

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Bircan PUHUR

**ADANA İLİ DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE *FUSARIUM*
SOLGUNLUĞU'NUN YAYGINLIĞININ BELİRLENMESİ VE
MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2020

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADANA İLİ DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE *FUSARIUM*
SOLGUNLUĞU'NUN YAYGINLIĞININ BELİRLENMESİ VE
MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Fatma Bircan PUHUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 07/02/2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof.Dr. Ali ERKİLİÇ
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
ÜYE

.....
Doç.Dr. D.Soner AKGÜL
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2018-10563

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA İLİ DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE *FUSARIUM*
SOLGUNLUĞU'NUN YAYGINLIĞININ BELİRLENMESİ VE
MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Fatma Bircan PUHUR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ
Yıl: 2020, Sayfa: 61
Jüri : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ
: Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
: Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL

Bu çalışmada, Adana ili Yüreğir ve Karataş ilçelerindeki domates üretim alanlarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL)'nin neden olduğu Fusarium Solgunluk Hastalığının tespiti yapılmıştır. Bu patojene karşı fungusitlerin (Hymexazole ve Fluazinam), biyolojik preparatların (T-22 Planter Box ve Trianum) ve dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen bitki aktivatörlerinin (Messenger, Crop-Set, Isr-2000, Fosetyl-Al) *in vitro* çalışmalarla miseliyal gelişmeye etkisi ve serada saksı denemeleriyle hastalık oluşumuna etkisi araştırılmıştır. İncelenen alanlarda hastalığın yaygınlığı Karataş ilçesinde %29.2 Yüreğir ilçesinde % 49.7 bulunmuştur. Fungisitlerin FOL'ün miseliyal gelişmesine olan etkileri incelendiğinde fluazinam 1 ppm gibi düşük bir konsantrasyonda patojenin gelişmesini % 62 oranında engellerken hymexazole ancak 100 ppm' de %63'lük bir etkiye ulaşabilmiştir. Uçucu antibiyotik ve ikili kültürde uygulanan biyolojik preparatlar FOL'ün miseliyal gelişmesini %9.8 ile %37.2 arasında değişen oranlarda engellemişlerdir. Bitki aktivatörlerinden yalnızca fosetyl-al konsantrasyon artışına bağlı olarak FOL'ün miseliyal gelişmesini engellemiş 700 ppm'den sonra ise bu engelleme sabit olarak kalmıştır. Patojenin miseliyal gelişmesini engellemedeki etkisi açısından tüm uygulamalar arasında fosetyl-al başarılı bulunmuştur. Fungisit, bitki aktivatörü ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturması üzerine etkileri incelendiğinde ise her iki fungusit fluazinam ve hymexazole ayrıca aktivatörlerden messenger en düşük hastalık index değerini göstermiştir. İletim demetlerinde patojenin ilerleme hızını en iyi engelleyen hymexazole ve fosetyl-al olmuştur. Bu uygulamaların da etkinliği sırasıyla %80 ve %83 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak fungusitlerle birlikte fosetyl-al uygulamasının Fusarium Solgunluğu ile mücadelede etkili olabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, domates, solgunluk, Fosetyl-Al, miseliyal gelişme

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF FUSARIUM WILT DISEASE PREVALENCE IN TOMATO GROWING AREA OF ADANA AND RESERCH ON ITS MANAGEMENT

Fatma Bircan PUHUR

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor : Prof. Dr. Ali ERKILIÇ
Year: 2020, Pages: 61
Jury : Prof. Dr. Ali ERKILIÇ
: Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
: Assoc. Prof. Dr. Davut Soner AKGÜL

In this study, Fusarium Wilt Disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* was determined in tomato production areas in Yüreğir and Karataş districts of Adana province. The effect of fungicides (Hymexazole and Fluazinam), Biological preparations (T-22 Planter Box and Triunum) and plant activators was investigated. (Messenger, Crop-Set, Isr-2000, Fosetyl-Al) known to promote resistance to this pathogen on mycelial growth and the effect of greenhouse on pot formation The prevalence of the disease was 29.2% in Karataş and 49.7% in Yüreğir. When the fungicides were examined for mycelial development of FOL, fluazinam inhibited the pathogen development by 62% in a low concentration such as 1 ppm, while hymexazole only achieved 63% effect at 100 ppm. Volatile antibiotics and biological preparations applied in dual culture inhibited the mycelial development of FOL by 9.8% to 37.2%. Of the plant activators, FOL inhibited mycelial growth due to the increase in fosetyl-al concentration, but after 700 ppm this inhibition remained constant. fosetyl-al was found to be successful among all applications in terms of the effect of the pathogen on inhibition of mycelial growth. When the effects of fungicide, plant activator and biological preparations on FOL disease formation were examined, both fungicide fluazinam and hymexazole also showed the lowest disease index value of messenger from activators. hymexazole and fosetyl-al were the best inhibitör of the pathogens progression in the transmission bundles. The effectiveness of these applications was determined respectively 80% and 83%. As a result, it is concluded that fosetyl-al application together with fungicides may be effective in combating Fusarium Wilt.

Key Words: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, tomato, wilt, Fosetyl-Al, mycelial growth.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya domates üretiminin %14'lük kısmı Türkiye tarafından karşılanmakta ve Türkiye domates ihracatında %7.8'lik pay ile 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Domates üretiminde fide döneminden hasat dönemine kadar 200'den fazla hastalık (fungal, viral, bakteriyel) üretimi sınırlandırdığı ve ürün kayıpları yaratarak ekonomik zarara neden olduğu bildirilmiştir (Chupp ve Sherf, 1960, Watterwrsen, 1986, Jones ve ark, 1991). Domates üretim alanlarında verim ve kaliteyi etkileyerek ekonomik zarara neden olan önemli fungal hastalıklardan biri de domatese özelleşmiş bir form olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL)'nin neden olduğu Fusarium Solgunluğu 'dur.

İletim demetlerinde kolonize olan bu patojen suyun taşınmasını engelleyerek bitkinin önce solmasına ve ardından hızlı bir şekilde ölümüne neden olmaktadır (McGrath ve ark, 1987; Malhotra ve Vashistha, 1993). Etmenin toprak kaynaklı olması nedeniyle ekonomik, çevresel ve uygulamadaki zorluklardan dolayı mücadelesinin oldukça güç olduğu bilinmektedir.

Domates üretiminde önemli bir paya sahip olan Adana ilinde ekonomik anlamda domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda Fusarium Solgunluğu'nun yaygınlığını belirlemek ayrıca bu patojene karşı belirlenen fungusitlerin, biyolojik preparatların ve dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen bitki aktivatörlerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişmesi ve hastalık oluşturması üzerine etkisini incelemek bu tez çalışmasının amacını oluşturmuştur.

Bu çalışma kapsamında, Adana ili Karataş ve Yüreğir ilçelerindeki domates üretim alanında hastalık tespitine yönelik gözlemler yapılmış ve hastalık belirtisi görülen alanlar not edilerek, bölgede Fusarium Solgunluğu'nun yaygınlık oranı Yüreğir ilçesinde % 49.7 ve Karataş ilçesinde %29.2 olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda hastalık görülen bitkilerden kök ve kök boğazı kısımlarını içeren örnekler toplanmış ve laboratuvara getirilen bu örneklerden izolasyonlar yapılmıştır. İzolasyon sonucu elde edilen *Fusarium* türlerinin VO-506 5656 F1 isimli

domates çeşidi ile patojenite çalışmaları yapılmış ve hastalığa ait solgunluk belirtileri izlenerek izolatin virülensi saptanmıştır. Saksı denemelerinde hastalık inokulumu olarak kullanılan olan FOL sağlıklı gelişebilmesi ve daha iyi kolonize olması için buğday tanelerinde çoğaltılmıştır.

İzolatların klasik tanısı yapılırken Booth (1971), Nelson ve ark (1983) ve Burgess ve ark (1994) tarafından belirlenen tanı anahtarlarından yararlanılmıştır. Buna göre *Fusarium* türlerinin yapay besi ortamındaki gelişme hızları, koloni rengi, havai miselyum oluşturma özelliği gibi makroskobik özellikleri ile yapay besi ortamında makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospore oluşturup oluşturmadıkları incelenmiştir. Klasik olarak tanısı yapılan *Fusarium* izolatları moleküler tanı yöntemleriyle de (DNA Ekstraksiyonu, PCR, DNA Agaroz Jel elektroforezi ve Gen sekans analizi) desteklenmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerine fungusitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların etkileri ayrı ayrı test edilmiştir. Fungisitlerin *in vitro*'da FOL'ün miseliyal gelişimine etkilerinin incelenmesi için hymexazole ve fluazinam aktif maddeli fungusitlerinin 0-100 (1, 5, 10, 25, 50 ve 100) ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiş, elde edilen değerlere varyans analizi uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Fungisitlerin *in vitro*'da patojeni engelleme oranını (%) belirlemek için % Abbott formülü kullanılmıştır. Hymexazole ve fluazinam'ın her ikisi de artan konsantrasyonlarda patojenin miseliyal gelişmesini engellenmişlerdir. Fluazinam 1ppm gibi düşük bir konsantrasyonda patojenin gelişmesini % 62 oranında engellerken hymexazole ancak 100 ppm' de %63'lük bir etkiye ulaşmıştır. Biyolojik preparatlar; uçucu antibiyotik ve ikili kültür şeklinde uygulanmış ve her ikisi de kontrole göre patojen gelişmesini engellemiş ve karşılaştırıldığında ikili kültürdeki engellenmenin uçucu antibiyotiğe göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu uygulamaların patojeni engelleme oranı %9.8 ile %37.2 arasında değişmiştir. Dayanıklılığı teşvik edici bitki aktivatörlerinden Isr-2000, crop-set, aliette 800 WG (fosetyl-al) ve messenger'ın PDA besi ortamında

FOL'ün miseloyal gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 0-1000 ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiş ve yalnızca fosetyl-al konsantrasyon artışına bağlı olarak FOL'ün miseloyal gelişmesini engellemiş ve uygulamalar arasında başarılı bulunmuştur. Bitki aktivatörleri, fungusitler ve biyolojik preparatların bitkide hastalık oluşumu üzerine etkilerini testleyebilmek amacıyla, Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisindeki seralarında saksı denemesi olarak kurulmuştur. Deneme kurulduktan 3 ay sonra hastalık gelişimi değerlendirilmiştir. Hastalık semptomlarının değerlendirilmesinde Hwang ve ark (1992)'nın 0-5 skalası kullanılarak elde edilen skala değeri üzerinden varyans analizi yapılmış ve LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konmuştur. Ayrıca sökümlenilen bitkilerin gövde kök kısımlarından kesitler alınarak sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisine daldırılarak turuncu renk gözlemlenenlerin ölçümü yapılmıştır. Bitki aktivatörleri, fungusitler ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturması üzerine etkilerine bakıldığında her iki fungusit fluazinam ve hymexazole ayrıca aktivatörlerden messenger en düşük hastalık index değerini göstererek *Fusarium Solgunluğu* 'nu engellemede başarılı bulunmuştur. Bunu diğer üç aktivatör Isr-2000, crop-set ve fosetyl-al izlemiş bunlarda benzer etki oranıyla hastalığı engellemede benzer etki göstermişlerdir. Isr-2000 ve crop-set'in miseloyal gelişmeye etkisi görülmezken bitkide hastalık oluşturması üzerine etkisinin olması dikkati çekmiştir. Biyolojik preparatların solgunluk görünümü üzerine etkilerinin sınırlı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ile mücadelede bitki aktivatörlerin etkisinin azımsanmayacak kadar önemli olduğu ortaya konmuştur. Fungisitlerle birlikte fosetyl-al uygulamasının *Fusarium Solgunluğu* ile mücadelede etkili olabileceği kanısına varılmıştır.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar her aşamasında akademik bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana yol gösteren ve üzerimde emeği olan değerli danışman hocam, Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ'a saygıyla teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimin değerlendirilmesi için zaman ayırıp komitede bulunan hocalarım Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA ve Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL'e bilgilendirici görüşlerinden, yol gösterici öneri ve katkılarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Yardım ve desteklerinden dolayı saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Yeşim AYSAN'a, Dr. İsmail DÖKER'e ayrıca zaman ayırıp özveri ile yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Selda KOZAK ÖZDEMİR'e ve arkadaşlarım Zir. Müh. Aysel Z. ERDEVİL, Zir. Müh. İrem KARATOP, Zir. Müh. Sıddıka UYSAL, Zir. Yük. Müh. İrem AYZAZ, Zir. Yük. Müh. Vedat GÖRÜR Zir. Müh. Hasret Çiftçi, Zir. Yük. Müh. Abdullahi İsaq OMAR ve Zir. Yük. Müh. Eda Nur KORKUT'a yürekten teşekkür ederim.

Bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Başkanlığına ve tez çalışmalarımı parasal yönden destekleyen Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim ve bütün hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. FOL'e Karşı Biyolojik Mücadele İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. FOL'e Karşı Kimyasalların Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	11
2.3. FOL'e Karşı Dayanıklılığı Teşvik Edici Preparatlar İle İlgili Yapılan Çalışmalar	12
2.4. Bu Konuda Yapılan Diğer Çalışmalar	14
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Sörvey Çalışmaları.....	17
3.2.2. Patojenin İzolasyonu ve Patojenitesi	19
3.2.3. Fungus Türlerinin Klasik ve Moleküler Tanılanması.....	22
3.2.4. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların <i>in vitro</i> 'da FOL'ün Miseliyal Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi.....	26
3.2.5. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların FOL'ün Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Adana İlinde Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı.....	33

4.2. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların <i>in vitro</i> 'da FOL Üzerine Etkileri	37
4.3. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların FOL'ün Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri.....	44
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ	61



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında domates üretim miktarları	2
Çizelge 3.1.	Denemede kullanılan bitki aktivatörü, biyolojik preperat ve fungusitler ile ilgili bilgiler	18
Çizelge 3.2.	PCR reaksiyonunda kullanılan primer çiftine ait teknik bilgiler	24
Çizelge 3.3.	Saksı denemesindeki uygulamalar, dozları ve uygulama şekilleri...	29
Çizelge 4.1.	Sörveye tabi tutulan alanlarda Fusarium Solgunluğu’nun tespiti ve yaygınlığı	33
Çizelge 4.2.	Hymexazole ve fluazinam’ın FOL’ün miseliyal gelişmesine etkisi	39
Çizelge 4.3.	Biyolojik preparatların FOL’ün miseliyal gelişmesine etkisi	40
Çizelge 4.4.	Bitki aktivatörlerinin FOL’ün miseliyal gelişmesine etkisi	42
Çizelge 4.5.	Fungisit, bitki aktivatörü ve biyolojik preparatların FOL’ün hastalık oluşturması üzerine etkileri	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Domates bitkilerinde <i>Fusarium</i> Solgunluğu belirtileri ve iletim demetlerindeki renklenme	19
Şekil 3.2.	Fungal kolonilerin saflaştırılması ve PDA besiyeri üzerinde saflaştırılmış 1 haftalık FOL kolonileri	20
Şekil 3.3.	Buğday danelerinde kitle halinde üretilmiş FOL izolatu	21
Şekil 3.4.	Ezme poşetleri içerisindeki fungal miselyum parçalarının ezilmesi ve DNA ekstaksiyon aşamasına ait bir görüntü	25
Şekil 3.5.	Uçucu antibiyotiklerin etkisini belirlemek için <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> ile <i>Trichoderma</i> izolatının ikili kültürü	28
Şekil 3.6.	Kimyasalların can suyu şeklinde bitkiye uygulanması ve bitkilerin ipe alınması.....	30
Şekil 3.7.	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> 'nin domates bitkisinin iletim demetlerinde ilerleme miktarının saptanması	31
Şekil 4.1.	.a) <i>Fusarium oxysporum</i> 'ün PDA besi yeri üzerindeki koloni görüntüsü b) Makrokonidi ve mikrokonidi şekilleri.....	35
Şekil 4.2.	PCR çalışmaları sonucunda elde edilen jel görüntüsü.....	36
Şekil 4.3.	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> inokule edilen toprağa dikilmiş fidelerde görülen hastalık belirtisi.....	37
Şekil 4.4.	Farklı konsantrasyonlarda uygulanan hymexazole ve fluazinam'ın <i>in vitro</i> 'da FOL'ün miseliyal gelişimi üzerine etkileri.....	38
Şekil 4.5.	Hymexazole ve fluazinam'ın FOL'ün miseliyal gelişmesini engelleme oranı	38
Şekil 4.6.	Uçucu antibiyotik ve ikili kültürde uygulanan <i>Trichoderma harzianum</i> izolatlarının FOL'ün miseliyal gelişmesini engelleme oranları (%).....	40

Şekil 4.7.	a) Trianum ve T-22 izolatlarının <i>in vitro</i> 'da <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> 'nin miseliyal gelişimi üzerine etkisi b) <i>Trichoderma</i> ve FOL hifsel interaksiyon	41
Şekil 4.8.	Farklı konsantrasyonlarda uygulanan fosetyl-AI 'in FOL'ün miseliyal gelişimine etkisi	42
Şekil 4.9.	Fosetyl-AI 'in FOL'ün miseliyal gelişmesini engelleme oranı (%)	43
Şekil 4.10.	Değerlendirme aşamasına gelen denemeden bir görüntü	44
Şekil 4.11.	Fungisitler, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturmasını engelleme oranı	47

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
µl	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
sn	: Saniye
g	: Gram
mg	: Miligram
L	: Litre
ml	: Mililitre
FOL	: <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>
mA	: miliamper
mM	: milimolar
PDA	: Patates Dekroz Agar
sp.	: Tür
spp.	: Türler
UV	: Ultraviyole
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
LSD	: Least Significant Differences Test
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ha	: Hektar
da	: Dekar
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations = Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
CTAB	: Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
ITS	: Internal Transcribed Spacer
NCBI	: National Center for Biotechnology Information

PCR : Polymerase Chain Reaction

TAE : Tris Asetat EDTA

Rpm : Revolutions Per Minute



1. GİRİŞ

Anavatanı Orta ve Güney Amerika'nın Batı sahilleri (Peru) olan Domates (*Solanum lycopersicum* L.), Solanacea (patlıcangiller) familyasına ait, tropikal bölgelerde çok yıllık, diğer bölgelerde tek yıllık yetiştirilen meyvesi yenen bir kültür bitkisidir (Peralta ve Spooner, 2005). Domates tarımının ilk kez Meksika yerli kabilelerince yapıldığı ve isminin oradaki Aztek halkının konuştukları dil olan "Nahuatl" dilinde "xitomate" veya "zitotomate" kelimelerinden geliştirildiği bilinmektedir (Gould, 1983). Domatesin 16.yy'da İspanyollar tarafından Avrupa'ya 18.yy'da da Avrupa üzerinden Kuzey Amerika'ya getirildiği bilinmekte ve buradan tüm dünya üzerine yayıldığı kabul edilmektedir (Tigchelaar, 1986; Günay, 2005). Uzun süre zehirli olduğu düşünülen ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılan domates daha sonra tüketim amaçlı yetiştirilen bir kültür bitkisi olarak kabul görmüştür.

