olduğu tespit edilmiştir.

İN vitro da etkili bulunan antagonistlerin in vivo ve arazi koşullarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' e karşı etkileri araştırılmalıdır. Bu izolatlardan *Fusarium*

*oxysporum* f.sp. *melonis*' e karşı etkili olanların ayrıntılı olarak araştırılarak hangi mekanizma ile engelledikleri de belirlenmelidir. Ayrıca etkili olan izolatların hastalık oluşmasını azaltırken veya engellerken bitki gelişim üzerine etkilerinin araştırılması ürün verim ve kalitesini artıracaktır.



## KAYNAKLAR

- Abak, K., Pakyürek, Y. ve Gürsöz (Sarı), N., 1989, Çukurova Bölgesinde Tünelde Kavun Yetiştiriciliği, *Adana Ziraat Odası, Çiftçi Dergisi*, 12, 24-25.
- Ahmed, D. ve Attya, M. F., 2018, Management of date palm root rot diseases by using some biological control agents under organic farming system, *Novel Research in Microbiology Journal*, 2 (2), 37-47.
- Akdoğan, M., 1969, Research on the chemical control method against wilt disease (Fusarium spp.) occurring on melons and water melons, *Bitki Koruma Bülteni*, 9 (2).
- Akılbekova ve R., 1996, Kavunlarda Fusarium Solgunluğu (Fusarium oxysporum f. sp. melonis)'nun Biyolojik Savaşım Olanakları Üzerinde Araştırmalar, *Ankara Üniversitesi, Ankara*.
- Altınok, H., Boyacı, H. ve Topçu, V., 2012, Prevalence of Fusarium and Verticillium wilts in greenhouse eggplant production areas of Antalya, Mersin and Samsun provinces and geographical distribution of the virulence of the isolates, *Ziraat Fakültesi Dergisi, Atatürk Üniversitesi*, 43 (2), 107-115.
- Altınok, H. H., Dikilitaş, M. ve Yıldız, H. N., 2013, Potential of Pseudomonas and Bacillus isolates as biocontrol agents against fusarium wilt of eggplant, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 27 (4), 3952-3958.
- Altuğ, S., 2001, Orta Anadolu Bölgesinde kavunlarda solgunluk hastalığı oluşumunda bazı Fusarium türlerinin rolü, *Ankara Üniversitesi, Ankara*, 53
- Anandhakumar, J. ve Zeller, W., 2004, Investigation on the Biocontrol of Phytophthora diseases on strawberry based on antagonism, *Ecofruit-11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 3rd February to 5th February 2004 at Weinsberg/Germany*, 240-243.
- Armstrong, G., GM, A. ve JK, A., 1978, Formae Speciales And Races Of Fusarium Oxysporum Causing Wilts Of The Cucurbitaceae.
- Aydın, M.H., Turhan, G. ve 2009, Rhizoctonia solani'nin fungal antagonistlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar, *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 19(2), 49-72.
- Azcón-Aguilar, C., Barea ve M., J., 1996, Arbuscular Mycorrhizas And Biological Control Of Soil Borne Plant Pathogens, *An Overview of the Mechanisms Involved. Mycorrhiza*, 6, 457- 464.
- Baran, B., 2000, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kavun Ekim Alanlarında Solgunluk Hastalığı Etmeni "Fusarium oxysporum f. sp. melonis' in (Leach and Currence)" Yaygınlığı ve Bu Etmene Karşı Bazı Kavun Çeşitlerinin Tepkileri, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Van*.
- Benhamou, N. ve Bélanger, R. R., 1998, Induction of systemic resistance to Pythium damping-off in cucumber plants by benzothiadiazole: ultrastructure and cytochemistry of the host response, *The Plant Journal*, 14 (1), 13-21.
- Berger, C. N., Sodha, S. V., Shaw, R. K., Griffin, P. M., Pink, D., Hand, P. ve Frankel, G., 2010, Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens, *Environmental microbiology*, 12 (9), 2385-2397.
- Bishop, C. ve Cooper, R. M., 1983, An ultrastructural study of vascular colonization in three vascular wilt diseases I. Colonization of susceptible cultivars, *Physiological Plant Pathology*, 23 (3), 323-343.

- Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat ve M., 1995, Maladies des cucurbitacées, *INRA Revue Horticulture*.
- Booth, C., 1971, The Genus *Fusarium*, *Common Wealth Mycological Institute Kew, Surrey, England*, 237 pp.
- Booth, C., 1977, *Fusarium- Laboratory Guide to the Identification of the Major Species.*, *Common Wealth Mycological Institute Kew, Surrey, England*, 58 pp.
- Bora, T., Özaktan, H., Göre, E. ve Aslan, E., 2004, Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* by wettable powder formulations of the two strains of *Pseudomonas putida*, *Journal of Phytopathology*, 152 (8-9), 471-475.
- Boughalleb-M'Hamdi, N., Salem, I. B. ve M'Hamdi, M., 2018, Evaluation of the efficiency of *Trichoderma*, *Penicillium*, and *Aspergillus* species as biological control agents against four soil-borne fungi of melon and watermelon, *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28 (1), 25.
- Boyras, N. ve Baştaş, K. K., 2005, Konya İlinde Kavun Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı Ve İzole Edilen *Fusarium* Türlerinin Patojeniteleri, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19 (37), 100-105.
- Bölük, G., 2017, Ankara İlinde Kavunda Solgunluk Hastalığına Neden Olan *Fusarium* Türlerinin Tespiti Ve Patojenitesi *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Bremer, H. ve 1944, Ülber Wellk Ekrank Heit Eninsüdwest Anatolien, *Istanbuer Schriften*, 18. 40 pp.
- Broadbent, P. ve KF, B., 1977, Effect of *Bacillus* spp. on increased growth of seedlings in steamed and in nontreated soil.
- Bruton, B. ve Miller, M., 1997a, Occurrence of vine decline diseases of melons in Honduras, *Plant Disease*, 81 (6), 696-696.
- Bruton, B. ve Miller, M., 1997b, Occurrence of vine decline diseases of melons in Honduras, *Plant Disease*, 81 (6), 696-696.
- Carreiro, M. M. ve Koske, R., 1992, The effect of temperature and substratum on competition among three species of forest litter microfungi, *Mycological Research*, 96 (1), 19-24.
- Chakraborty, M. ve Chatterjee, N., 2008, Control of *Fusarium* wilt of *Solanum melongena* by *Trichoderma* spp, *Biologia plantarum*, 52 (3), 582-586.
- Chang, W.-T., Chen, Y.-C. ve Jao, C.-L., 2007, Antifungal activity and enhancement of plant growth by *Bacillus cereus* grown on shellfish chitin wastes, *Bioresource technology*, 98 (6), 1224-1230.
- Charalambous, A., Tjamos, S. E., Domazakis, E. ve Paplomatas, E. J., 2013, Incorporation into the transplant soil plug of the plant protective agent *Paenibacillus alvei* strain K165 confers protection to melon against *Fusarium* wilt, *BioControl*, 58 (5), 685-692.
- Chehri, K., Salleh, B., Yli-Mattila, T., Reddy, K. ve Abbasi, S., 2011, Molecular characterization of pathogenic *Fusarium* species in cucurbit plants from Kermanshah province, Iran, *Saudi journal of biological sciences*, 18 (4), 341-351.
- Chen, C., Bélanger, R. R., Benhamou, N. ve Paulitz, T. C., 1998, Induced systemic resistance (ISR) by *Pseudomonas* spp. impairs pre-and post-infection development of *Pythium aphanidermatum* on cucumber roots, *European Journal of Plant Pathology*, 104 (9), 877-886.

- Chet, I. ve Henis, Y., 1985, Trichoderma as a biocontrol agent against soilborne root pathogens, *Ecology and management of soilborne plant pathogens*, 110-112.
- Chet, I., 1990, Biological control of soil-borne plant pathogens with fungal antagonists in combination with soil treatments, *Biological control of soil-borne plant pathogens.*, 15-25.
- Chet, I. ve Inbar, J., 1994, Biological control of fungal pathogens, *Applied biochemistry and biotechnology*, 48 (1), 37-43.
- Choquer, M., Becker, H. F. ve Vidal-Cros, A., 2007, Identification of two group A chitinase genes in *Botrytis cinerea* which are differentially induced by exogenous chitin, *Mycological Research*, 111 (5), 615-625.
- Cook, R. J. ve Baker, K. F., 1983, The nature and practice of biological control of plant pathogens, American Phytopathological Society, p.
- Costa, E., Teixidó, N., Usall, J., Atarés, E. ve Viñas, I., 2001, Production of the biocontrol agent *Pantoea agglomerans* strain CPA-2 using commercial products and by-products, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56 (3), 367-371.
- Cottyn, B., Debode, J., Regalado, E., Mew, T.W., Swings ve J., 2009, The Society for Applied Microbiology, 107, 885-897.
- Czaczyk, K., Trojanowska, K. ve Stachowiak, B., 2002, Inhibition of ergosterol biosynthesis in fungal plant pathogens by *Bacillus* sp, *Polish Journal of Environmental studies*, 11 (5), 593-598.
- Çakar, G., 2020, Patates Kuru Çürüklük Hastalığı Etmeni *Fusarium oxysporum* Schlecht. Emend Snyder & Hans.'ın Biyolojik Mücadele İmkanlarının Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi*, Erzurum.
- Çakırbey, S., 2012, Kavun Solgunluk Patojeni *Fusarium Oxysporum* F.Sp. Melonis'e Karşı Farklı Kompostlardan Elde Edilen Mikroorganizmaların In Vitro Antifungal Etkileri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Antakya, Hatay*.
- Çamlıca, E. ve Tozlu, E., 2019, Biological control of *Alternaria solani* in tomato, *Fresenius Environ. Bull*, 28, 7092-7100.
- Çınar, Z., 2011, Karpuzda *Fusarium* Solgunluğuna ( *Fusarium oxysporum* f. sp *niveum*). Karşı Mikorizal Funguslar ve Abiyotik uyarıcılarının etkilerinin belirlenmesi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak.*, Adana.
- Danielson, R. ve Davey, C., 1973, The abundance of *Trichoderma* propagules and the distribution of species in forest soils, *Soil Biology and Biochemistry*, 5 (5), 485-494.
- De Boer, M., van der Sluis, I., van Loon, L. C. ve Bakker, P. A., 1999, Combining fluorescent *Pseudomonas* spp. strains to enhance suppression of fusarium wilt of radish, *European Journal of Plant Pathology*, 105 (2), 201-210.
- De Cal, A., Szejnberg, A., Sabuquillo, P. ve Melgarejo, P., 2009, Management Fusarium wilt on melon and watermelon by *Penicillium oxalicum*, *Biological Control*, 51 (3), 480-486.
- De La Vega, L. M., Barboza-Corona, J. E., Aguilar-Uscanga, M. G. ve Ramírez-Lepe, M., 2006, Purification and characterization of an exochitinase from *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* and its action against phytopathogenic fungi, *Canadian journal of microbiology*, 52 (7).
- Delisoy, K., 2019, Kavunda *Fusarium* Solgunluk Hastalığına Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin ve Rizobakterlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.