Ülkemizde ilk kez 1900'lü yıllarda Adana ve Trakya'da tarımı yapılmaya başlanmıştır (Bayraktar 1970; Ekinci, 1972; Vural ve ark. 2000). 1970'li yıllardan itibaren domates sanayisinin kurulmaya başlaması ve hızla gelişmesine paralel olarak ülkemizde domates üretimi hız kazanmış, dünya sıralamasında Amerika ve İtalya gibi üretim devleri arasına girmeyi başarmıştır (Düzyaman ve Duman, 2003). Birçok ülke mutfağının vazgeçilmezi olan domatesin salata, çerez veya garnitür olarak günlük taze tüketiminin yanı sıra konserve, salça, ketçap, domates suyu, turşu, reçel ve dondurularak, kurutularak daha bir çok şekildeki endüstriyel kullanımı ile sofralarda yer bulan her mevsim sevilerek tüketilen bu değerli sebzenin tarımı günden gelişmektedir.

Dünyada 2017 yılı verilerine göre 4.8 milyon hektarlık alanda domates üretimi yapılmaktadır. Türkiye domates üretim miktarı bakımından 12,7 milyon tonluk üretimi ile Çin Halk Cumhuriyeti (59.5 milyon ton), ve Hindistan'dan (20,7 milyon ton) sonra Amerika Birleşik Devletlerini (ABD) geride bırakarak 3. sıraya yükselmiştir (FAO, 2017). 2018 yılında ise 12,1 milyon tonluk üretim

gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2018). 2010-2017 yılları arasında Türkiye’de domates üretim miktarları Çizelge 1.1’de verilmiştir (TÜİK, 2018).

Çizelge 1.1. Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında domates üretim miktarları

Yıl	Üretim Alanı (Da)	Verim kg/da	Üretim (Ton)
2010	179.125	56,1	10.052.000
2011	181.018	60,8	11.003.433
2012	189.202	60,0	11.350.000
2013	189.122	62,5	11.820.000
2014	183.029	64,7	11.850.000
2015	192.847	65,4	12.615.000
2016	189.142	66,6	12.600.000
2017	187.070	68,2	12.750.000

Dünya domates üretiminin %14’lük kısmı Türkiye tarafından karşılanmakta ve Türkiye domates ihracatında %7.8’lik pay ile 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Türkiye’de hemen her bölgede domates üretimi yapılmaktadır. Ege ve Marmara Bölgelerinde sanayiye yönelik bir üretim sözü konusu iken Akdeniz Bölgesi’nde taze tüketim amaçlı bir üretim yapılmaktadır ve Antalya ili de Türkiye domates üretim miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2018). Türkiye’de domates üretimi ve buna bağlı kurulan sanayinin diğer ülkelere nazaran geç başlamasına rağmen ülkemizin sahip olduğu verimli topraklar ve iklim koşullarının da bu yetiştiricilik için oldukça uygun olması, yaş meyve sebze grubunun en önemli kalemlerinden biri olan domatesin (Erdal, 2006) dünya genelindeki sıralamalarda başlarda yer almasına olanak sağlamıştır. Domates tohumları ile çoğalan bir sebzedir fakat yetiştiricilikte en çok tercih edilen üretim materyali fidedir. Fide döneminden hasat dönemine kadar 200’den fazla hastalık (fungal, viral, bakteriyel) üretimi sınırladığı ve ürün kayıpları yaratarak ekonomik zarara neden olduğu bildirilmiştir (Chupp ve Sherf 1960, Watterwron 1986, Jones ve ark 1991).

Domateste üretim ve kaliteyi etkileyerek ekonomik zarara neden olan fungal hastalıklardan biri de *Fusarium Solgunluğu*'dur. Dünyada ilk kez 1895 yılında İngiltere'de George Edward Masee tarafından tanımlanan bu hastalığa *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* neden olmaktadır. Ascomycota şubesi, Nectriaceae familyasından *Fusarium* spp. içinde domatese özelleşmiş bir form olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) dünyada en az 32 ülkede rapor edilmiştir. Irk 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 adet ırkı tanımlanan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Bohn ve Tucker, 1939; Stevens ve Rick, 1986) doğada yaygın olarak bulunur; toprak kökenli bir patojendir ve her türlü toprak içinde, organik materyallerin üzerinde farklı formlarda yaşayabilir (Özer ve Soran, 1991). Topraktaki esas inokulum kaynağı hastalıklı bitki artıklarıdır. Hastalığın yayılmasında FOL ile bulaşık toprağın rüzgar ile taşınmasında bulaşık alet ve ekipmanlar yağmur ve sulama suyu rol oynar (AVRDC, 2005). FOL'ün enfeksiyon ve gelişiminde çevresel faktörler oldukça önemlidir. 27-28 °C hava ve toprak sıcaklığı, kısa gün uzunluğu, düşük toprak nemi, kumlu ve asitli (pH 5 -6.6) toprakların *Fusarium Solgunluk Hastalığı* için ideal koşulları oluşturmaktadır. Toprağın azot ve fosfor bakımından düşük potasyumca zengin olduğu durumlarda hastalığa karşı duyarlılığın arttığı bildirilmiştir (Yücel 1989). Özellikle azotlu gübrelerin nitrat formu *Fusarium Solgunluğu*nu baskımlarken amonyak formunun hastalık şiddetini arttırdığı rapor edilmiştir (Woltz ve Jones, 1973). Domateste solgunluğa neden olan en önemli fungal etmenlerden biri olarak kabul edilen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) bitkiye köklerden giriş yaparak iletim demetleri boyunca ilerler. İletim demetlerine enfekte olan patojen suyun taşınmasını engelleyerek bitkinin önce solmasına ve ardından hızlı bir şekilde ölümüne neden olur (McGrath ve ark, 1987; Malhotra ve Vashistha, 1993). Hastalığın fide dönemindeki belirtisi solgunluk şeklindedir; daha sonra bu fideler kuruyarak ölür. Genç bitkilerde hastalığa ait ilk belirtilerde alt yapraklardan itibaren yukarı doğru bir sararma gözlenir. Bitkinin bazen sadece belirli dallarında veya yaprak ayasının bir kısmında sararma ve solma belirtileri görülürken, diğer

tarafının sağlıklı olması dikkati çeker (Chand 1965; Walker 1971). Hastalığın ilerleyen dönemlerinde bitkide bodurlaşma, yaprak ve dallarda solma, sararma, kuruma, nekroz oluşumu ve yan köklerde siyahlaşma ve çürümeler gözlemlenir. (Jones ve ark, 1991). Sera koşullarında öğlen saatlerinde ve hava sıcaklığının arttığı dönemlerde hastalık belirtileri daha belirgin bir şekilde gözle görülür. Bitkinin kök boğazına yakın kısmından enine kesit alındığında iletim demetlerinde görülen kahverengi halka hastalık teşhisi için belirleyici unsurdur. (Mui Yun, 2003). Vasküler sistemdeki koyu kahverengi renk değişimi gövde boyunca üst kısımlara kadar ilerler. Enfekteli bitkilerin renk değişimi görülen iletim demetlerinden kolaylıkla izole edilebilen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospor olmak üzere 3 tip aseksüel spor üretir. Dayanıklı klamidosporları sayesinde toprakta uzun yıllar canlılığını sürdürdüğü belirtilmektedir (Agrios, 1988).

Bu bilgiler ışığında, domates üretim alanlarında rastlanan fungal hastalıklar içinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL)'nin oluşturduğu solgunluk hastalığının önemli kayıplara neden olduğu bilinmektedir. Etmenin toprak kaynaklı olması ve iletim demetlerinde kolonize olarak ilerlemesi nedeniyle mücadelesi oldukça güçtür. Mücadelesinde yeni ve alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada ülkemizde domates üretiminde önemli olan Adana ilinde ekonomik anlamda domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Fusarium Solgunluğu*'nun yaygınlığının belirlenmesi ve bununla birlikte bitki aktivatörleri, biyolojik preparatlar ve fungusitlerle mücadele olanaklarının araştırılması üzerine çalışmalarda bulunulmuş ve böylece söz konusu sorunların çözümüne yönelik bundan sonra yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. FOL'e Karşı Biyolojik Mücadele İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Son yıllarda sağlık ve çevre güvenliğine artan ilgiden dolayı toksik, kanserojen ve çevresel açıdan zararlı kimyasalların kullanımı sınırlandırılmakta ve biyolojik mücadeleye olan ilgi giderek artmaktadır. Domateste *Fusarium* Solgunluğu'na karşı günümüze kadar pek çok biyolojik mücadele yöntemi denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bununla ilgili birçok biyolojik mücadele ajanı ticari biyopreparat halinde geliştirilip kullanıma sunulmuştur.

Panteleev (1972), Azerbaycan'da yaygın olan solgunluk hastalıklarından pamukta *Verticillium dahliae* ve domateslerde *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin (FOL) biyolojik kontrolünde önemli bir role sahip *Trichoderma lignorum* 2 ırkının etkinliğini denemiştir. *Trichoderma lignorum* kültürü ile kaplama tohumları *V. dahliae* ile enfekte olan pamuk bitkilerinin sayısını % 37.8'den % 11.7'ye düşürdüğünü yine domates bitkilerinde yapılan toprak uygulamalarının FOL'ün hastalık şiddetini % 49.5 'den % 6.15'e azalttığını bildirmiştir.

Komodo (1996), yaptığı bir çalışmada, domateste *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı patojen olmayan *Fusarium* türlerinin toprağa ve enfeksiyon bölgesine uygulanması sonucu etmenin neden olduğu solgunluk hastalığına karşı biyolojik kontrol sağlamıştır.

Fuchs ve ark (1997), tarafından patojenik olmayan *F. oxysporum* Fo47 izolatının domateslerde *Fusarium* Solgunluğuna direnç oluşturup oluşturmayacağına karşı bir deneme yürütmüşlerdir. Deneme sonucunda hastalık şiddeti değerlendirilmiş ve patojenik olmayan bir *F. oxysporum* izolatının *Fusarium* Solgunluğuna direnç gösterebileceği görülmüştür. Denemenin ticari şartlar altında domates üretimi yapılan alanlarda solgunluk hastalığına neden olan etmenin biyolojik kontrolü için önemli pratik sonuçlara sahip olacağı öne sürülmüştür.

Duijff ve ark (1998), yaptığı bir çalışmada floresan *Pseudomonas* ve patojenik olmayan *Fusarium oxysporum*'un domateste Fusarium Solgunluk Hastalığını baskılamadaki etkinliğini araştırmışlardır. Hastalığın baskılanmasının hem mikrobiyal antogonizim hem de dayanıklılığın uyarılması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bao ve Lazarovits (2001), tarafından Kanada'da yapılan bir çalışmada patojen olmayan *Fusarium oxysporum* 70T01 no'lu izolatının bitki köklerinin korteks ve epidermis hücre tabakasına lokalize olduğu, patojenle doğrudan burada temas ettiği bildirilmiştir. Patojen olmayan *Fusarium* türlerinin patojen olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı rekabet oluşturarak patojenin azaltılması yönünde patojen ile etkileşimde bulunduğunu ve patojenin enfeksiyonunun azaltılmasında olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Ramamoorthy ve ark (2002), domatesin Fusarium Solgunluğuna karşı korunmasına yönelik etkili *Pseudomonas fluorescens* izolatlarını denemişlerdir. Savunma mekanizmalarının uyarılması üzerine yapılan bu araştırmada *Pseudomonas fluorescens*'in domates bitkilerini *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin neden olduğu solgunluk hastalıklardan koruduğu tespit edilmiştir. Bakterinin domates köklerine kolonize olarak koruyuculuk sağladığı görülmüştür. Floresan *Pseudomonas*lar tarafından bitkide savunma proteini ve kimyasal maddelerin uyarılarak fenoliklerin ve PR proteinlerinin birikmesiyle domates köklerinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin enfeksiyonunun kısıtlanmasına katkıda bulunmuş olduğu saptamışlardır.

Akköprü ve ark (2005), tarafından yapılan bir çalışmada, 13 farklı nonpatojenik Floresan *Pseudomonas* izolatı ile Arbüsküler Mikorhizal Fungus *Glomus intraradices*'in Fusarium Solgunluğuna (FOL) karşı etkileri ve domates bitkisinin bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık gibi bazı morfolojik parametreleri üzerine etkinlikleri araştırılmıştır. Kontrolle kıyaslandığında *G.i.* hastalığı % 48, *Pseudomonas* % 12-68, *Pseudomonas*+ *G.i* kombinasyonu ise % 48-92 oranında engellemiştir. Bu değerlendirmeler ışığında AMF ve FP izolatlarının, gerek tek ve

gerekse ikili uygulama kombinasyonlarının bitki gelişimi ve bitkide dayanıklılığının artırılması yönünde etkili olduğu görülmüştür.

Akköprü ve Demir (2005), yaptıkları bir çalışmada bitki hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olduğu bilinen biyokontrol ajanları ve rizosfer mikroflorasının önemli üyelerinden olan Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices* ve dört rhizobakterinin (*Pseudomonas fluorescens*, *P. fluorescens*, *Enterobacter cloaceae* ve *Pseudomonas putida*), *Fusarium solgunluğu*na (FOL) karşı etkinlikleri ve domatesin, morfolojik parametrelerine (taze ve kuru kök ağırlığı) ve köklerdeki fosfor konsantrasyonuna etkisine bakılmıştır. *G. intraradices* ve RB zincir ırklarıyla tekli ve çiftli uygulamaları ile FOL hastalık şiddeti % 8.6–58.6 civarında düşürülmüştür. FOL'ün neden olduğu solgunluk hastalığını engelleme açısından Rhizobakterlerin tekli uygulamaları; tekli AMF ve *G. intraradices* + RB ikili kombinasyonlarından daha etkili bulunmuştur. Tam tersi olarak *G. intraradices*'in tekli uygulamaları FOL' ü % 17.3 oranında kısıtlarken; çiftli uygulamaları tekli uygulamalarından daha çok etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan bu deneme sonucunda, hastalıklı olmayan kontrol grubuna kıyasla, biyokontrol ajanlarının bitki gelişimini iyileştirdiği ve bitki hastalıklarıyla savaşmada etkin olduğu kanısına varılmıştır.

Christopher ve ark (2010), tarafından yapılan bir çalışmada, FOL'ün neden olduğu solgunluk hastalığına karşı *Trichoderma virens*'in çeşitli izolatlarının etkinliği incelenmiştir. Test edilen çeşitli izolatlar arasında *T.virens*'in hem tohum hem de toprak uygulamalarının birlikte kullanımı FOL'ün miseliyal büyümesini önemli ölçüde engellediğini, sera koşullarında FOL'ün neden olduğu solgunluk hastalığının yaygınlığını azalttığını ve bitki büyümesine olumlu yönde etkilerinin olduğunu gözlemlemişlerdir. *T.virens* izolatlarının FOL infeksiyonuna karşı bitkide sistemik direncin başlatılmasında rol oynadığı araştırma bulguları içinde yer almıştır.

Srivastava ve ark (2010), domateste yaptıkları bir çalışmada FOL'ün neden olduğu Solgunluk Hastalığının biyolojik mücadelesinde *Trichoderma harzianum*,

floresan *Pseudomonas* ve arbüsküler mikorizal fungus olan *Glomus intraradices*'in (AMF) etkinliğini incelemişlerdir. Yapılan saksı ve tarla denemelerinde biyolojik ajanların ikili ve üçlü kombinasyon uygulamalarının tekli uygulamalara oranla daha etkili bulunduğunu gözlemlemişlerdir. FOL'ün biyolojik mücadelesinde *Glomus intraradices* (AMF), floresan *Pseudomonas* ve *Trichoderma harzianum*'ün üçlü kombinasyon uygulamasının yapılan diğer uygulamalarla kıyaslandığında belirgin bir şekilde daha iyi kontrol sağladığını ayrıca hastalık oranını % 74, hastalık şiddetini ise % 67 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Asha ve ark (2011), Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada, bakteriyel biyokontrol ajanlarından biri olan *Pseudomonas fluorescens*'i domateste *Fusarium oxysporum*'ün misel gelişiminin engellemesindeki etkinliği açısından incelemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada 10 adet *P. fluorescens* izolatını çeşitli domates yetiştirme alanlarından topladıkları toprak örneklerinden izole etmiş, talk ve sodyum aljinat formülasyonları hazırlayarak sera koşullarında *Fusarium Solgunluğu*na karşı etkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar incelendiğinde; *Pseudomonas fluorescens* Pf2 izolatı kültürlerinin *Fusarium Solgunluğu*nu azalttığı bildirilmiştir.

Sundaramoorthy ve Balabaskar (2013), yapmış oldukları bir çalışmada, farklı coğrafi bölgelerden izole ettikleri 15 ayrı *Trichoderma* izolatını, *Fusarium Solgunluk Hastalığına* (FOL)'a etkisini araştırmışlar ve *Trichoderma* izolatlarının domates büyüme ve verim parametrelerini arttırmadaki etkinliğini değerlendirmişlerdir. Buna göre, *in vitro* koşullarda *Trichoderma harzianum* (ANR-1) izolatı diğer bütün izolatlar ile karşılaştırıldığında FOL'ün miseliyal gelişmesini % 53 oranında engellediğini gözlemlemişlerdir. Sera koşullarında FOL'ün hastalık yoğunluğunu *Trichoderma* izolatlarından *Trichoderma harzianum* (ANR-1) uygulaması % 15.33 oranında, *Trichoderma viride* (KGI-3) uygulaması ise % 17.45 oranında baskıladığı tespit edilmiştir.

Vibha ve Nidhi (2014), tarafından yapılan bir çalışmada, 7 yabancı ot ekstraktı, fungus yüklü yabancı ot kompostunun ekstraktları ve faydalı fungusların

yabancı ot ekstraktları ile kombinasyonunun *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL)'nin neden olduğu Fusarium Solgunluğuna karşı test edilmiştir. Neredeyse tüm yabancı ot ekstraktları, ayrı ayrı yüklenen *Cannabis sativa* kompost ekstraktıyla birlikte *T. virens* (22.33 mm), *T. harzianum* (22 mm), *A. niger* (23.83 mm) ve *Cladosporium cladosporioides* (21.83 mm), *in vitro* koşullar altında test patojeni (FOL)'ün miseloyal büyümesi üzerinde önemli ölçüde engelleyici etki yarattığını gözlemlemişlerdir. Saksı deneylerinde, bireysel olarak *T. harzianum* ve *A. niger* tarafından önceden oluşturulmuş *Parthenium hysterophorus* kompostu, domates bitkisinde hastalık oranını sırasıyla % 20.02 ve % 18.34'e düşürmüştür. Yapılan çalışma sonucunda, yabancı ot kompostunun hastalığı engelleyici etkisinin, potansiyel biyoajanlarla birlikte kombine etkiye bağlı olarak domates Fusarium solgunluğuna karşı etkili olduğu göstermiştir.

Barari (2016), İran'ın Mazandaran eyaletinin farklı coğrafi bölgelerindeki domates üretim alanlarından izole ettiği 28 *Trichoderma* izolatının domateste solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL)'ye olan etkinliğini ve domatesin büyüme ve verim parametrelerini arttırmadaki etkisini araştırmıştır. Deneme sonuçlarına bakıldığında *in vitro* koşullar altında, *Trichoderma harzianum*'un N-8 izolatının, FOL'ün radyal misel gelişimini etkili bir şekilde engellediğini (% 68.22) bildirmiştir.

Hampton ve ark (2016), yapmış oldukları bir çalışmada, 10 *Trichoderma* izolatının patojen varlığında ve yokluğunda domates bitkisinin büyümesine ne gibi etkileri olabileceği ve domates solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'yi kontrol etme yeteneğini araştırmışlardır. Sera koşullarında kurdukları denemelerde 8 *Trichoderma* izolatının hastalık oranını azaltmadığı; ancak *T. atroviride* izolatlarından ikisinin (LU140ve LU584 izolatları) kontrol ile karşılaştırıldığında FOL'ün hastalık gelişimini % 69 oranında bastırıldığını belirlemişlerdir. Patojen varlığında, bir izolatın domates bitkisinin büyümesini % 50 veya daha fazla arttırdığını, patojenin yokluğunda ise *Trichoderma* izolatlarının

hiçbirinin tutarlı bir şekilde tüm bitkinin büyüme parametrelerini arttırmadığını bildirmişlerdir.

Sharma ve ark (2017), karanfil (*Syzygium aromaticum*), limon otu (*Cymbopogon citratus*), nane (*Mentha × piperita*) ve okaliptüs (*Okaliptüs globulusu*)'nden elde edilen 4 uçucu yağım farklı konsantrasyonlarını *Fusarium Solgunluğu*na neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye antifungal etkileri üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, karanfil yağının, diğer yağlara göre daha düşük konsantrasyonlarda *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miselyal büyümesini ve spor çimlenmesini engellediğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışma ile karanfil yağının FOL'ün neden olduğu Solgunluk Hastalığına karşı hem önleyici hem de tedavi edici bir biyofungisit olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Singh ve ark (2018), domateste solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL)'e karşı 3 *Trichoderma* türünün (*T. viride*, *T. harzianum* ve *T. koningii*) antagonistik aktivitesini değerlendirmek amacıyla *in vitro* koşullarda bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar yaptıkları ikili kültürlerde *Trichoderma* izolatlarının mikoparazitizm etkileşimi göstererek FOL'ün miselyal büyümesini engellediğini ve FOL'ün miselyal gelişiminde engelleyici etkinin en yüksek *T. harzianum* (% 75.9) izolatında, ardından sırasıyla *Trichoderma viride* % 67.7 ve *Trichoderma koningii* % 55.6 ile sağlandığını bildirmişlerdir.

Suleiman ve ark (2019), Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada, 6 adet *Trichoderma harzianum* (SP-4, Th-6, Th-3, Th-5, RTM-16 and EPI-5) ve 3 adet *Trichoderma viride* (SP-1, KI-9, SP-3) izolatının *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye etkinliğini denemişlerdir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda, tüm *Trichoderma* izolatlarının kontrole kıyasla FOL'ün miselyal büyümesini etkili bir şekilde engellediğini belirtmişlerdir. *T. viride* SP-3 ve SP-2 izolatlarının inokulasyondan sonraki 7. günde FOL'ün miselyal gelişimini sırasıyla %97.68 ve

%92.83 engelleyerek diğer *Trichoderma* izolatlarına göre FOL'ün biyolojik mücadelesinde daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

2.2. FOL'e Karşı Kimyasalların Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

FOL'e karşı kimyasalların kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Domateste *Fusarium Solgunluğu*'na neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin toprak kökenli olması ve iletim demetlerine enfekte ederek ilerlemesi, etmene karşı kimyasal mücadeleyi güç kılmaktadır. Bununla ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Overman ve Jones (1977), kök ur nematodları ile domateste solgunluk hastalıklarının kontrolü için metil bromid-klorpicrin gaz karışımı (% 66 methyl bromide + % 33 chloropicrin) ve metil isothiosiyanat toprak fumigantının (%20 methyl isothiocyanate + % 80 1,3 dichloropropane-1,2-dichloropropene) etkinliğini denemişlerdir. Fumigantlar toprağa 20-27 cm uzaklıkta ve 15-20 cm derinliğinde uygulanmıştır. Yapılan uygulama neticesinde, toprak kaynaklı *Verticillium Solgunluğu* ve *Fusarium Solgunluğu*nu azaltılırken, nematodların kontrolünün de sağlandığını bildirmişlerdir.

Aydın (2005), tarafından domateste *Fusarium Solgunluğu*nun nedeni olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* etmenine karşı kimyasal mücadele olanaklarının araştırılması üzerine bir çalışma yapılmıştır. 4 farklı domates çeşidinde (Hybrid maxim, M82, Hybrid luxor, Umo RS) Captan, Penncozeb ve Benlate fungusitleri tek dozda iki farklı uygulama zamanı belirlenerek deneme kurulmuştur. Deneme sonuçlandığında, her 3 kimyasalın da hastalığın gelişmesini engellediği; fakat Captan ve Penncozeb uygulamasının Benlate'e göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra 4 farklı domates çeşidinden de hastalığa en fazla hybrid maxim çeşidinin duyarlı olduğu bildirilmiştir.

Sidovich ve Amini (2010), *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı farklı kimyasalların etkinliğini araştırmışlardır. Denemede 6 fungusit etken maddesinin farklı konsantrasyonlarının (benomyl, carbendazim, prochloraz,

fludioxonil, bromuconazole ve azoxys-trobin) *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı etkinlikleri *in vitro* ve *in vivo* koşullarda değerlendirmişlerdir. Yapılan deneme sonucunda her bir aktif maddenin FOL'ün enfeksiyonunu baskılama ve azaltmada farklı etkinlikleri olduğu saptanmışlar ve bu fungusitler içinde prochloraz ve bromuconazole oldukça etkin olduğunu rapor etmişlerdir. Benomyl ve carbendazimin FOL'e karşı koruyucu ve iyileştirici özellikte olduğunu gözlemlemişlerdir. Fungisitlerin uygulama tarihine bakıldığında, fungisit, FOL enfeksiyonundan 7 gün sonra uygulandığında, 1 gün önceki enfeksiyona kıyasla daha az etkili oldukları araştırma bulguları içinde yer almıştır.

2.3. FOL'e Karşı Dayanıklılığı Teşvik Edici Preparatlar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu konuda günümüze kadar birçok çalışma yürütülmüş ve bunlardan pratiğe aktarılanlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Li (1996), tarafından Pamukta Solgunluk Hastalığına neden olan *Verticillium dahliae* ve domateste solgunluk etmeni olan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye karşı dayanıklılık teşvik edici kimyasalların etkileri araştırılmıştır. Pamuk bitkilerinde DL-3-Aminobütirik asit (3-ABA) ve Metil jasmonat (MeJA) işlemlerinin *Verticillium* solgunluk belirtilerini azalttığı, fungusun miselyal büyümesini engellediği, domates bitkilerine uygulanan 3-ABA işleminin ise *Fusarium* belirtilerini belirgin bir şekilde azalttığı, FOL'ün bitkiye girişini ve yayılmasını önlediği sonucuna varılmıştır.

Özgönen ve ark (2001), yaptıkları bir çalışmada bitkide dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen salisilik asit (SA) ve endomikorizal fungus olan *Glomus etunicatum* (GE)'un domateslerde bitki gelişimi ve solgunluk hastalığı etmeni *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin (FOL) enfeksiyon potansiyeli üzerine etkilerini araştırmışlardır. FOL'ün miselyal gelişimi üzerine salisilik asidin farklı konsantrasyonlarının etkisini *in vitro*'da denemişler, bunu takiben saksı

çalışmalarında SA'in iki konsantrasyonuna *Glomus etunicatum* (GE)'u dahil etmişlerdir. SA' *in vitro*'da 0.6-1 mM arasındaki tüm konsantrasyonları FOL'ün miseloyal gelişimini tamamen engellediğini gözlemlemişlerdir. FOL domates bitkilerine uygulandığı ve uygulanmadığı durumda, GE bitkinin sürgün uzunluğunu, sürgün kuru ağırlığını ve kök gelişimini arttırmıştır. Sonuç olarak, GE domates bitkisinde büyümeyi arttırmış, SA ise patojene karşı etkili olurken, GE'un kök kolanizasyonunu belirli düzeyde azalttığı görülmüştür. Bununla birlikte GE'un ve SA'in ikili kombinasyonunda domates bitkileri FOL enfeksiyonuna karşı en yüksek etkiyi göstermiş ve hastalık şiddetini %70 oranında azalmıştır.

Ojha ve ark. (2012), Hindistan'ın Batı Bengal Bölgesinde yaptıkları bir çalışmada domates ve patlıcanlarda sorun olan *Fusarium Solgunluğuna* karşı salisilik asit (SA) ve arbüsküler mikorizal fungus (AM) olan *Glomus fasciculatum*'u denemişlerdir. *In vitro*'da patojenlerin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik yapılan bu çalışmada, SA'nın büyümeyi 0.7 mM konsantrasyonunda ve üzerinde tamamen kontrol ettiği ortaya konmuştur. Domates ve patlıcan bitkilerinin, tek başına *Glomus fasciculatum* veya SA (0.5 ve 1.0 mM) ile veya kombine işlemleriyle muamele edilmesi, bitki boyu, kök uzunluğu, kök taze ağırlığı ve bitkilerin taze ağırlığı üzerinde bir iyileşme göstermiştir. AM fungus uygulaması yapılan bitkilerin en yüksek büyüme tepkileri gösterdiği gözlemlenmiştir. Deneme sonucunda AM+F+SA ile yapılan entegre mücadele ile domates ve patlıcan bitkilerinde, sırasıyla % 67.16 ve % 69.70 oranında *Fusarium Solgunluk* enfeksiyonunda azalma görüldüğü ortaya konmuştur.

Gülser ve ark. (2014), tarafından yürütülen bir çalışmada potasyum, salisilik asit ve hümik asit (HA) uygulamalarının domateste fide çıkışı ve *Fusarium (Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici)* Solgunluğuna etkileri kontrollü koşullarda araştırılmıştır. Deneme sonunda, çimlenme oranı en yüksek HA uygulaması ile bulunmuş ve hastalık şiddeti kontrol (F) uygulamasına göre en düşük, sırasıyla SA (%40.3) ve HA uygulamalarında (%40.7) gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında araştırmacılar, SA ve HA uygulamalarının *F. oxysporum f.sp. lycopersici* neden

olduğu hastalık şiddetini azalttığı, domateste fide çıkışı ve gelişimine olumlu etkileri olduğunu belirlenmişlerdir.

2.4. Bu Konuda Yapılan Diğer Çalışmalar

Sarhan ve ark. (1982), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 'nin neden olduğu domates solgunluğunun gelişiminde azotun etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır. Besin çözeltisinde azotu nitrat olarak (NO₃-N) 284 µg/ml alan bitkiler, topraktaki kontrol bitkileriyle aynı şiddetli solgunluk simptomlarını sergilememişlerdir. Artan azot düzeyleri ile hastalığın azaldığı gözlenmiştir.

Yıldız ve Döken (2001), Aydın ili ve ilçelerinde açık alanda domates üretimi yapılan bölgelerde sorun olan *Fusarium* spp.'yi saptamak amacıyla 1996-1997 yıllarında sörvey çalışmaları yapmışlardır. Hastalık belirtisi gösterdiği öngörülen bitkilerden örnekler toplamış ve izolasyon yapmışlardır. Bu izolasyonlar sonucunda % 81.08 oranında *Fusarium* spp. elde edilmiş olup, bunun büyük bir bölümünün *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye (% 48.15) ait olduğu anlaşılmıştır. Köklerin iletim demetlerine enfekte olup su taşınmasını engelleyerek bitkinin hızlı bir şekilde ölmesine sebep olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin domates tarımının yapıldığı alanlarda en fazla karşılaşılan etmenlerden biri olduğu bildirilmiştir.