- Demir, S. ve Tezcan, H., 1995, Van ili kavunlarında toprak kaynaklı fungusların neden olduğu kurumalar üzerinde araştırmalar. 7, *Turkiye Fitopatoloji Kongresi*, 26-29.
- Dhingra, D., O., B., S. J. ve 1995, Basic plant pathology methods., *Second Edition, Lewis Publishers, CRC Press, USA*, 400-450.
- Dickinson, J. M., Hanson, J. R., Hitchcock, P. B. ve Claydon, N., 1989, Structure and biosynthesis of harzianopyridone, an antifungal metabolite of *Trichoderma harzianum*, *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1* (11), 1885-1887.
- Domsch, K., 1980, Vol. 1, *Compendium of Soil Fungi*, 703-709.
- Domsch, K. H., Gams, W. ve Anderson, T.-H., 1980, Compendium of soil fungi. Volume 1, Academic Press (London) Ltd., p.
- Druzhinina, I. ve Kubicek, C. P., 2005, Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters?, *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 6 (2), 100.
- Dubey, S. C., Suresh, M. ve Singh, B., 2007, Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilt, *Biological Control*, 40 (1), 118-127.
- El-Sheshtawi, M., Bahkali, A. H., Wafa'a-Al-Taisan, A. ve Elgorban, A., 2014, Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* to melon genotypes (*Cucumis melo* L.) and its biocontrol, *J. Pure Applied Microbiol*, 8, 317-324.
- El Kichaoui, A., 2016, Safe approach to the biological control of the *Fusarium oxysporum* by soil isolates of *Bacillus* species from Gaza Strip, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 5 (9), 788-800.
- Elmahdi, S., Kadir, J., Mohamed, M. T. M., Vadamalai, G. ve Akter, S., 2015, Isolation, screening and characterization of effective microbes with potential for biological control of *Fusarium* wilt of rock melon, *World Journal of Agricultural Research*, 3 (1), 11-16.
- Elmer, W. H. ve Ferrandino, F. J., 1994, Comparison of ammonium sulfate and calcium nitrate fertilization effects on *Verticillium* wilt of eggplant, *Plant Disease*, 78 (8), 811-816.
- Erincik, Ö., Özdemir, Z. ve Döken, M. T., 2017, Urla Yarımadasında Çeşme Kavununda Kurumalara Neden Olan Fungal Patojenlerin Yaygınlıkları ve Bulunma Oranları, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 57-61.
- Erzurum, K., Taner, K. Y., Seçer, E., Yanmaz, R., Maden, S. ve Kantoğlu, K. Y., 1999, Occurrence of races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* causing wilt on melon in Central Anatolia.
- Erzurum, K., 2000a, Kavunda *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich'nın Patojenisitesi Üzerinde Araştırmalar.
- Erzurum, K., 2000b, Orta Anadolu Bölgesindeki Kavun Solgunluk Nedenleri Üzerinde Araştırmalar, *Journal of Agricultural Sciences*, 6 (03), 9-12.
- Evcil, F. ve Yalçın, O., 1977, Ege Bölgesinde Kavunlarda Görülen Solgunluk Etmeni Fungusların Tesbiti Üzerinde Ön Çalışmalar, *Zir. Müc. Aeş. Yıllıltı*, 78.
- Fao, F., 2016, URL: <http://www.fao.org/faostat/en/-data/QC>, *Food and agriculture organization of the United Nations (FAO)*.
- Fao, F., 2018, Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, *Acesso em*, 30.
- Fira, D., Dimkić, I., Berić, T., Lozo, J. ve Stanković, S., 2018, Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species, *Journal of biotechnology*, 285, 44-55.