Pena (2005), Meksika ve California Sur eyaletinde *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* üzerine yaptığı bir çalışmada bölgede ticari domates üretimi yapılan alanlarda bu etmenin varlığını saptamıştır. İzole ettiği ırkları ırk 2 (% 62.5'i) ve ırk 3 (% 25'i) olarak tanımlamıştır ve bu kayıtların ülke için ilk kayıtlar olduğunu bildirmiştir.

Çolak ve Biçici (2011), Adana'da yaptıkları bir sörvey çalışmasında *F. oxysporum*'un neden olduğu FORL ve FOL hastalıklarının hastalık çıkışı ve şiddeti sırasıyla % 35.1, % 18.8 ve % 43.3, % 20,4 olarak saptamışlardır. Ayrıca bu sörvey çalışmasında hastalığın yaygınlık oranı Adana'da inceleme yapılan domates seralarında sera açısından % 56.1, hastalıklı sera alanı açısından ise % 68.1 olarak belirlenirken, Mersin ilinde hastalık yaygınlık oranı, hastalıklı sera açısından ve

hastalıklı sera alanı açısından sırasıyla % 58.8 ve % 54.4 olarak tespit edilmiştir. Patojenite çalışmaları sonucunda bölgede simptomatolojik olarak belirlemede 87 izolatin yaklaşık % 70'i FORL izolatu (*F. oxysporum* f.sp. *radicis- lycopersici*) ve % 30'u FOL (*F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*) olarak tespit edilmiştir.





3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

In vitro denemelerin tamamı Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Belirlenen alanlardan izole edilen funguslardan patojenisite testiyle patojen olduğu ispatlanmış *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* kültürü, FOL'a duyarlı VO-506 5656 F1 domates fidesi, kullanılan bitki aktivatörleri, fungusitler ve biyolojik preparatlar çalışmanın ana materyallerini oluşturmuştur. Gerek laboratuvar gerekse serada kurulan denemelerde, birbirinden farklı 4 adet bitki aktivatörü, 2 ayrı biyolojik preparat ve farklı aktif maddelere sahip 2 adet fungusit kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kimyasallar ve biyolojik preparatlar ile ilgili bilgiler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Sörvey Çalışmaları

Adana ilinde domates ekiliş alanlarının yoğun olduğu yerler dikkate alınarak domates üretiminin ve bunu sınırlayan solgunluk patojenlerinin en fazla karşılaştığı ilçeler İl Tarım Müdürlükleri'nden alınan bilgiler doğrultusunda sörvey alanı olarak belirlenmiştir. Buna göre 2018 yılı Nisan-Ağustos üretim sezonunda Yüreğir ilçesinde Cırrık, Doğan kent, Gümüşyazı, Kadıköy ve Yeniköy'de toplam 2880 da üretim alanında, Karataş ilçesinde ise Ataköy, Çavuşlu, Dolaplı, Karagöçer, Meletmez ve Tuzkuyusu'nda toplam 6580da üretim alanında hastalık tespitine yönelik gözlemler yapılmıştır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan bitki aktivatörü, biyolojik preparat ve fungusitler ile ilgili bilgiler

	Aktif Madde ve Oranı	Ticari Adı	Uygulama dozu
BİTKİ AKTİVATÖRLERİ	<i>Lactobacillus acidophilus</i> sıvı fermantasyon ürünü (855,81 g/l)	ISR- 2000 (Improcrop Usa)	100 ml /100 L su
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> fermantasyon ürünü (893,80 g/l)	CROP- SET (Improcrop Usa)	60 ml /da
	Harpin Proteini (%3)	MESSENGER® (Eden Bioscience)	6 gr /da
	Fosetyl-Aluminium (%80)	ALİETTE 800 WG (Bayer Cropscience)	250 g/100 L su
BİYOLOJİK PREPARATLAR	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai Strain KRL-AG2 (T22) (400 milyon spor/g)	T-22 PLANTER BOX (Biowork Inc)	60gr /100 L su
	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai Strain T22 (1x10 üzeri 9 cfu/g)	TRIANUM (Koppert B.V)	40 gr / da
FUNGUSİTLER	Fluazinam (500g/l)	NANDO 500 SC (Nufarm S.A.S)	200 ml /da
	Hymexazole (360g/l)	TACHIGAREN30 L (Mitsui Chemicals Agro Inc)	150 ml /100 L su

Hastalık belirtisi görülen seralar not edilerek, bölgede *Fusarium Solgunlu*'ğunun yaygınlık oranı belirlenmiştir. Aynı zamanda hastalık görülen bitkilerden kök ve kök boğazı kısımlarını içeren örnekler toplanmıştır. Toplanan bu örnekler gazete kâğıtlarına sarılarak etiketlemesi yapılmıştır. Plastik torbalar içinde laboratuvara getirilen bu örneklerden patojen izolasyonları yapılmıştır.

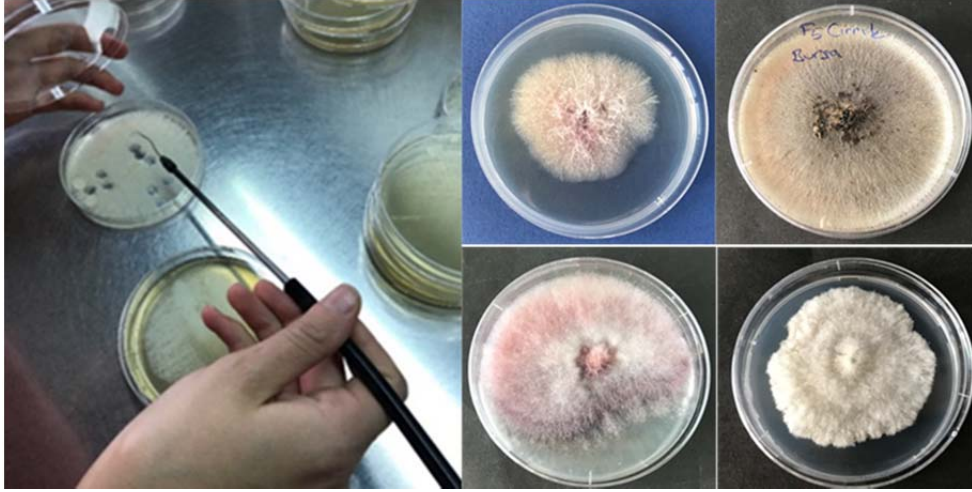


Şekil 3.1. Domates bitkilerinde Fusarium Solgunluğu belirtileri ve iletim demetlerindeki renklenme

3.2.2. Patojenin İzolasyonu ve Patojenitesi

Araziden toplanıp laboratuvara getirilen örnekler önce çeşme suyu altında iyice yıkanmış ve toprak kalıntılarından uzaklaştırılmıştır. İnfekteli alan içeren bitkinin kök, kök boğazı, sap gibi kısımları izolasyon için ayrılmıştır. İzolasyon için ayrılan bu infekteli bitkilerin kök, kök boğazı ve sap gibi infekteli ve sağlıklı kısımlarındaki dokular temiz bir bisturi yardımıyla 5-6 mm büyüklüğünde kesilmiştir. Ardından %2'lik NaOCl (Sodyum Hipoklorit) çözeltisinde 1-2 dakika yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra NaOCl kalıntısı uzaklaştırmak amacıyla iki kez steril distile suda durulanmıştır. Yüzeylerinin tamamen kuruması için steril kabinde (bençte) kurutma kağıtları üzerinde 15-20 dakika kurumaya bırakılmıştır. Aynı zamanda PDA besiyeri erlenmayerde hazırlanıp 121 °C sıcaklık ve 1 atm

başıta otoklavda 30 dakika sterilize edilmiştir. Otoklavdan alınan PDA ortamı soğutularak içerisine streptomycin sulfat antibiyotiği (150 mg/L) eklenerek 9 cm'lik plastik petri kaplarına 15'er ml kadar dökülüp steril bençte kuruması sağlanmıştır. Petride soğuyan PDA ortamı üzerine sterilizasyonu yapılan doku parçalarından her bir petriye 5'er adet olmak üzere ekim yapılmıştır. Bu petrieler 25°C sıcaklıktaki inkübasyon odasında karanlık koşullarda 4-5 gün boyunca kolonilerin gelişimi için inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda petrieler incelenerek fungus türleri ayrılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Fungal kolonilerin saflaştırılması ve PDA besiyeri üzerinde saflaştırılmış 1 haftalık FOL kolonileri

İzolasyon sonucu elde edilen *Fusarium* türlerinin patojenite çalışmaları VO-506 5656 F1 isimli domates çeşidi ile 5 tekerrürlü olarak iklimlendirme odasında saksılarda yürütülmüştür. Bu amaçla 15 cm²lik plastik saksılar kullanılmıştır. Saksı denemelerinde hastalık inokulumu olarak kullanılacak olan FOL sağlıklı gelişebilmesi ve daha iyi kolinize olması için buğday tanelerinde çoğaltılmıştır. İnokulum hazırlamak amacıyla öncelikle buğday daneleri suda haşlanmıştır. Haşlanan daneler süzgeçten geçirilip suyu süzildikten sonra temiz gazete kâğıtları üzerinde kurutulmuştur. 500 ml'lik cam

serum şişelerin içerisine şişelerin yarısına kadar doldurulmuştur. Buğday daneleri içeren şişelerin ağzı pamuk ve alüminyum folyo ile kapatıldıktan sonra otoklavda 121°C'de 1 atm basınçta 1 saat süreyle sterilizasyona bırakılmıştır. Sterilizasyon işleminin ardından daneler yeterince soğuduktan sonra petrideki PDA ortamına geliştirilmiş FOL kültürlerinden 5-6 mm'lik miseliyal diskler kesilmiş ve bu disklerden her bir şişeye 3-4 adet atılarak inokulasyon yapılmıştır. FOL izolatları ile inokule edilmiş buğday daneleri içeren şişeler 24°C sıcaklık ve karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve yaklaşık 20 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince 5. günden itibaren 2 günde bir kez şişelerdeki daneler çalkalanmış ve böylece tüm danelerin homojen bir şekilde kolanizasyonunu sağlanmıştır. İnkübasyonun 21. günü sonunda buğday daneleri şişelerden boşaltılıp 48 saat süreyle temiz plastik küvetlerde, çeker ocak içerisinde havalandırılmıştır. Ardından kese kâğıtlarına konularak çalışmaların diğer aşamalarında kullanılmak amacıyla +4°C'de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Buğday danelerinde kitle halinde üretilmiş FOL izolatu

Fideler perlit, torf ve çiftlik gübresi bulunan 15 cm²lik plastik saksılara dikilmiş ve buğday danelerinde geliştirilen patojen saksıya dikimle birlikte inokule edilmiştir. FOL inokulasyonu sırasında yetiştirilen fidelerin kök boğazına yakın kısımlarında yara açılmış ve her saksı toprağına patojen inokulumu 10g ve 20g olacak şekilde iki ayrı dozda hazırlanan buğday inokulumu toprak içerisine karıştırılarak uygulanmıştır. Dikimi ve patojen inokulasyonu tamamlanan fideler 2 hafta kadar 25±1°C sıcaklıkta iklimlendirme odasında gözlemlenmiştir. Hastalığa ait solgunluk belirtileri aşama izlenerek izolatın patojen olduğu saptanmıştır. Bu bitkilerden reizolasyon yapılarak izolatın patojenitesi kanıtlanmış olup daha sonraki denemelerde F1 nolu izolat kullanılmıştır.

3.2.3. Fungus Türlerinin Klasik ve Moleküler Tanılanması

Fungus türlerinin klasik yöntemlerle tanılanması: Fungal izolatların klasik yöntemlerde tanısı için PDA besi yeri kullanılmıştır. İzolatların koloni morfolojisi ve mikroskopik özellikleri incelenmiştir. *Fusarium* türlerinin tanısı yapılırken Booth (1971), Nelson ve ark (1983) ve Burgess ve ark (1994) tarafından belirlenen tanı anahtarlarından yararlanılmıştır. Buna göre *Fusarium* türlerinin yapay besi ortamındaki gelişme hızları, koloni rengi, havai miselyum oluşturma özelliği gibi makroskopik özellikleri ile yapay besi ortamında makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospore oluşturup oluşturmadıkları incelenmiştir. Konidilerin şekli, büyüklüğü, bölme sayısı, bazal ve uç hücrelerin yapısı gibi mikroskopik özellikleri belirlenmiş ve anahtarı doğrultusunda *Fusarium* kolonilerinin tanıları yapılmaya çalışılmıştır.

Morfolojik ve mikroskopik incelemeler sonucunda patojen olabilecek koloniler yeni PDA ortamına alınarak saflaştırılmıştır. Saflaştırılan fungal koloniler 7 gün boyunca inkübe edilmiştir. Saf kolonilerden alınan diskler ilerki aşamalarda kullanılmak üzere yatık agarlı cam tüplerde bulunan besi yerinde +4 °C ve kâğıt kültürlerde -20 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Fungus türlerinin moleküler yöntemlerle tanınması: Klasik olarak tanısı yapılan *Fusarium* izolatları moleküler tanı yöntemleriyle de (DNA Ekstraksiyonu, PCR, DNA Agaroz Jel elektroforezi ve Gen sekans analizi) desteklenmiştir. Öncelikle PDA ortamında geliştirilmiş saf kültürlerden miselyum alınarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Bu aşamada ilk olarak PDA ortamı üzerinde saf olarak geliştirilen kültürlerden miselyum parçaları steril spatül yardımıyla alınarak ezme poşetleri içerisine konulmuştur. Ezme poşetleri içerisine 600-650 µl 2X CTAB buffer ilave edilerek miselyum parçaları poşetin dışından el homojenizatörü (Bioreba) yardımı ile homojen bir şekilde ezilmiştir. Ezme poşeti içerisindeki homojenat pipet yardımıyla alınıp 1,5 mL'lik steril eppendorf tüpler içerisine aktarılmış ve her tüpün içine 2 µl mercaptoethanol (2-mercaptoethanol) eklenmiş ve vortex ile tüp içindeki homojenat karıştırılmıştır. Tüpler 65 °C sıcaklıktaki kuru blok ısıtıcıda yarım saat inkübe edilip bu aşamada ara sıra vortex ile karıştırılmıştır. İnkübasyondan sonra bu homojenata 600µl chloroform-isoamylalkol (24:1) eklenip, 30-45 saniye kadar vortexlenmiş ve tüpler 14000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Bu işlemi beklerken de yeni eppendorf tüplerinin isimleri yazılmıştır. Santrifüj sonunda artık tüpün içinde 2 faz belirmediği görülmüştür ve üstteki berrak fazdan alt katmana temas etmeden mikropipet yardımıyla (200 µl) alınıp isim yazılan yeni tüplere konulmuştur. Bu sıvının üzerine yeniden 200 µl chloroform-isoamylalkol (24:1) eklenip vortexlenmiş ve ardından tüpler 14000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda tüpün içerisinde 2 faz belirmiş üstteki berrak fazdan alttaki katmana temas etmeden bu defa (120 µl) mikropipetle alınıp yeni eppendorf tüplerine koyulmuştur. Tüpteki sıvının üzerine 80 µl soğuk isopropanol (2-propanol) eklenip, tüpler nazikçe 5-6 kez çalkalanmıştır. DNA'nın bu aşamada alkole bağlanıp dibe çökmesi istendiği için tüpler yaklaşık yarım saat -20°C'de buzdolabında bekletilmiştir. Sonrasında tüpler 14000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Sonuçta tüp dibine DNA çökmüştür. Tüplerin üst sıvı kısmı dökülüp dibe çöken DNA 1 ml hacmindeki % 70'lik soğuk alkolle dikkatlice yıkanmış ve tüpler steril kabinde kağıt havlulara ters çevirerek 10-15 dk bekletilerek içerisindeki alkol tahliye edilmiştir. Artık pelet haldeki DNA 10 dakika steril

kabinde kuruması beklenmiş içine 50 µl TE buffer eklenerek çözdürülmüştür (Doyle ve Doyle, 1990; Nejat ve ark, 2009). Çözülen DNA'ların bulunduğu tüpler -20°C'de buzdolabında saklanmıştır.

DNA ekstraksiyonunu ile izole edilen DNA'ların PCR (Polimeraz zincir reaksiyonu) işlemi ile çoğaltılması sağlanmıştır. Bu işlem için thermocycler cihazı ve çeşitli enzimler kullanılmıştır. Her bir örnek için santrifüj tüpü içerisine 0.25 µl Taq polimeraz enzimi (Thermo Scientific), 2 µl dNTP nükleotidleri, 5 µl Taq PCR Buffer (10X), 1 µl ileri ve 1 µl geri yönde ve Çizelge 3.2.'de belirtilen primerlerden karışım hazırlanmıştır (Hirano ve Arie, 2006).