- Gamard, P. a. ve De Boer, S., 1995, Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato, *European Journal of Plant Pathology*, 101 (5), 519-525.
- Gao, X., Han, Q., Chen, Y., Qin, H., Huang, L. ve Kang, Z., 2014, Biological control of oilseed rape Sclerotinia stem rot by *Bacillus subtilis* strain Em7, *Biocontrol Science and Technology*, 24 (1), 39-52.
- Garg, K. ve Mukerji, K., 1988, *Biocontrol of Plant Diseases*, CRC Press, p.
- Gava, C. A. T. ve Pinto, J. M., 2016, Biocontrol of melon wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *melonis* using seed treatment with *Trichoderma* spp. and liquid compost, *Biological Control*, 97, 13-20.
- Geels, F. ve Schippers, B., 1983, Selection of antagonistic fluorescent *Pseudomonas* spp. and their root colonization and persistence following treatment of seed potatoes, *Journal of Phytopathology*, 108 (3-4), 193-206.
- Ghildiyal, A. ve Pandey, A., 2008, Isolation of cold tolerant antifungal strains of *Trichoderma* sp. from glacial sites of Indian Himalayan region, *Research Journal of Microbiology*, 3 (8), 559-564.
- Gubler ve WD, 1976, *Fusarium Wilt Of Muskmelon In The San Joaquin Valley Of California*.
- Guinebretière, M.-H., Auger, S., Galleron, N., Contzen, M., De Sarrau, B., De Buyser, M.-L., Lamberet, G., Fagerlund, A., Granum, P. E. ve Lereclus, D., 2013, *Bacillus cytotoxicus* sp. nov. is a novel thermotolerant species of the *Bacillus cereus* group occasionally associated with food poisoning, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63 (1), 31-40.
- Günay, A., 1993, Özel Sebze Yetiştiriciliği, *Ankara, A.Ü. Ziraat Fakültesi*, 117.
- Hajieghrari, B., Torabi-Giglou, M., Mohammadi, M. R. ve Davari, M., 2008, Biological potential of some Iranian *Trichoderma* isolates in the control of soil borne plant pathogenic fungi, *African Journal of Biotechnology*, 7 (8).
- Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahaffee, W. ve Kloepper, J., 1997, Bacterial endophytes in agricultural crops, *Canadian journal of microbiology*, 43 (10), 895-914.
- Han, C. S., Xie, G., Challacombe, J. F., Altherr, M. R., Bhotika, S. S., Bruce, D., Campbell, C. S., Campbell, M. L., Chen, J. ve Chertkov, O., 2006, Pathogenomic sequence analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolates closely related to *Bacillus anthracis*, *Journal of Bacteriology*, 188 (9), 3382-3390.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet ve I., 2004, *Trichoderma* spp. opportunistic avirulent plant symbionts, *Nature Reviews*, 2, 43-56.
- Heaton, J. C. ve Jones, K., 2008, Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review, *Journal of Applied Microbiology*, 104 (3), 613-626.
- Hoitink, H. A. ve Fahy, P. C., 1986, Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts, *Annual review of phytopathology*, 24 (1), 93-114.
- Howell, C., Stipanovic, R. ve Lumsden, R., 1993, Antibiotic production by strains of *Gliocladium virens* and its relation to the biocontrol of cotton seedling diseases, *Biocontrol Science and Technology*, 3 (4), 435-441.
- Howell, C., 2003, Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts, *Plant Disease*, 87 (1), 4-10.

- Idris, H. A., Labuschagne, N. ve Korsten, L., 2007, Screening rhizobacteria for biological control of Fusarium root and crown rot of sorghum in Ethiopia, *Biological Control*, 40 (1), 97-106.
- Inbar, J. ve Chet, I., 1992, Biomimics of fungal cell-cell recognition by use of lectin-coated nylon fibers, *Journal of Bacteriology*, 174 (3), 1055-1059.
- İskenderoğlu, F., 2014, Mardin İli Kavunlarında (*Cucumis melo* L.) Kök Ve Kök Boğazı Çürüklüğüne Neden Olan Toprak Kaynaklı Funguslar İle Yaygınlıklarının Belirlenmesi
- Janisiewicz, W. J. ve Korsten, L., 2002, Biological control of postharvest diseases of fruits, *Annual review of phytopathology*, 40 (1), 411-441.
- Karagöz, K., 2009, Bazı PGPR Bakterilerin Marulun Gelişimi ve Marul Yaprak Leke Hastalığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s, 95.
- Karahan, O., 1971, Sebze Hastalıkları ve Mücadele Usulleri, *Ayyıldız Matbaası*.
- Katan, T., Katan, J., Gordon, T. ve Pozniak, D., 1994, Physiologic races and vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in Israel, *Phytopathology-New York And Baltimore Then St Paul*, 84, 153-153.
- Katı, H., Karaca, B. ve Gülşen, Ş. H., 2016, Topraktan izole edilen *Bacillus* türlerinin tanımlanması ve biyolojik özelliklerinin araştırılması, *SAÜ Fen Bil Der*, 20, 281-290.
- King, E. O., Ward, M. K. ve Raney, D. E., 1954, Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin, *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 44 (2), 301-307.
- Klein, D. ve Eveleigh, D., 1998, Ecology of Trichoderma. Chapter 3 in: Kubicek, CP & Harman, GE (eds.). *Trichoderma & Gliocladium Volume 1. Basic biology, taxonomy and genetics*, Taylor & Francis Ltd.
- Kloepper, J. W., Ryu, C.-M. ve Zhang, S., 2004, Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp, *Phytopathology*, 94 (11), 1259-1266.
- Koçak, R., 2019, Konya, Karaman ve Aksaray İlleri Ayçiçek Ekili Alanlarındaki Beyaz Çürüklük (*Sclerotinia sclerotiorum* (LGB.) De Bary) Hastalığının Durumu Ve Biyolojik Mücadelesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.
- Kordali, Ş., Demirci ve E., 1998., *Fusarium* Species From Various Vegetables İn Erzincan Turkey, *Journal Turk Phytopathology*, 27 (2-3), 131-136.
- Kordali, D. Ş., 2017, Ankara ilinde kavunda solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium* türlerinin tespiti ve patojenisitesi.
- Koruçi, S., 2016, Arbusküler Mikorhizal Fungus (Amf) Ve Peynir Altı Suyu (Pas)'Nun Kavun (*Cucumis Melo* L.) Bitkisinin Gelişimine Ve *Fusarium Oxysporum* F. Sp. *Melonis* (L&C) Synd. & Hansen'in Neden Olduğu Solgunluk Hastalığına Etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi*, Van.
- Kotan, R., Şahin, F., Demirci, E., Eken ve C., 2002, Patates (*Solanum tuberosum* L.)'te kuru çürüklüğe sebep olan fungal patojenlerden *Fusarium solani*'ye karşı potansiyel bakteriyel etmenler kullanılarak biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması, *Türkiye V. Biyolojik Mücadel Kongresi. Eylül 2002. Erzurum*, 381-390.
- Kotan, R. ve Şahin, F., 2002, Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der*, 33 (1), 111-119.

- Kotan, R., Dikbas, N. ve Bostan, H., 2009, Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits, *African Journal of Biotechnology*, 8 (2).
- Kovacs, N., 1956, Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction, *Nature*, 178 (4535), 703-703.
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Szekeres, A., Kevei, F. ve Nagy, E., 2003, Influence of environmental parameters on *Trichoderma* strains with biocontrol potential, *Food Technology and Biotechnology*, 41 (1), 37-42.
- Kumar, N. R., Arasu, V. T. ve Gunasekaran, P., 2002, Genotyping of antifungal compounds producing plant growth-promoting rhizobacteria, *Pseudomonas fluorescens*, *Current Science*, 1463-1466.
- Küçük, Ç., 2000, *Trichoderma harzianum* ile toprak kökenli bazı bitki patojenlerinin kontrolü, *Anadolu Üniversitesi*.
- Küçük, Ç. ve Kivanç, M., 2001, Sera ve laboratuvar koşullarında *Trichoderma harzianum*'un toprak kökenli bazı fungal bitki patojenleri üzerine etkisi, *Biyoteknoloji*, 25, 85-92.
- Küsek, M., 2007, Asmada (*Vitis vinifera* L.) Ura Neden Olan *Agrobacterium vitis*' in tanılanması ve mücadele olanaklarının araştırılması, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi*.
- Larralde-Corona, C. P., Santiago-Mena, M., Sifuentes-Rincon, A. M., Rodríguez-Luna, I., Rodríguez-Perez, M. A., Shirai, K. ve Narvaez-Zapata, J. A., 2008, Biocontrol potential and polyphasic characterization of novel native *Trichoderma* strains against *Macrophomina phaseolina* isolated from sorghum and common bean, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80 (1), 167-177.
- Lavelle, P. ve Spain, A. V., 2001, Soil organisms, *Soil Ecology*, 201-356.
- Leach, J., 1933, Adestructive *Fusarium* Wilt of Muskmelon, *J. Agri. Res*, 23, 556-559.
- Leach, J. G. ve Currence, T. M., 1937, *Fusarium* wilt of muskmelons in Minnesota.
- Lechner, S., Mayr, R., Francis, K. P., Prü, B. M., Kaplan, T., Wiebner-Gunkel, E., Stewart, G. S. ve Scherer, S., 1998, *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov. is a new psychrotolerant species of the *Bacillus cereus* group, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 48 (4), 1373-1382.
- Lelliott, R. A. ve Stead, D. E., 1987, Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, Blackwell Scientific Publications, p.
- Lim, H.-S., Kim, Y.-S. ve 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 (2), 510-516.
- Liu, W.-c., Chen, Z.-c., Zhang, T.-t., Lu, C.-g., Dong, D., Wu, H.-l. ve Zhang, D.-p., 2014, Application of *Pantoea agglomerans* strain Z01 to control *Fusarium* wilt and its effect on the quality parameters of rockets, *Annals of microbiology*, 64 (3), 1443-1446.
- Lone, M.A., Wani, M.R., Sheikh, S.A., Sahay, S., Suliman, Dar, M. ve 2012, Antagonistic potentiality of *Trichoderma harzianum* against *Cladosporium sphaerospermum*, *Aspergillus niger* and *Fusarium oxysporum*, *Journal of Biology, Agriculture and Health care*, 2(8), 72-76.
- Maden, S., Kahveci, E. ve Turak, S., 1989, *Pythium torulosum*, a new causal organism of watermelon fruit in the field and its comparison with *Phytophthora capsici*, *J. Türk Phytopathol.*, 18 (3), 115-120.