Çizelge 3.2. PCR reaksiyonunda kullanılan primer çiftine ait teknik bilgiler

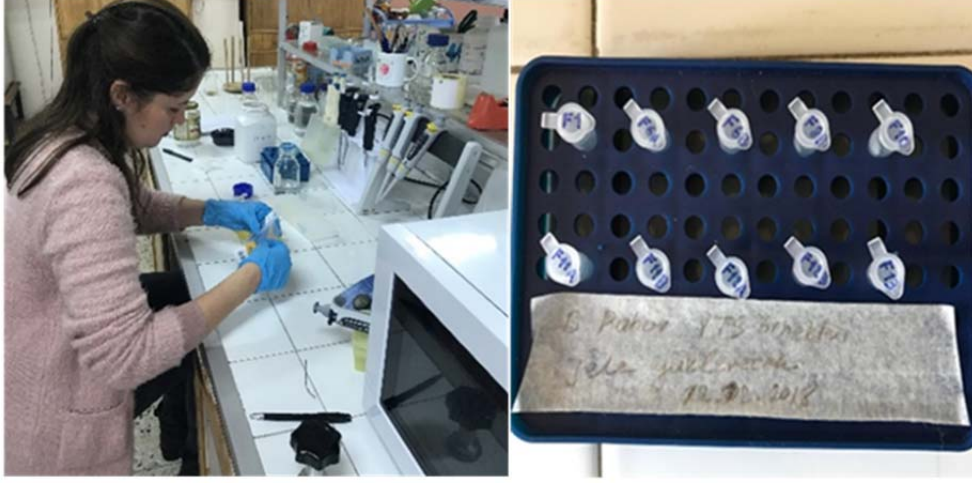
Primer Seti ve Primerler	Nükleotid Dizilimi (5'-3')
uni ^a	
unif	5'-ATCATCTTGTGCCAACTTCAG-3'
unir	5'-GTTTGTGATCTTTGAGTTGCCA-3'
sp13 ^b	
sp13f	5'-GTCAGTCCATTGGCTCTCTC-3'
sp13r	5'-TCCTTGACACCATCACAGAG-3'
sp23 ^c	
sp23f	5'-CCTCTTGTCTTTGTCTCACGA-3'
sp23r	5'-GCAACAGGTCGTGGGGAAAA-3'
spri ^d	
sprif	5'-GATGGTGGAAACGGTATGACC-3'
sprir	5'-CCATCACACAAGAACACAGGA-3'

^a İzolatlar f.sp. *lycopersici* ve *radicis-lycopersici* ise 670-672 bp'lik bant oluşturur.

^b İzolatlar f.sp. *lycopersici* ırk 1 ve ırk 3 ise 445 bp'lik bant oluşturur.

^c İzolatlar f.sp. *lycopersici* ırk 2 ve ırk 3 ise 518 bp'lik bant oluşturur.

^d İzolatlar f.sp. *radicis-lycopersici* ise 947 bp'lik bant oluşturur.



Şekil 3.4. Ezme poşetleri içerisindeki fungal miselyum parçalarının ezilmesi ve DNA ekstaksiyon aşamasına ait bir görüntü

Bu bileşenleri içeren karışım tüplere konulduktan sonra içerisine hedef gen bölgesi çoğaltılacak DNA'dan 2 µl eklenmiş ve tüpler son kez karıştırılarak thermocycler cihazına primerlerin çalışma sıcaklıkları ayarlanarak yerleştirilmiş ve DNA çoğaltma işlemi gerçekleştirilmiştir (Hirano ve Arie, 2006).

PCR sayesinde çoğaltımı yapılan *Fusarium* izolatlarına ait DNA'ları görüntüleyebilmek için %2'lik agaroz jel elektroforezi kullanılmıştır. Bunun için agaroz jel TAE (Tris-Asetat-EDTA) Buffer içerisinde eritilip içerisinde tarak bulunan jel tankı setine dökülmüştür. DNA örnekleri parafilm üzerine damlatılıp 40X'lik SYBR Green boyası ile boyanmış ve tarakların oluşturduğu çukurlara doldurulmuştur. Tank uçlarına 55 volt'luk gerilim ve 250 mA akım verilerek DNA bu akım yönünde yürütülmüştür. Son aşamada Agaroz jel UV ışık altına alınarak oluşan DNA bantları gözlemlenmiş ve fotoğraflanmıştır.

3.2.4. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların *in vitro*'da FOL'ün Miseliyal Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi

Bitki aktivatörlerinin etkinliği: Dayanıklılığı teşvik edici bitki aktivatörlerinden Isr-2000, crop-set, aliette 800 WG (fosetyl-al) ve messenger'ın PDA besi ortamında *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 0-1000 ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiştir. Bunun için 1lt suya 41g PDA konularak ortam koyu kıvam alana kadar elektrikli ısıtıcıda ısıtılmıştır. Ardından koyulaşan PDA kilitli şişelere dökülerek dispanser yardımıyla 10 ml hacminde çekilerek 18 cm'lik cam tüplere aktarılmış ve tüplerin ağzı pamuk ile kapatılarak 121°C sıcaklık ve 1 atm basıçta, 15 dk süreyle otoklavda sterilizasyona bırakılmıştır. Steril edilen tüpler 60°C'ye ayarlanan su banyosuna konularak sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Diğer taraftan dayanıklılık teşvik edici kimyasalların 0-1000 ppm arasında 10 farklı konsantrasyonu hazırlanmış ve 10 ml ortam bulunan tüplere ilave edilip 10-15 sn. vortexlenmiştir. Vortexlemenin ardından tüplerin uçları alevden geçirilmiş ve bitki aktivatörleri içeren PDA ortamları 9 cm çaplı plastik petrilere dökülmüştür. FOL'ün 1 haftalık kültürlerinden mantar delici yardımıyla 5 mm çaplı miseliyal diskler kesilerek steril bençte katılmış bu ortamlara ekim yapılmıştır. Her bir petri 1 tekerrür kabul edilmiş ve deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Kontrol olarak bitki aktivatörü içermeyen PDA besiyeri kullanılmıştır.

Ekim yapılan petrilere 5 gün boyunca 24°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda gelişen her bir petrideki koloni çapı birbirine çapraz olacak şekilde 2 kez ölçüm yapılmış ve bu iki değerlerin ortalaması alınarak kaydedilmiştir.

Fungisitlerin etkinliği: Fungisitlerin *in vitro*'da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişimine etkilerinin incelenmesi için hymexazole aktif maddeli Tachigaren 30 L ve fluazinam aktif maddeli Nando 500 SC fungisitlerinin 0-100 (1, 5, 10, 25, 50 ve 100) ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiştir. Fungisitlerin etkinliği yukarıda belirtilen bitki aktivatörlerinde olduğu gibi

çalışılmış ve elde edilen değerlere varyans analizi uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Ayrıca bitki aktivatörlerinin ve fungusitlerin *in vitro*'da patojeni engelleme oranını (%) belirlemek için % Abbott formülü kullanılmıştır.

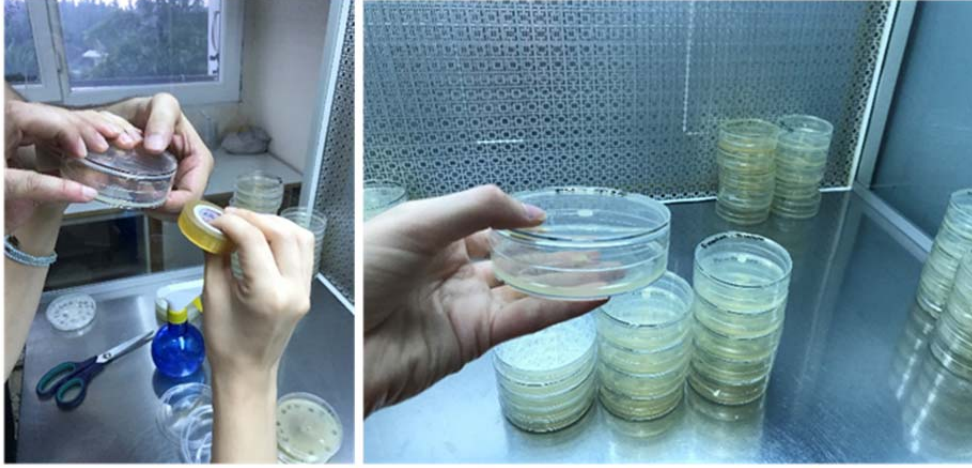
$$\text{Engelleme Oranı} = \frac{(\text{Patojenin kontroldeki çapı} - \text{Patojenin uygulamadaki çapı}) \times 100}{\text{Patojenin kontroldeki çapı}}$$

Biyolojik Preparatların Etkinliği: Bunun için *Trichoderma harzianum*'un 2 farklı ticari biopreparatı olan T-22 Planter Box (*Trichoderma harzianum* rifai ırk KRL-AG2) ve Trianum P (*Trichoderma harzianum* Rifai Strain T22) kullanılmıştır. Bu ticari preparatlar önce PDA besi ortamında geliştirilmiş ve daha sonra gelişen koloni saflaştırılarak, bu iki izolat eğik ortam ve kağıt kültürlerde *in vitro* çalışmaları için saklanmıştır. *Trichoderma harzianum*'un 2 farklı izolatu hem uçucu antibiyotiklerinin patojenin miseliyal gelişmesini engellemesi açısından, hem de hiperparazitik bir özelliği yakalayabilmek amacıyla hifsel interaksiyonlar açısından denemeye alınmıştır.

Uçucu antibiyotiklerin etkisini denemek için patojen ve *Trichoderma harzianum* izolatları ayrı ayrı PDA besi ortamlarına 5 mm çaplı miseliyal disk olarak ekilmiş ve petrilerin kapakları çıkarılarak, patojen FOL petrisi aday antagonist *Trichoderma harzianum* petrisinin üzerine ters olarak kapatılıp petri bant ile sarılmıştır. Bu ikili kültür 5 gün 24°C'de geliştirilmiş ve daha sonra koloni çapı ölçülerek kontrole göre miseliyal gelişmenin engellenme oranı hesaplanmıştır (Şekil 3.5).

Hifsel interaksiyonu belirlemek amacıyla ise, FOL ve *Trichoderma harzianum*'un miseliyal diskleri PDA içeren Petri'de katrşılıklı gelecek şekilde Petri kenarından yaklaşık 1,5-2 cm uzağa ekilerek hazırlanan ikili kültürleri 5 gün 24°C'de geliştirilmiş ve daha sonra her iki koloninin değme noktasından hazırlanan preparatlar mikroskopta incelenmiştir. Bu incelemede *Trichoderma harzianum*'un

FOL'ün misellerini sararak gelişmesini engelleme, eritme veya penetre etme gibi özellikleri incelenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.5. Uçucu antibiyotiklerin etkisini belirlemek için *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ile *Trichoderma* izolatının ikili kültürü

3.2.5. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların FOL'ün Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Patojenin miseliyal gelişmesi üzerine etkilerinin belirlendiği bitki aktivatörleri, fungusitler ve biyolojik preparatların bitkide hastalık oluşumu üzerine etkilerini testleyebilmek amacıyla, Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisindeki seralarında saksı denemesi olarak kurulmuştur. Bu denemede yer alan uygulamalar, dozları ve uygulama şekilleri Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

FOL'a duyarlı VO-506 5656 F1 domates fideleri, içerisinde toprak, kum ve çiftlik gübresi (1: 1/2: 1/2) bulunan 20cm'lik plastik saksılara, her saksıya 1 fide olacak şekilde dikilmiştir. Fide dikimi sırasında saksı toprağına FOL'ün buğdayda geliştirilmiş 10 g inokulumu ilave edilerek patojen uygulaması gerçekleştirilmiştir. Dikimden 1 hafta sonra ise Çizelge 3.2.'de görülen aktivatör, fungusit ve biyolojik preparat uygulamaları yapılmıştır. Denemede ayrıca sadece patojenin uygulandığı

(pozitif kontrol) ve hiç bir uygulamanın yer almadığı (negatif kontrol) karakterler de yer almıştır. Bu uygulamalar 10 gün sonra aynı oranda tekrarlanmıştır (Şekil 3.6).

Çizelge 3.3. Saksı denemesindeki uygulamalar, dozları ve uygulama şekilleri

Sıra No	Uygulama	Uygulama Dozu	Uygulama Şekli
1	Fluazinam (Nando)	50ml/100L su	25ml /saksı
2	Hymexazole (Tachigaren)	200ml/100L su	25ml /saksı
3	Fosetyl-AI (Aliette)	200g/100L su	Püskürtme
4	Crop-Set	100ml/100L su	Püskürtme
5	ISR 2000	100ml/100L su	Püskürtme
6	Messenger	10g/100L su	Püskürtme
7	T-22 10mg	10mg/saksı	25ml /saksı
8	T-22 20mg	20mg/saksı	25ml /saksı
9	Trianium P 10mg	10mg/saksı	25ml /saksı
10	Trianium P 20mg	20mg/saksı	25ml /saksı
11	Pozitif Kontrol (Patojen)	-	-
12	Negatif Kontrol	-	-

Deneme süresince domates yetiştiriciliği için ipe alma, sulama gibi gereken bakımlar yapılmıştır. Bitkilerin sulanması, saksılarda bulunan topraktaki su durumuna göre yapılmıştır. Bunun yanında kırmızı örümcek ve beyaz sinek ilaçlaması yapılmıştır. Bitki gelişim süresince düzenli gözlemler yapılmıştır. Hastalığa ait ilk belirtiler görülmeye başladığında bitki boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Dikimden 3 ay sonra hastalık gelişimi değerlendirilmiştir. Hastalık belirtilerinin değerlendirilmesinde Hwang ve ark (1992)'nin 0-5 skalası kullanılmıştır.

Bu skalaya göre;

<u>İndeks</u>	<u>Hastalık belirtisi %</u>
0	Sağlıklı Bitki
1	Yapraklarda %25'ten az solgunluk
2	%25 -%50 solgunluk (%30 yaprak kaybı)
3	%50 -%75 solgunluk (%60 yaprak kaybı)
4	%75 -%100 solgunluk (%90 yaprak kaybı)
5	Ölü bitki



Şekil 3.6. Kimyasalların can suyu şeklinde bitkiye uygulanması ve bitkilerin ipe alınması

Elde edilen skala değeri üzerinden hastalık index değeri hesaplanmış ve bunun üzerinden varyans analizi yapılmıştır. LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konmuştur. Değerlendirmelerden sonra sera sökümü yapılarak her karaktere ait 5 tekerrür ayrı ayrı paketlenip etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Gövde kök kısımların kesitler alınarak sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisine daldırılarak turuncu renk gözlemlenenlerin ölçümü yapılmıştır. Renklenmenin iletim demetlerinde ne kadar ilerlediği tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Ölçümü yapılan infeksiyon uzunluklarına da varyans analizi

uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.7. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin domates bitkisinin iletim demetlerinde ilerleme miktarının saptanması



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Adana İlinde Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı

Domates bitkilerinde *Fusarium Solgunluğu*'na neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin tespiti amacıyla Adana ilinde domates üretim alanları kontrol edilmiştir. Yapılan sörvey çalışmasında Yüreğir ilçesinde 21 adet domates alanı incelenmiş ve bunların 9'unda *Fusarium Solgunluğu* tespit edilmiştir. Yüreğir ilçesi için hastalık yaygınlığı % 49.7 olarak hesaplanmıştır. Karataş ilçesinde ise incelenen 13 domates alanının sadece 3'ünde *Fusarium Solgunluğu* tespit edilmiş ve hastalık yaygınlığı % 29.2 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Sörveye tabi tutulan alanlarda *Fusarium Solgunluğu*'nun tespiti ve yaygınlığı

YÜREĞİR	Toplam Üretim Alanı (da)	Toplam Tarla Sayısı (da)	İncelenen Tarla Sayısı (Adet)	Hastalık Görülen Tarla Sayısı (Adet)	Hastalık Yaygınlığı (%)
Cırrık	630	20	8	4	50
Gümüşyazı	607	8	4	1	25
Doğankent	-	-	1	1	100
Kadıköy	240	8	3	1	33
Yeniköy	230	6	5	2	40
Toplam	1707	42	21	9	49,7
KARATAŞ	Toplam üretim alanı (da)	Toplam Tarla Sayısı (da)	İncelenen Tarla Sayısı (Adet)	Hastalık Görülen Tarla Sayısı (Adet)	Hastalık Yaygınlığı (%)
Karagöçer	805	14	2	0	0
Ataköy (Nalkulak)	1032	23	3	0	0
Meletmez	188	7	2	1	50
Tuzkuyusu	22	1	1	0	0
Dolaplı	275	9	4	1	25
Çavuşlu (Sera)	115	3	1	1	100
Toplam	2437	57	13	3	29,2

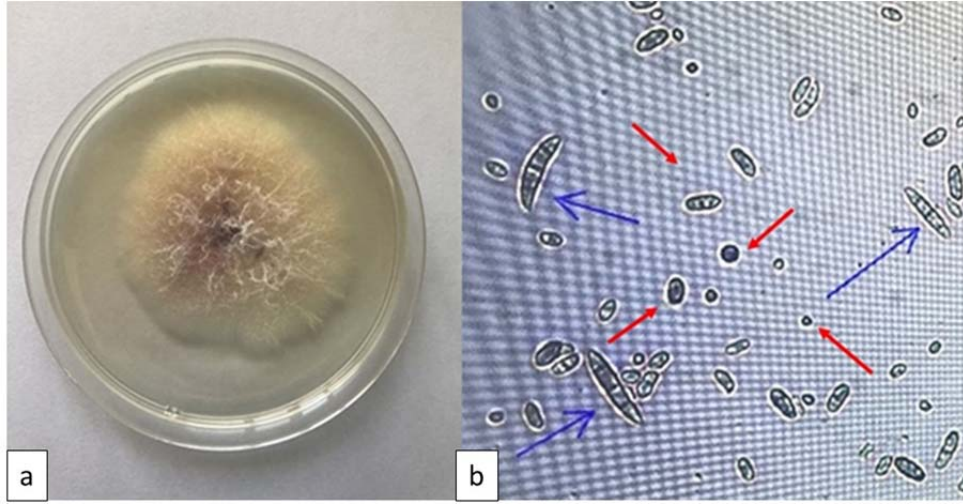
Katan ve ark (1997), FOL'ün hassas domates çeşitlerinde ksilem dokusuna yerleştiğini ve bitkide su transferini etkileyerek yapraklarda ve bitkide sararma, solma, ilerleyen süreçte bitkide ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir. Sörveye tabi domates alanları kontrol edilirken solgunluk, sarılık ve gelişme geriliği gösteren bitkilerin kök ve kök boğazı kısımları içeren örnekler toplanmıştır.