- Mahdikhani, M., 2016a, Genetic variability among *Fusarium oxysporum* isolates from melon (*Cucumis melo*) in Qazvin province, Iran, *Horticultural Biotechnology Research*, 2 (1).
- Mahdikhani, M., 2016b, Genetic variability among *Fusarium oxysporum* isolates from melon (*Cucumis melo*) in Qazvin province, Iran, *Horticultural Biotechnology Research*.
- Martyn, R., D., Gordon ve T.R., 1996, *Fusarium* wilt of melon, In: Compendium of Cucurbit Diseases, T.A.Zitter, D.L. Hopkins, and C.E. Thomas, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, Pp: 14-15
- Meziane, H., Chernin, L. ve Höfte, M., 2003, Biological control of green mould on citrus fruits and the induction of resistance on bean by *Pantoea agglomerans* strain IC1270, *Plant growth-promoting rhizobacteria. Indian Institute of Spices Research, Calicut, Kerala, India*, 515-520.
- Montanari, M., Ventura, M. ve Innocenti, G., 2004, Exploitation of a fortified spent mushroom compost in biological control against *Fusarium* wilt disease.
- Mora, I., Cabrefiga, J. ve Montesinos, E., 2011, Antimicrobial peptide genes in *Bacillus* strains from plant environments, *Int Microbiol*, 14 (4), 213-223.
- Morsy, S. ve El-Korany, A., 2007, Suppression of damping-off and charcoal-rot of sunflower with composted and non-composted agricultural wastes, *Egypt. J. Phytopathol*, 35 (2), 23-38.
- N Alhamiri, Y. ve A Khdem, A., 2018, Evaluation of *Pseudomonas fluorescens*, beltanol and some Resistances Inducers for control of Melon Wilt Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *Journal of Kerbala for Agricultural Sciences*, 5 (5), 595-610.
- Nakamura, L., 1998, *Bacillus pseudomycooides* sp. nov, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 48 (3), 1031-1035.
- Narayan, S., Kumar, V. ve Singh, S., 2015, Studies on the effect of bio-pesticides on muskmelon wilt (*Fusariumoxysporum*f. sp. *melonis*), *HortFlora Research Spectrum*, 4 (3), 250-254.
- Oksal, E., 2005, Kavun Rizosferinden Elde Edilen *Floresan Pseudomonas* ve *Bacillus* spp.' nin Kavun *Fusarium* Solgunluğu Üzerine Etkileri, ANKARA.
- Palodhi, P. ve Sen, B., 1979, 584 Vol. 63, No. 7--Plant Disease Reporter--July 1979 Role Of Tylose Development In A Muskmelon Disease Caused By *Fusarium Solani*, *The Plant Disease Reporter*, 63, 584.
- Palti, J. ve Joffe, A., 1971, Causes of the *Fusarium* wilts of Cucurbits in Israel and conditions favoring their development, *Phytopathologische Zeitschrift*, 70 (1), 31-42.
- Papavizas, G., 1985, *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol, *Annual review of phytopathology*, 23 (1), 23-54.
- Person, L., 1955, *Fusarium* wilt of cantaloupe in North Carolina, *Plant. Dis. Rep*, 39, 334.
- Pivonia, S., Cohen, R., Kafkafi, U., Ze'ev, I. B. ve Katan, J., 1997, Sudden wilt of melons in southern Israel: fungal agents and relationship with plant development, *Plant disease*, 81 (11), 1264-1268.
- Raza, W., Faheem, M., Yousaf, S., Rajer, F. U. ve Yamin, M., 2013, Volatile and non-volatile antifungal compounds produced by *Trichoderma harzianum* SQR-T037

- suppressed the growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, *Sci. Lett*, 1 (1), 21-24.
- Registeri, R., Taghavi, S. ve Banihashemi, Z., 2012, Effect of Root Colonizing Bacteria on Plant Growth and Fusarium Wilt in Cucumis melo, *Journal of Agricultural Science & Technology*, 14 (5).
- Risser, G. ve DW, D., 1976, A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races and resistance genes in Cucumis melo.
- Robleto, E. A., Borneman, J. ve Triplett, E. W., 1998, Effects of bacterial antibiotic production on rhizosphere microbial communities from a culture-independent perspective, *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (12), 5020-5022.
- Rodríguez, M. A., Cabrera, G., Gozzo, F., Eberlin, M. ve Godeas, A., 2011, *Clonostachys rosea* BAFC3874 as a *Sclerotinia sclerotiorum* antagonist: mechanisms involved and potential as a biocontrol agent, *Journal of Applied Microbiology*, 110 (5), 1177-1186.
- Rodríguez Pedroso, A., Arrebato, R. ve MA, R. G., D., Bosquez Molina, E., Barrea Necha, LL & Bautista Baños, S.(2009). Propiedades químico-estructurales y actividad biológica de la quitosana en microorganismos fitopatógenos, *Revista Shapingo Serie Horticultura*, 15 (3), 307-317.
- Roiger, D. ve Jeffers, S., 1991, Evaluation of *Trichoderma* spp. for biological control of *Phytophthora* crown and root rot of apple seedlings, *Phytopathology*, 81 (8), 910-917.
- Sağır, A., 1988, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kavun ve karpuzlarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler, *Bitki Koruma Bülteni*, 28 (3-4), 141-150.
- Sajili, M. H., Ainur, A., Badaluddin, N. A., Ghazali, A. S. M., Mohamed, S. ve Ngah, N., 2018, Potential of *Pseudomonas* sp. & *Bacillus* sp. for Controlling *Fusarium oxysporum*, A Causal Agent For Rockmelon Fusarium Wilt Disease, *Journal Of Agrobiotechnology*, 9 (15), 269-282.
- Sands, D., Schroth, M. ve Hildebrand, D., 1970, Taxonomy of phytopathogenic pseudomonads, *Journal of Bacteriology*, 101 (1), 9-23.
- Santamarina, M. P. ve Rosello, J., 2006, Influence of temperature and water activity on the antagonism of *Trichoderma harzianum* to *Verticillium* and *Rhizoctonia*, *Crop Protection*, 25 (10), 1130-1134.
- Sarı, N., Çevik, B. ve Abak, K., 1998, Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Serada Kavunun Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. II, *Sebze Tarımı Sempozyumu (28-30 Eylül) Tokat*.
- Schaad, N. W., 1994, Identification Schemes (Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria), *Second Edition, The American Phytopathological Society., St. Paul, Minesota*, 1-15 pp.
- Scher, Fran M Baker ve Ralph, 1980, Mechanism of biological control in a *Fusarium*-suppressive soil, *Phytopathology*, 70 (5), 412-417.
- Schwartz, A. R., Ortiz, I., Maymon, M., Herbold, C. W., Fujishige, N. A., Vijanderan, J. A., Villella, W., Hanamoto, K., Diener, A. ve Sanders, E. R., 2013, *Bacillus simplex* a little known PGPB with anti-fungal activity alters pea legume root architecture and nodule morphology when coinoculated with *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, *Agronomy*, 3 (4), 595-620.

- Seçim, A., 2009, Bazı kavun (*Cucumis melo* L.) Saf hatlarının ve hibrit kombinasyonlarının morfolojik karakterizasyonu ile *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*' e reaksiyonlarının tespiti, *Akdeniz Üniversitesi*, Antalya.
- Seo, Y. ve Kim, Y. H., 2017, Potential reasons for prevalence of *Fusarium* wilt in Oriental Melon in Korea, *The plant pathology journal*, 33 (3), 249.
- Singh, B. N., Singh, A., Singh, S. P. ve Singh, H. B., 2011, Trichoderma harzianum-mediated reprogramming of oxidative stress response in root apoplast of sunflower enhances defence against *Rhizoctonia solani*, *European Journal of Plant Pathology*, 131 (1), 121-134.
- Singleton, L., L., Mihail, J. D. ve Rush, M., 1993, Methods For Research On Soilborne Phytopathogenic Fungi, *aps Press, St. Paul Minnesota*, 265 pp.
- Skerman, V. B. D., McGowan, V. ve Sneath, P. H. A., 1980, Approved lists of bacterial names, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 30 (1), 225-420.
- Sneh, B., Dupler, M., Elad, Y. ve Baker, R., 1984, Chlamydospore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* as affected by fluorescent and lytic bacteria from a *Fusarium*-suppressive soil, *Phytopathology*, 74 (9), 1115-1124.
- Soran, H., 1979a, Ankara, Edirne, Sakarya illerinde kavun solgunluk hastalığı fungal etmenlerinin tespiti, dağılışı ve bunlardan *Fusarium* türlerinin tanımı ve patojenitesi üzerinde araştırmalar, *AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları*, 708.
- Soylu, S., Sülü, S. M. ve Bozkurt, İ. A., 2016, Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (1).
- Stock, I., Gröger, T. ve Wiedemann, B., 2001, Natural antibiotic susceptibility of strains of the *Enterobacter cloacae* complex, *International journal of antimicrobial agents*, 18 (6), 537-545.
- Suárez-Estrella, F., Vargas-García, C., Lopez, M., Capel, C. ve Moreno, J., 2007, Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *Crop Protection*, 26 (1), 46-53.
- Sung, K. ve Chung, Y., 1997, Enhanced suppression of rice sheath blight using combination of bacteria which produce chitinases or antibiotics, *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Present Status and Future Prospects*. A. Ogoshi, K. Kobayashi, Y. Homma, F. Kodama, N. Kondo, and S. Akino, eds. Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 370-372.
- Şensoy, S., 2005, Türkiye Kavunlarındaki Genetik Varyasyonun ve *Fusarium* Solgunluğuna Dayanıklılığın Fenotipik ve Moleküler Yöntemlerle Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi*, 164s, Van.
- Tagg, J. R., Dajani, A. S. ve Wannamaker, L. W., 1976, Bacteriocins of gram-positive bacteria, *Bacteriological reviews*, 40 (3), 722.
- Tezcan, H. ve Yıldız, M., 1991, Ege Bölgesi'nde bazı toprak kaynaklı fungusların neden olduğu kavun kurumaları üzerinde araştırmalar VI, *Türkiye Fitopatoloji Kongresi*, 7-11.
- Thomashow, L. S., 2002, Antibiotic production by soil and rhizosphere microbes in situ, *Manual of environmental microbiology*.