Hastalığa ait belirtiler çiçeklenme sonrası ve meyve oluşumunun başlangıcında olgun bitkilerde sıklıkla ortaya çıkmaktadır (Walker 1971; Jones ve ark. 1991). Aydın ili ve ilçelerinde açıkta domates tarımı yapılan alanlarda bitkilerin kök ve kök boğazında sorun olan *Fusarium* spp.'ni saptamak amacıyla 1996-1997 yıllarında sörvey çalışmalarında belirti gösteren bitkilerden yapılan izolasyonlarda büyük çoğunlukla *Fusarium* türleri (% 81.08) elde edilmiştir. Patojen olduğu saptanan *Fusarium* türleri içinde en büyük grubu *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin (% 48.15) oluşturduğu bildirilmiştir.

Çalışmanın başlangıcında hastalık belirtisi gösteren bitkiler laboratuvarda izole edilmiş koloni morfolojisi ve ön mikroskopik incelemelere göre patojen olma olasılığı bulunan fungus türleri ayrılarak PDA besi yerine ekim yapılmış, 7-8 günlük inkübasyondan sonra saflaştırılma sağlanmıştır. Saf kültürleri elde edilen bu izolatların morfolojik tanı özelliklerinden koloni gelişimi, spor şekilleri, konidiofor yapıları gözden geçirilmiş ve bu kriterlere göre tez çalışmasında tür teşhisine gidilecek 12 izolat seçilmiştir ve bu izolatların klasik ve moleküler tanılaması yapılmıştır.

Nelson ve ark (1983), Burgess ve ark (1994), Leslie ve Summerell (2006) detaylı anlatımlarına göre, *Fusarium* türlerinin klasik tanımlanması yapılırken havai miselyum oluşturma özelliği ve koloni rengi dikkate alınmıştır. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin kültürde uzun ve pamuğumsu şekilde gelişen genç miselyumları beyaz renkte iken yaşlı miselyumları ise pembemsi, mor renge dönüşmektedir. Makroskopik karakterler ve kültürlerin mikroskopik incelemesi temelinde, bir izolatın diğerine varyasyonlar ve türler arasındaki örtüşen özelliklerinin olması nedeniyle *Fusarium*'un tanımlanması genellikle zor olmakta veya belirsiz

kalmaktadır. *Fusarium* cinsinde yıllarca spor oluşturan hücelere fiyalid denilmiş, bu cinsteki mikro ve makrokonidileri tanılayıcı olmuştur. Ancak şu anki kanıtlara göre tüm *Fusarium*'ların hem makro hem de mikrokonidi oluşturduğu bildirilmiştir (Booth 1971). *Fusarium*'ların mikroskopik incelemesinde oval ya da böbrek şeklinde mikrokonidilerin ve 3-5 hücreli kıvrık, kano şeklinde makrokonidi varlığı ile hifin uç kısmında ya da ortasında klamidosporların oluşup oluşmadığına bakılmıştır (Şekil 4.1.).

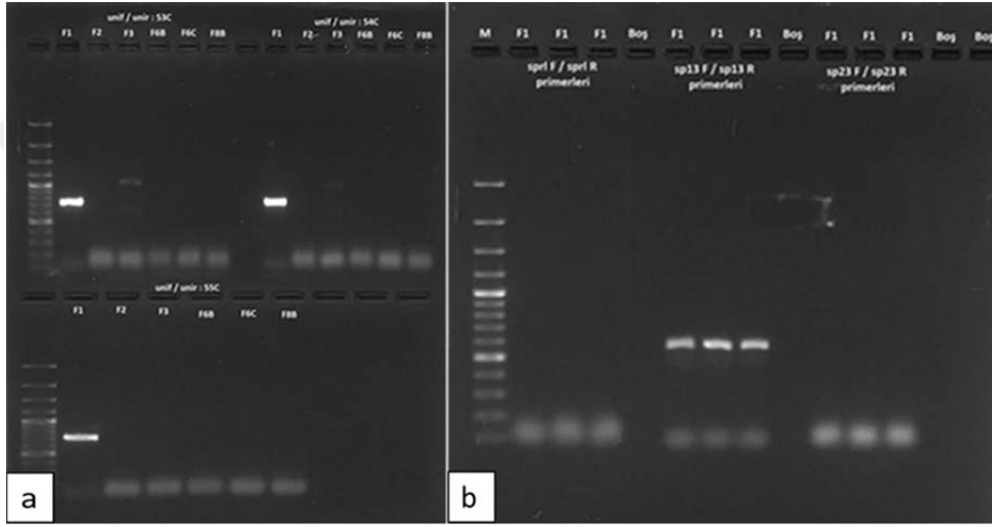


Şekil 4.1. .a) *Fusarium oxysporum*'un PDA besi yeri üzerindeki koloni görüntüsü b) Makrokonidi ve mikrokonidi şekilleri.

PCR analizi için türe özgü primerlerin kullanılması sonucu ilk olarak unif/uni R primer çifti sadece F1 nolu izolat ile pozitif sonuç vermiş, diğer izolatlardan bant elde edilememiştir (Şekil 4.2a). Bu sayede F1 nolu izolatın *F.oxysporum* f.sp.*lycopersici* veya FORL olabileceği doğrulanmıştır.

Diğer taraftan bu ayrımı yapabilmek için F1 nolu izolatın genomik DNA'sı sprl f /sprl r primer çifti ile PCR testine tabi tutulmuş ancak herhangi bir bant elde edilememiştir. Bunun sonucunda F1 izolatının *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* olduğu ve FORL olmadığı tespit edilmiştir.

Son aşamada genomik DNA'daki özel bölgelerin sp23f /sp23r ve spl3f /spl3r primerleri ile PCR testine alınmasıyla ırk ayrımı çalışması tamamlanmıştır. F1 izolatu spl3f / spl3r primeri ile pozitif bant sonuçlarken, sp23f /sp23r izolatından herhangi bir bant elde edilememiş ve F1 izolatının *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycoperci*'nin 1 nolu ırkı olduğu doğrulanmıştır (Şekil 4.2b).



Şekil 4.2. PCR çalışmaları sonucunda elde edilen jel görüntüsü.

Patojenite çalışmaları VO-506 5656 F1 isimli domates çeşidi ile 5 tekerrürlü olarak iklimlendirme odasında saksı koşullarında yürütülmüştür. Patojenite çalışmalarında hastalık inokulumu olarak kullanılacak olan FOL buğday danelerinde çoğaltılmış saksı toprağına bulaştırılmış ve ardından sağlıklı domates fideleri bu saksılara dikilmiştir Bitkiler bu koşullardaki gelişme süreci içinde yapraklarında sararma ve solgunluklar yönünden gözlemlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* inokule edilen toprağa dikilmiş fidelerde görülen hastalık belirtisi

4.2. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların *in vitro*'da FOL Üzerine Etkileri

Laboratuvar çalışmalarında FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerine fungusitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların etkileri ayrı ayrı test edilmiştir. Belirlediğimiz fungusitlerin *in vitro*'da 0-100 (1,5,10,25,50 ve 100) ppm arasındaki konsantrasyonlarının FOL'ün miseliyal gelişmesine olan etkilerinin denendiği çalışmada hymexazole ve fluazinam'ın her ikisi de artan fungusit konsantrasyonlarında patojenin miseliyal gelişmesini engellenmişlerdir (Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.).

Çizelge 4.2. Hymexazole ve fluazinam'ın FOL'ün miseliyal gelişmesine etkisi

Fungisit Konsantrasyonu (ppm)	Hymexazole		Fluazinam		
	Koloni Çapı (mm)	% Etki	Koloni Çapı (mm)	% Etki	
0	36,4	c*	44,5	c	
1	30,2	bc	16,9	b	62,0
5	28,3	bc	15,9	b	64,3
10	22,7	abc	13,2	a	70,3
25	22,5	ab	13,0	a	70,8
50	15,6	a	12,7	a	71,5
100	13,4	a	12,9	a	71,0

*Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD-0,005).

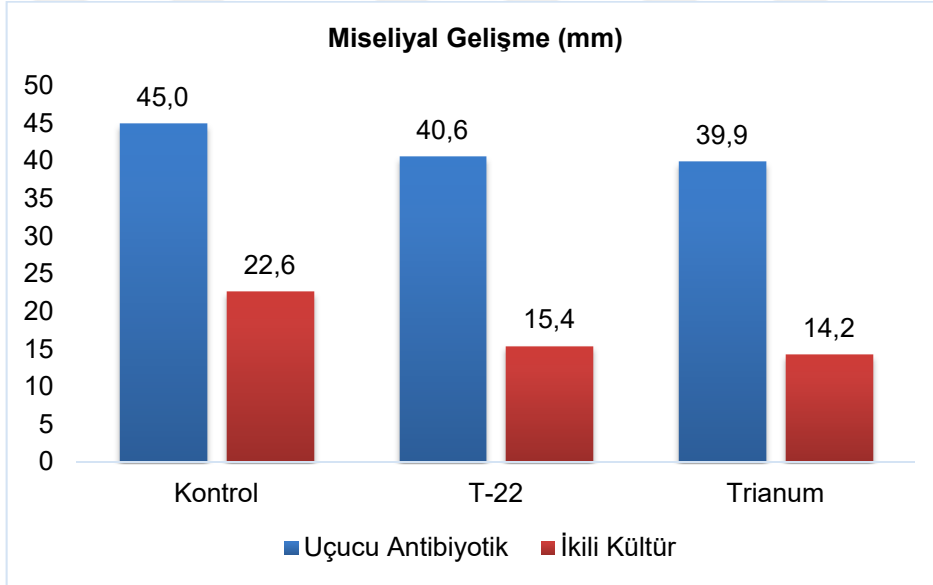
Burgess ve arkadaşlarına (2008) göre; *Fusarium Solgunluğunun* kontrolü için etkili bir fungusit yoktur. Birçok araştırmacı toprak kökenli bir patojen olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin kimyasal mücadelesinde fungusit kullanımına rağmen patojenin misellerinin ve klamidospore yapılarının toprakta uzun yıllar canlı kaldığını ve bu sebeplerden patojenle mücadelenin zor olduğunu belirtmişlerdir.

Biyolojik preparatların FOL üzerine *in vitro*'da etkisi uçucu antibiyotik ve ikili kültürde miseliyal gelişmeye etki ve aynı zamanda hifsel interaksiyonlar açısından değerlendirilmiştir. Uçucu antibiyotik ve ikili kültürde uygulanan biyolojik preparatların her ikisi de kontrole göre patojen gelişmesini engellemiş ancak ikili kültürdeki engelleme uçucu antibiyotiğe göre daha yüksek olmuştur. Bu uygulamaların patojeni engelleme oranı % 9.8 ile % 37.2 arasında değişmiştir. (Çizelge 4.3. ve Şekil 4.6.).

Çizelge 4.3. Biyolojik preparatların FOL'ün miseliyal gelişmesine etkisi

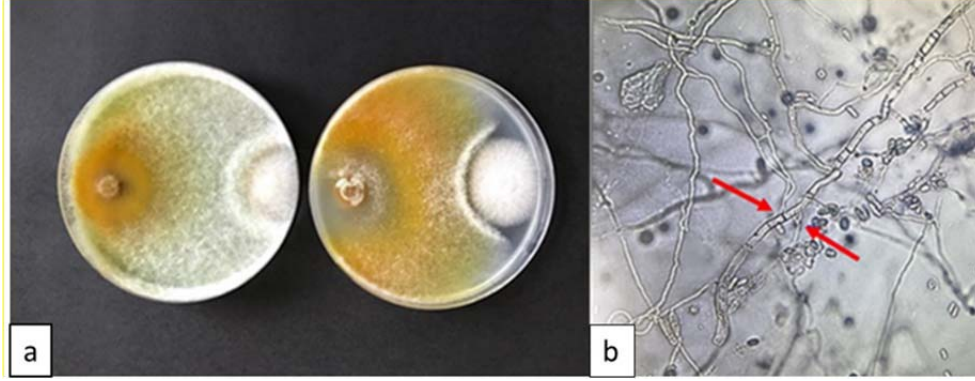
Biyolojik Preparat	Uçucu Antibiyotik		İkili Kültür	
	Koloni Çapı (mm)	% Etki	Koloni Yarıçapı (mm)	% Etki
Kontrol	45,0 b		22,6 b	
T-22	40,6 a*	9,8	15,4 a	31,9
Trianum	39,9 a	11,3	14,2 a	37,2

*Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD-0,005).



Şekil 4.6. Uçucu antibiyotik ve ikili kültürde uygulanan *Trichoderma harzianum* izolatlarının FOL'ün miseliyal gelişmesini engelleme oranları (%)

İkili kültürde patojen ve antagonistin karşılaştıkları noktalardan hazırlanan preparatlarda hissel interaksiyonlar incelenmiş ve pek çok noktada *Trichoderma harzianum* izolatlarının patojen hiflerini sararak gelişmelerini engellediği ve hiflerde bozulmalara neden olduğu görülmüştür. Ancak herhangi bir penetrasyona rastlanmamıştır (Şekil 4.7.).



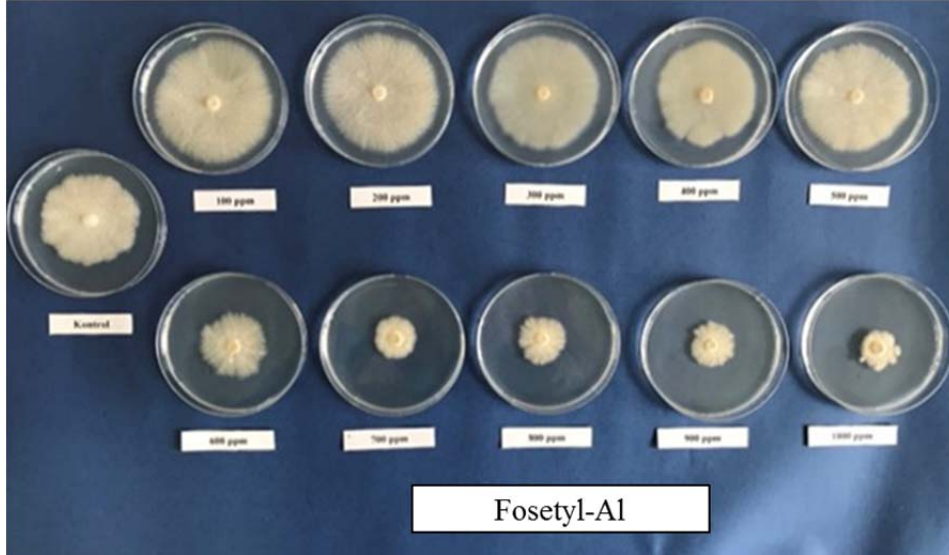
Şekil 4.7. a) Trianum ve T-22 izolatlarının *in vitro*'da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişimi üzerine etkisi b) *Trichoderma* ve FOL hifsel interaksiyon

Bitki aktivatörlerinin *in vitro*'da *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri 0-1000 ppm arasında 10 farklı konsantrasyonda test edilmiştir. Kontrol petrilerindeki ortamlara herhangi bir kimyasal ilave edilmemiştir. Artan bitki aktivatörü konsantrasyonlarında FOL'ün miseliyal gelişmesi Çizelge 4.4.'de verilmektedir. Çizelgeden de görüleceği üzere, bitki aktivatörlerinin *in vitro*'da FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerine etkileri incelendiğinde denemeye alınan 4 aktivatörden messenger, crop-set ve Isr-2000 *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişmesinde 100 ppm kadar düşük bir konsantrasyonda bile kontrole göre bir fark yaratmamışlardır. Bu üç aktivatörün % etkileri arasında da istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p \leq 0.05$). Yalnızca fosetyl-al'in FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerine etkili olduğu görülmüştür. Bu engelleme istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fosetyl-Al konsantrasyon artışına bağlı olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miseliyal gelişmesini engellemiş 700 ppm 'den sonra ise bu engelleme sabit olarak kalmıştır (Çizelge 4.4. ,Şekil 4.8 ve Şekil 4.9).

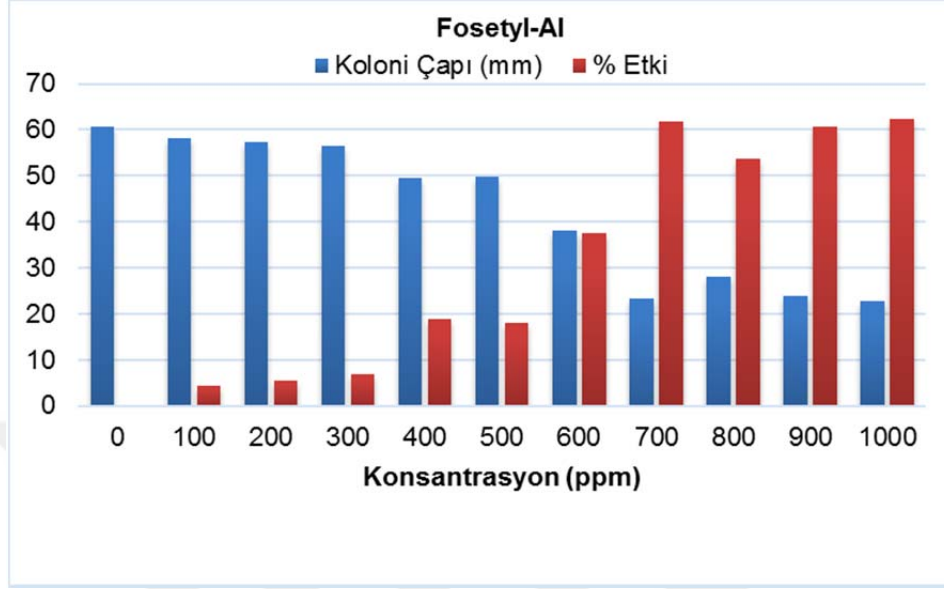
Çizelge 4.4. Bitki aktivatörlerinin FOL'ün miseliyal gelişmesine etkisi

Aktivatör Konsantrasyonu (ppm)	Koloni Çapı (mm)			
	Fosetyl-Al	Messenger	Crop-Set	Isr-2000
0	60,8 d*	60,8 a	60,8 a	60,8 a
100	58,2 d	57,9 a	56,0 a	59,6 a
200	57,4 d	59,1 a	58,3 a	58,1 a
300	56,6 cd	59,0 a	54,9 a	60,5 a
400	49,4 c	59,3 a	58,1 a	59,2 a
500	49,8 c	56,9 a	60,9 a	61,1 a
600	38,0 b	54,8 a	58,4 a	66,6 a
700	23,2 a	53,2 a	58,7 a	64,8 a
800	28,2 a	55,0 a	57,9 a	59,7 a
900	23,9 a	56,2 a	57,9 a	62,4 a
1000	22,9 a	56,6 a	56,7 a	64,1 a

*Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD-0,005).



Şekil 4.8. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan Fosetyl-Al 'in FOL'ün miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 4.9. Fosetyl-Al 'in FOL 'ün miseliyal gelişmesini engelleme oranı (%)

Bugüne kadar yapılmış çalışmalarda bitki aktivatörlerinin fungusların miseliyal gelişmesini engellemede çok fazla etkili olmadıkları belirtilmiştir (Galdeno ve ark. 2010). Denemeye alınan bitki aktivatörlerinden Fosetyl-Al'in bazı fungal hastalıkları önleyici etkisi göze çarpmaktadır.

Williams ve arkadaşları (1977), Fosetyl-Al Oomycetes'in neden olduğu birçok bitki hastalığının etkili bir kontrolü olduğunu bildirmişlerdir. Roberts ve Hutson (1999), ise Fosetyl-Al'in fungusların miseliyal gelişmesini ve spor çimlenmesini engellediğini ifade etmişlerdir. Ortaya konulan bu ifadeler araştırma bulgularını destekler niteliktedir. Bitki aktivatörlerinin direkt olarak patojen üzerine etki etmediği, bitkinin dayanımı aktive eden genlerini uyararak savunma mekanizmasını devreye geçirdiği ve böylece patojenin yayılımını engellediği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Vallad ve Goodman, 2004). Bu yolla doğal savunma sisteminde meydana gelen bu olaya sistemik kazanılmış dayanıklılık [systemic acquired resistance (SAR)] denilmiştir (Kuc,1983). Chester (1933), tarafından rapor edilen bir görüşe göre bitkiler doğal savunma mekanizmasının

uyarılması ile kendilerini patojen saldırılarından koruyabilmektedir Bitkide doğal savunma mekanizmasının ne zaman oluşacağı önceden bilinmediği için dayanıklılığı teşvik edici bitki aktivatörlerinden yararlanılmaktadır (Kunz ve ark,1997).

4.3. Bitki Aktivatörleri, Fungisitler ve Biyolojik Preparatların FOL'ün Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

In vitro denemeler sonrasında fungusitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturması üzerine etkileri serada saksı denemeleri ile belirlenmiştir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Değerlendirme aşamasına gelen denemeden bir görüntü

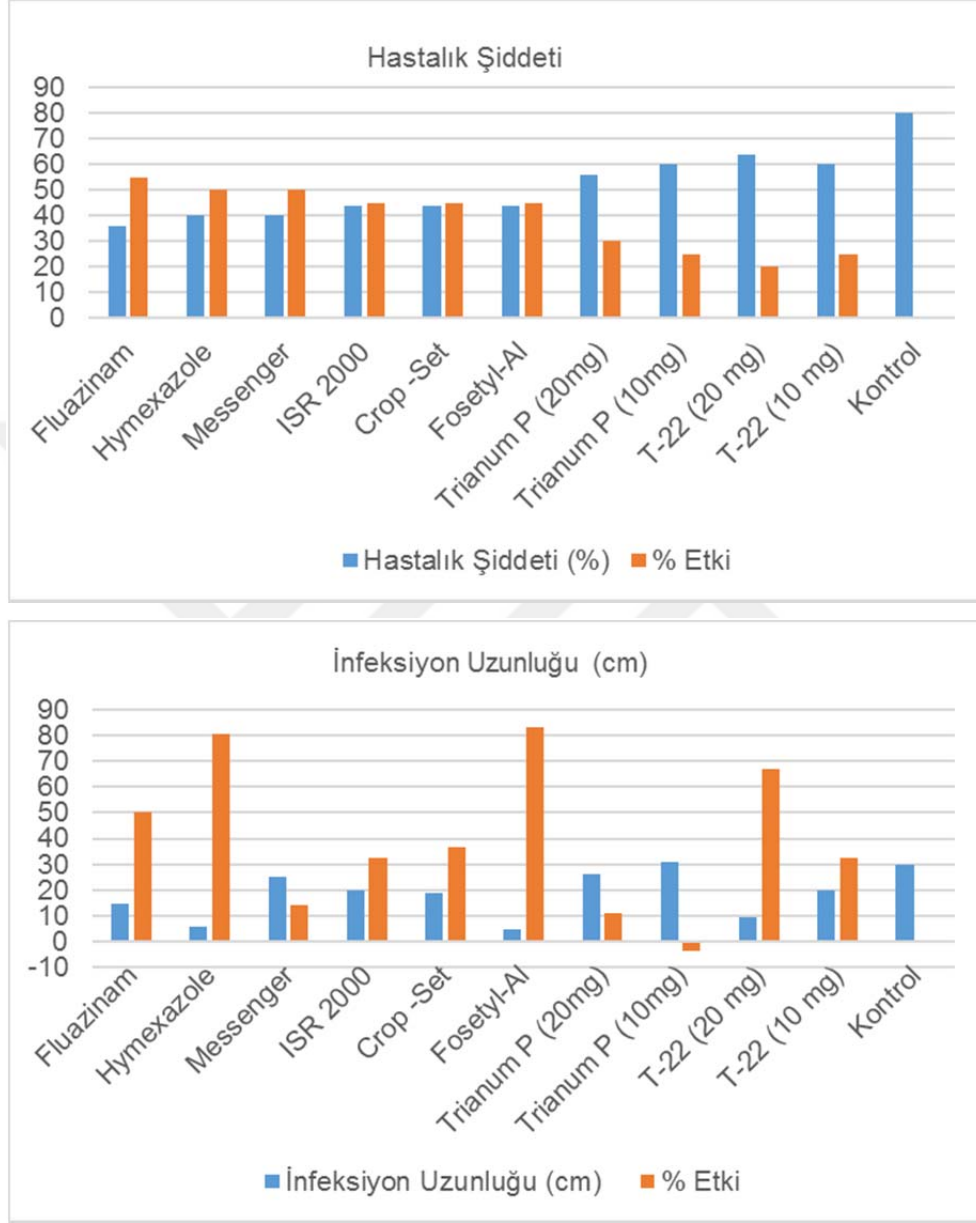
Patojen inokulasyonundan hemen sonra *Trichoderma* preparatları suda süspanse edilip can suyu şeklinde verilmiştir. Patojen inokulasyonundan 1 hafta sonra da can suyu şeklinde iki farklı fungusit ve yeşil aksama püskürtme şeklinde bitki aktivatörleri uygulanmıştır. Tüm uygulamalar 10 gün sonra aynı oranda tekrarlanmıştır ve uygulamalar sonrası hastalık değerlendirmesi iki şekilde

gerçekleştirilmiştir. Bunlardan biri skalaya göre hastalık index değeri üzerinden gerçekleştirilmiş değeri ise patojenin iletim demetlerinde ilerleme hızı ölçülerek yapılmıştır. Solgunluk belirtisine göre yapılan hastalık index değerleri dikkate alındığında her iki fungusit fluazinam ve hymexazole ayrıca aktivatörlerden messenger en düşük hastalık index değerini göstermiştir. Bu uygulamaların hastalığı engelleme oranı % 50 - % 55 arasında olmuştur. Bunu diğer üç aktivatör Isr-2000, crop-set ve fosetyl-al izlemiş bunlarda % 45'lik engelleme oranıyla benzer etki göstermişlerdir. Isr-2000 ve crop-set'in miseliyal gelişmeye etkisi görülmezken bitkide hastalık oluşturması üzerine % 45'lik etkisi olmuştur. Biyolojik preparatlar kontrole göre farklılık gösterse de solgunluk görünümü üzerine etkileri sınırlı kalmıştır. İletim demetlerinde patojenin ilerleme hızını en iyi engelleyen hymexazole ve fosetyl-al olmuştur. Bu uygulamaların etkinliği % 80-% 83 arasında olmuştur. Fluazinam ve T-22'nin 20 mg'lık dozu % 50 ve % 67 etki oranıyla kontrole göre farklı olan ikinci grubu oluşturmuşlardır. Ancak diğer bütün uygulamalar kontrole benzer infeksiyon gelişmesi sonuçlamıştır (Çizelge 4.5. ve Şekil 4.11).

Çizelge 4.5. Fungisit, bitki aktivatörü ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturması üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Hastalık İndeks Değeri	% Etki	İnfeksiyon Uzunluğu (cm)	% Etki
Fluazinam	1,8 a*	55,0	14,8 abc	50,2
Hymexazole	2,0 a	50,0	5,8 a	80,5
Messenger	2,0 a	50,0	25,4 cd	14,5
ISR 2000	2,2 ab	45,0	20,0 bcd	32,7
Crop -Set	2,2 ab	45,0	18,8 bcd	36,7
Fosetyl-Al	2,2 ab	45,0	5,0 a	83,2
Trianium P (20mg)	2,8 bc	30,0	26,4 cd	11,1
Trianium P (10mg)	3,0 c	25,0	30,8 d	-3,7
T-22 (20 mg)	3,2 c	20,0	9,8 ab	67,0
T-22 (10 mg)	3,0 c	25,0	20,0 bcd	32,7
Kontrol	4,0 d		29,7 d	

*Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD-0,005).



Şekil 4.11. Fungisitler, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturmalarını engelleme oranı

Özgönen (2004), fungal hastalıklara karşı bitkide dayanıklılığı teşvik edici kimyasalların, *in vitro*'da patojen gelişmesine etkisi olmasa da, bitkide hastalık oluşumunu azaltmada etkilerinin olduğunu bildirmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Adana ilinde belirlenen domates üretim alanlarında *Fusarium Solgunluğu*'nun yaygın olduğu kanısına varılmıştır. Bununla birlikte Karataş ve Yüreğir ilçelerinde ortalama yaygınlık oranı % 39.45 olarak bulunmuştur. Bu doğrultuda denemeye alınan fungusit, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatlarla solgunluk patojeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycoperci*'nin mücadele olanakları üzerinde çalışmalarda bulunulmuştur.

Fungisit, bitki aktivatörü ve biyolojik preparatların *in vitro*'da FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerine etkileri incelendiğinde, fungusitlerden hymexazole ve fluazinam'ın her ikisi de artan fungusit konsantrasyonlarında patojenin miseliyal gelişmesini engellenmişlerdir. Biyolojik preparatlar; uçucu antibiyotik ve ikili kültür şeklinde uygulanmış ve her ikisi de kontrole göre patojen gelişmesini engellemiş ve karşılaştırıldığında ikili kültürdeki engellenmenin uçucu antibiyotiğe göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bitki aktivatörlerinden messenger, crop-set ve isr-2000 FOL'ün miseliyal gelişmesi üzerinde çok fazla etkili olmadığı yalnızca fosetyl-al artan konsantrasyon artışına bağlı olarak patojenin miseliyal gelişmesi üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fungisit, bitki aktivatörü ve biyolojik preparatların FOL'ün hastalık oluşturması üzerine etkileri incelendiğinde ise her iki fungusit fluazinam ve hymexazole ayrıca aktivatörlerden messenger en düşük hastalık index değerini göstererek *Fusarium Solgunluğu*'nu engellemede başarılı bulunmuştur. Bunu diğer üç aktivatör isr-2000, crop-set ve fosetyl-al izlemiş bunlarda benzer etki oranıyla hastalığı engellemede benzer etki göstermişlerdir. isr-2000 ve crop-set'in miseliyal gelişmeye etkisi görülmezken bitkide hastalık oluşturması üzerine etkisinin olması dikkati çekmiştir. Biyolojik preparatların solgunluk görünümü üzerine etkilerinin sınırlı olduğu görülmüştür.

Araştırma bulguları incelendiğinde kullanılan kimyasallardan hymexazole ve fluazinam'ın gerek FOL'ün miseliyal gelişmesini engellemede gerekse FOL'ün

bitkide hastalık oluşturmamasının önüne geçmede iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Kimyasallar hastalığın kontrolünde her ne kadar hızlı sonuca ulaştıran etkili bir yöntem gibi görünse de sebep olduğu ciddi problemlerden dolayı ilk akla gelen mücadele yöntemi olmamalıdır. Kullanımından dolayı çevreye zararı, ürünlerde ve toprakta kalıntı bırakması ve beraberinde getirdiği insan sağlığına ve canlılara olumsuz etkisi, patojenlerin belirli bir süre sonra kimyasala dayanıklılık kazanması ve üstelik de pahalı olan bu yöntemin azaltılmasında ve alternatif mücadele yöntemlerini değerlendirmekte fayda vardır.