- Togashi, K., Nishimura, K., Itoh, K., Fujisawa, I., Noma, S., Kanaoka, M., Nakano, Y., Itoh, H., Ozasa, H. ve Fujii, S., 1988, Adenomyosis: diagnosis with MR imaging, *Radiology*, 166 (1), 111-114.
- Tok, F. M., 2010, Kavun ve hıyar patojeni *Fusarium oxysporum* izolatlarının patojeni, irk, vejetatif uyum grubu ve AFLP teknikleriyle karakterizasyon ve dağılımları, Doktora Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya\Hatay*.
- Townsend, G.K., Heuberger ve W., J., 1943, Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments., *Plant Dis. Repr.*, 27, 340-343.
- Tozlu, E., Tekiner, N. ve Kotan, R., 2018, Screening of *Trichoderma harzianum* Rifai (1969) isolates of domestic plant origin against different fungal plant pathogens for use as biopesticide, *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (6), 4232-4238.
- Twardzheva, L. V., 1974, Species Composition Of Causal Agents Of *Fusarium* Wilt Of Melon., *Review of Plant Pathology*, 41, 72-73.
- TÜİK, 2018, <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt id=1046>, *Dış ticaret istatistikleri*.
- Utkhede, R. ve Smith, E., 1992, Promotion of apple tree growth and fruit production by the EBW-4 strain of *Bacillus subtilis* in apple replant disease soil, *Canadian journal of microbiology*, 38 (12), 1270-1273.
- Uyanık, E., 2008, Adana yöresi buğday ekilişlerinde kök hastalıkları nedenlerinin araştırılması, *ÇÜ. Fen Bil. Ens. Bitki Koruma ABD, Yüksek Lisans Tezi*.
- Ünlü, M., ark., 2007, Bazı yerel Kavun Genotiplerinde *Fusarium oxysporum* f. sp *melonis*'e reaksiyonlarının tespiti, Antalya.
- Viterbo, A., Haran, S., Friesem, D., Ramot, O. ve Chet, I., 2001, Antifungal activity of a novel endochitinase gene (*chit36*) from *Trichoderma harzianum* Rifai TM, *FEMS Microbiology letters*, 200 (2), 169-174.
- Volk, T., 2004, *Trichoderma viride*, The Dark Green Parasitic Mold And Maker Of Fungal Digested Jeans. [http ...](http://...)
- Walker, J. ve Abraham, E., 1970, The structure of bacilysin and other products of *Bacillus subtilis*, *Biochemical Journal*, 118 (4), 563-570.
- Walsh, U. F., Morrissey, J. P. ve O'Gara, F., 2001, *Pseudomonas* for biocontrol of phytopathogens: from functional genomics to commercial exploitation, *Current Opinion in Biotechnology*, 12 (3), 289-295.
- Waraitch, K., KS, W., GD, M. ve JS, C., 1976, A New Wilt Disease Of Muskmelon In India.
- Warcup, J., 1958, Distribution and detection of root-disease fungi, *Plant Pathology Problems and Progress (Ed.) C. S: Hulton, GW Fulton, Helen Hert, SEA, Mc Callon The Ragents of the Universty of Wisconsin*, 317-324.
- Weller, D. M., 1988, Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria, *Annual review of phytopathology*, 26 (1), 379-407.
- Widden, P. ve Abitbol, J.-J., 1980, Seasonality of *Trichoderma* species in a spruce-forest soil, *Mycologia*, 72 (4), 775-784.
- Wollenweber, H. ve Reinking, O., 1935, Die Fusarien, ihre Beschreibung, *Schadwirkung und Bekämpfung*, 1-355.
- Xiaoning, G., Han, Q., Chen, Y., Qin, H., Huang, L. ve Kang, Z., 2014, Biological control of oilseed rape *Sclerotinia* stem rot by *Bacillus subtilis* strain Em7, *Biocontrol Science and Technology*, 24 (1), 39-52.

- Yalçın, M. Y., Sarı, N., Solmaz, İ., Ünek, C., Eldoğan, S., İpek, M. ve Serçe, S., 2007, Transgenik Kırkağaç 637 kavun çeşidinde morfolojik karakterizasyon, *Alatırım*, 6 (1), 26-31.
- Yazıcı, Y., Aydın, F., Tosun, İ., Kaklıkaya, N., Çaylan, R. ve Köksal, İ., 2004, Klinik örneklerden izole edilen Enterobacter suşlarının çeşitli antibiyotiklere direnç oranları, *Türk Mikrobiyol. Cem. Derg.*, 34, 29-32.
- Yedidia, I., Shoshan, M., Kerem, Z., Benhamou, N., Kapulnik, Y. ve Chet, I., 2003, Concomitant induction of systemic resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* in cucumber by *Trichoderma asperellum* (T-203) and accumulation of phytoalexins, *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (12), 7343-7353.
- Yıldız, M., 1977, Ege Bölgesinde Kavun Solgunluk Etmeninin Patojenitesi, Irkları ve Yerel Çeşitlerinin Dayanırlılıklarının Saptanması Üzerine Araştırmalar EÜ Ziraat Fak, *Bitki Koruma Böl. Doçentlik Tezi*.
- Yorgancı, H., 2014, Örtü altında yetiştirilen hıyarlarda sorun olan başlıca toprak kökenli patojenler üzerinde bazı biyofungisitlerin etkinliğinin belirlenmesi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Yu, X., Ai, C., Xin, L. ve Zhou, G., 2011, The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on *Fusarium* wilt and promotes the growth of pepper, *European Journal of Soil Biology*, 47 (2), 138-145.
- Yücel, S., 1989, Domates *Fusarium* solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Synd. and Hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşimlerinden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar.
- Yücel, S., Pala, H., Sarı, N. ve Abak, K., 1994, Determination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races in the East Mediterranean Region of Turkey and response of some melon genotypes to the disease, *9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union*, 87-89.
- Zengin ve H., 1979, Türkiye'nin Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde kavun ve karpuzda *Fusarium* solgunluğu VI. *Balkan Ülkeleri Bitki Koruma Konferansı Bildirileri, 10-16 Ekim İzmir, Ziraat Mücadele ve Ziraat Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Daire Başkanlığı*, 13
- Zhao, H.-f. ve Wu, Z., 2011, On the Agile Manufacturing Mode of Modern Ark 60 Planes, *Journal of Xi'an Aerotechnical College*, 1.
- Zhao, Q., Ran, W., Wang, H., Li, X., Shen, Q., Shen, S. ve Xu, Y., 2013, Biocontrol of *Fusarium* wilt disease in muskmelon with *Bacillus subtilis* Y-IVI, *BioControl*, 58 (2), 283-292.
- Zhao, Q., Mei, X. ve Xu, Y., 2016, Isolation and identification of antifungal compounds produced by *Bacillus* Y-IVI for suppressing *Fusarium* wilt of muskmelon, *Plant Protection Science*, 52 (3), 167-175.
- Zink, F. ve Gubler, W., 1986, Inheritance of resistance to races 0 and 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in a gynodioecious muskmelon, *Plant disease (USA)*.
- Zitter, T., Hopkins, D. ve Thomas, C., 1996, Compendium of Cucurbit Diseases APS Press, St. Paul, Min, 87pp.