Bitki hastalıklarıyla mücadelede temel öncelik koruyuculuktur. Bitkinin gelişimi için uygun koşulları sağlamak, bitkiyi dayanıklı kılmaya yardımcı olarak enfeksiyon girişini önlemektedir. Benzer bir umut verici yol dayanıklı çeşit seçimidir. Özellikle *Fusarium solgunluğunu* önlemede etkin bir mücadele stratejisidir. Yapılan bu çalışmada *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ile mücadelede bitki aktivatörlerin etkisinin azımsanmayacak kadar önemli olduğu ortaya konmuştur. Bitki aktivatörlerinden özellikle fosetyl-al'in miselyal gelişmeyi ve iletim demetlerinde patojenin ilerleme hızını engelleyici etkisi dikkat çekmektedir. Günümüze kadar araştırmacılar tarafından fosetyl-al'in yukarı yönde yeni sürgün ve yapraklara, aşağı yönde köklere doğru iki yönlü taşıdığı, patojenlerin gelişmesini engelleyen fitoaleksinin artışı sağlayarak bitkiye dayanıklılık özelliği kazandırmasının yanı sıra patojenin spor çimlenmesini engelleyerek koruyucu etki ve miselyal gelişmesini engelleyerek tedavi edici özellikte olduğu bildirilmiştir.

Bitki aktivatörleri avantaj sağladığı pek çok olumlu yönüyle tarımsal savaşta bugüne kadar uygulanan klasik mücadele yöntemlerine yeni bir bakış açısı getirmiştir. Üreticiler tarafından son zamanlarda çokça tercih edilen hastalıklarla mücadele yöntemi içerisinde fosetyl al'in mücadelede etkili bir alternatif olabileceği ve yapılacak yeni çalışmalara yön verici sonuçları olduğu görülmektedir. Fungisitlerle birlikte fosetyl-al uygulamasının hem fungusit etkinliğini arttırması yönünden hem de hastalık oluşumunu engellemesi yönünden

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* ile mücadelede iyi bir potansiyele sahip olabileceği kanısına varılmıştır. Tüm bu araştırmalar ve çalışmanın sonucunda *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı etkili fungusitlerin bilinçli ve kontrollü kullanılması ve beraberinde fosetyl-al ile kombine uygulamalar üzerine detaylı çalışmalara ağırlık verilmesi, *Fusarium* Solgunluğu'na karşı mücadelede olumlu sonuçların elde edilmesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra ticari amaçlı fide üretimi yapılan tesislerde *Trichoderma* preparatları fide harcına karıştırılarak *Trichoderma*'ların gelişen fide köklerini kolonize etmesi sağlanmalıdır. Üreticilerimizin bu şekilde öncesinde *Trichoderma* uygulaması yapılan fideliklerden fidelerini alması ve akabinde dikim sonrası fidelere fosetyl-al uygulaması yapması tavsiye edilmesi yarar sağlayabilecektir. Bu yöntem hem domates üreticilerimize *Fusarium* Solgunluk Hastalığı'na karşı mücadelede biyolojik preparatların bitki aktivatörleri ile desteklenmesi yönünde yeni bir bakış açısı kazandıracak hem de hastalığa karşı daha etkili sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Agrios, G.N., 1988. Plant Pathology, Third edition. Academic Press Inc. New York.
- Akköprü, A., and Demir, S., 2005. Biological Control of Fusarium Wilt in Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria. Journal of Phytopathology, 153:544-550.
- Akköprü, A., Demir, S., Özaktan, H., 2005. Farklı Floresant Pseudomonas (FP) İzolatları ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices*'in Domates'teki Bazı Morfolojik Parametrelere ve Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc) Syd. Et Hans.) Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 15(2): 131-138.
- Anonim, 2018. 2018 yılı Domates Üretim Verileri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. [http: Erişim Tarihi: 03.10.2019](http://erişim tarihi: 03.10.2019)
- Arvdc, 2005. The World Vegetable Center Fact Sheet Publication 05-627 [www.arvdc.org http://203.64.245.61/web_crops/tomato/fusarium.pdf](http://203.64.245.61/web_crops/tomato/fusarium.pdf).
- Asha, B.B., Nayaka, S.C., Shankar, A.C.U., Srinivas, C., Niranjana, S.R., 2011. International Journal of Microbiology Research 32:79-84 ISSN 0975-527.
- Aydın, A., 2005. Domates Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)ye Karşı Kimyasal Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Mezuniyet Tezi.15s.
- Bao, J.R., and Lazarovits, G., 2001. Differential colonization of tomato roots by nonpathogenic and pathogenic *Fusarium oxysporum* may influence Fusarium wilt control. Phytopathology 91:449-456.
- Barari, H., 2016. Moldova'daki Cercetari Agronomisi = Moldavya'daki Agronomik Araştırmalar Cilt:49 Sayı:1 ISSN: 0379-5837 Çevrimiçi ISSN: 2067-1865.

- Bayraktar, K., 1970. Sebze Yetiştirme, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:2. Yayın No:169, 475s. Bornova, İzmir.
- Bohn, G.W, and Tucker, C.M., 1939. Immunity to fusarium wilt in the tomato. Science 89:603–604.
- Booth, C., 1971. The Genus Fusarium. Commonwealth Mycology Institute, Kew, England.237p.
- Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., and Backhouse, D., 1994. Laboratory manual for Fusarium research. 3rd Department of Crop Sciences, University of Sydney, 116–117 pp.
- Burgess, L. W., Knight, T. E., Tesoriiero, L.,and Phan, H. T.,2008. Diagnostic manual for plant diseases in Vietnam, pp. 126-133, ACIAR, Canberra.
- Chand, J.N., 1965. Comparative study of two isolates of *Fusarium oxysporum* formae specialies *lycopersici*. Journal Research Agricultural University, 2: 179-182.
- Chester, K.S., 1933. The problem of acquired physiological immunity in plants. *Univ. Chicago Press*, 8(3):275–324.
- Christopher, J., Raj S., Rani U., Udhayakumar R., 2010. Role of defense enzymes activity in tomato as induced by *Trichoderma virens* against Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f sp. *lycopersici*. Journal of Biopesticides 3(1 Special Issue):158 - 162.
- Chupp, C., Sherf, A.F., 1960. Vegetable Diseases and Their Control. Ronald Press Co. Newyork.
- Çolak, A., ve Biçici, M., 2011. Doğu Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* Spesiyal Formlarının Simptomatolojik Ayrımı ile Solgunluk ve Kök- Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalıklarının Çıkış, Şiddet ve Yaygınlıklarının Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 51(4) :331-345, ISSN 0406-3597.
- Doyle, J.J., and Doyle, J.L., 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. Focus, 12:13-15.

- Duijff, J.B., Pouhair, D., Olivain, C., Alabouvette C., and Lemanceau, P., 1998. Implication of systemic induced resistance in the suppression of fusarium wilt oftomato by *Pseudomonas fluorescens* WCS417r and by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47.
- Duzyaman, E., and Duman, I., 2003. Dried tomato as a new potential in export and domestic market diversification in Turkey, Proceedings of the Eighth International ISHS Symposium on the Processing Tomato, Acta Horticulture, 613,433-436 .
- Ekinci, S., 1972. Özel Sebzeçilik. Ahmet Sait Matbaası, İstanbul.
- Erdal, G., 2006. Tarımsal Ürünlerde Üretim–Fiyat İlişkisinin Koyck Yaklaşımı İle Analizi Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2:21-28.
- FAO, 2017. FAO Resmi İnternet Sitesi Verileri <http://www.fao.org/home/en/> Erişim Tarihi: 03.10.2019.
- Fuchs, J.G., Moenne-Loccoz, Y., Dfago, G., 1997. Non-pathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to Fusarium wilt of tomato.*Plant Dis.*81, 492-496. ISSN 0191-2917.
- Galdeno, D.M.,Guzzo,S.D.,Patricio,F.R.A.,Harakava,R.,2010.Protection of coffee plants against Brown eye spot by acibenzolar-S-methyl and harpin protein. *Pesq.Agropec bras.,Brasilia,Vol.5(7);686-692.*
- Gould, W.A., 1983. Tomato Production, Processing and Quality Evaluation, Avi., Pub. Co., Westport, CO., 445.
- Gülser, E., Tüfenkçi, Ş., ve Demir, S.,2014. Domateste Potasyum, Salisilik Asit ve Humik Asit Uygulamalarının Fide Çıkışı ve Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*) Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, Araştırma Makalesi 24(1):16-22.
- Günay, A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği Cilt II. Meta Basımevi, İzmir.

- Hampton, J.G., Ghazalibiglar, H., Kandula, D.R.W., 2016. Biological control of Fusarium wilt of tomato by Trichoderma isolates Bio-Protection Research Centre ,PO Box 85084 ,Lincon University,New Zeland Plant Protection 69:57-63.
- Hirano, Y., and Arie, T., 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *radicis –lycopersici* and races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Journal of General Plant Pathology, 72:273–283.
- Hwang, S.F., Chang, K.F., and Chakravarty, P., 1992. Effects of vesiculararbuscular mycorrhizal fungi on the development of the Verticillium and Fusarium wilts of alfalfa. Plant Disease. 76 (3):239-243.
- Jones, J.B., Jones. J.P., Stall, R.E., and Zitter, T.A., 1991. Compendium of Tomato Disease. American Phytopathological Society Press, St. Paul, 73.
- Katan, T., Shlevin, E., and Katan, J., 1997. Sporulation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on stem surfaces of tomato plants, and aerial dissemination of inoculum, *Phytopathology*, 87:712-719.
- Komado, H., 1996. Biocontrol of tomato by previous inoculation with nonpathogenic *Fusarium oxysporum* in soilness culture. First International Fusarium Biocontrol Workshop, Bletsville, Oct, 28-31, pp. 35.
- Kuc, J., 1983. Induced systemic resistance in plants to diseases caused by fungi and bacteria. In *The Dynamics of Host Defence* (Eds J.A. Bailey and B.J. Deverall), pp. 191–221. Academic Press, Sydney.
- Kunz W., Schurter R., and Maetzke T., 1997. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. Pesticide Science 50: 275-282.
- Leslie, J.F., and Summerell, B.A., 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Professional, Ames, Iowa, USA, 87-96.
- Li, J.J., 1996. Induction of Resistance of Cotton Plants to Verticillium wilt and of Tomato Plants to Fusarium wilt by 3-Aminobutyric Acid and Methyl Jasmonate. Zeitschrift Fur Pflanzenkrankheiten Und Pflanzenschutz- Journal of Plant Diseases and Protection 103 (3):288-299, ISSN 0340-8159.

- Malhotra, S.K., and Vashistha, R.N., 1993. Genetics of Resistance to Fusarium Wilt Race 1 in Current Tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium*). Indian J. Agric. Sci. 63, 246—347.
- McGrath, D.J., Gillespie, G., Vawdrey, L., 1987. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 in *Lycopersicon pennellii*. Aust. J. Agric. Res. 38, 729—733.
- Mui-Yun, W., 2003. Soil borne Plant Pathogen Class Project, 728.
- Nelson, P.E., Tousson T.A., and Marassas W.F.O., 1983. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. 193p. The Pennsylvania State University Press, University Park and London.
- Nejat, N., K., Sijam, S., N., A., Abdullah, G., Vadamalai, and M., Dickinson, 2009. Molecular characterization of a phytoplasma associated with Coconut Yellow Decline in Malaysia. American Journal of Applied Sciences, 6(7):1331-1340.
- Ojha, S., Chakraborty, M., Chatterjee, N.C., 2012. Influence of salicylic acid and *Glomus fasciculatum* on fusarial wilt of tomato and brinjal. Archives of Phytopathology and Plant Protection Volume 45, Issue 13.
- Overman, A.J., and Jones, J.P., 1977. Efficacy of one stream versus three of a soil fumigant for production of tomato. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 90:407-409.
- Özer, N. And Soran, H., 1991, *Fusarium* Genus and *Fusarium* species isolated from the cultivated plants in Turkey. J. Turk. Phytopath., 20(2-3):69-80
- Özgönen, H., 2004. Biberde kökboğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Lenon)'na karşı mikorizal funguslar, salisilik asit ve DL-β-amino-n-butirik asit ile dayanıklılığın teşvik edilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tez, 122 s.

- Özgönen, H., Biçici, M., ve Erkiliç, A., 2001. The Effect of Salicylic Acid and Endomycorrhizal Fungus *Glomus etunicatum* on Plant Development of Tomatoes and Fusarium Wilt Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Turk J.Agric For, 25:25-29.
- Panteleev, A.A., 1972. Trichoderma in the control of tracheomycoses. Zashchita Rastenii 17(8): 20-21.
- Pena, R.J.H., 2005. Fusarium Wilt of Tomato Caused By *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Race 3 in Baja California Sur, Mexico. Plant Dis., 89:1360.
- Peralta, I.E., and Spooner, D.M., 2005. Morphological characterization and Relationships of Wild Tomatoes. (*Solanum* L. Section *Lycopersicon*) Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, 104: 227-257.
- Ramamoorthy, V., Raguchander, T., and Samiyappan, R., 2002. Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pfl and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant and Soil, 239: 55–68.
- Roberts, T., and Hutson, D., 1999. Metabolic Pathways of Agrochemicals. Part Two, Insecticides and Fungicides. The Royal Society of Chemistry.
- Sarhan, A.R.T., Barna, B., and Kiraly, Y., 1982. Effect of nitrogen nutrition on Fusarium wilt of tomato plants, Annals of Applied Biology Volume 101, Issue 2.
- Sharma, A., Sharma, S., Rajendran, S., Srivastava, A., Kundu, B., 2017. Journal of Bioscience and Bioengineering , Volume 123, Issue 3, page 308-313.
- Sidovich, D.F., and Amini, J., 2010. The Effects of Fungicides on *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* Associated with Fusarium Wilt of Tomato. Journal of Plant Protection Research Vol. 50, No: 2.

- Singh, J., Kumar, V., Srivastava, S., Kumar, A., and Singh, V.P., 2018. *in vitro* Evaluation of *Trichoderma* Species Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Causing Tomato Wilt. *Plant Pathology Journal*, 17: 59-64. ISSN 1812-5387.
- Srivastava, R., Sharma A.K., Khalid A., Singh U.S., 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biological Control* 53 24–31.
- Stevens, M.A., Rick, C.M., 1986. Genetics and Breeding. In: J. G. Atherton, and J. Rudich (eds), *The Tomato Crop*, 35—109. Chapman & Hall Ltd, London.
- Sundaramoorthy, S., ve Balabaskar B., 2013. Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* Vol. 1 (03), pp. 036-040.
- Suleiman, A.S., Gambo, M.S., and Sunusi, M., 2019. An *in vitro* antagonistic effect of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Fudma Journal of Sciences (FJS)* Vol. 3 No. 1, pp 369 -374 ISSN 2616-1370.
- Tigchelaar, E.C., 1986. Tomato Breeding. In *Breeding Vegetable Crops* (M.J. Bassett ed.), pp.135–171. Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu (<http://www.tuik.gov.tr>)
- Vallad, G.E., and Goodman, R.M., 2004. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. *Crop Science* 44, 1920-1934.
- Vibha, Nidhi, 2014. Management Of *Fusarium* Wilt of Tomato By Weeds and Mycoflora Processed Weeds Compost, *The Bioscan, An International Quarterly Journal of Life Sciences* 9(1): 197-202, ISSN 0973-7049.
- Vural, H., Eşiyok, D., ve Duman, İ., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir.

- Walker, J.C., 1971. Fusarium wilt of tomato. Monograph No. 6. St Paul Minnesota, U.S.A. American Phytopathological Society, 1971.
- Watterson, J.C., 1986. Diseases in the tomato crop (J.G. Atherton and J. Rudich, Eds.) Chapman and Hall Ltd, University Press, 443-485, Cambridge.
- Williams, D.J., Beach, B.G.W., Horriere, D., and Marechal, G., 1977. LS 74-783, a new systemic fungicide with activity against Phycomycete diseases. Proc.Br.Crop Prot.Conf.Pest Dis., p.565.
- Woltz, S.S, and Jones, J.P., 1973. Tomato Fusarium wilt control by adjustments in soil fertility: A systematic approach to pathogen starvation. Agr Res Ed Center Bradenton Res Rept GC1973-7, p 4.
- Yıldız, A., ve Döken, T., 2001. Aydın ili Domates Ekim Alanlarında Saptanan Fusarium spp. ve Bazı Domates Çeşitlerinin Bu Etmenlere Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi Üzerinde Çalışmalar. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi 3-8 Eylül, Trakya Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları No: 45 (364-371 s.).
- Yücel, S., 1989. Domates Fusarium solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyd. and Hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşimlerinden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar. Adana Zir. Müc. Araş. Enst. Müd. Araştırma Yayınları Serisi Yayın No: 64, Adana, 108 s.

ÖZGEÇMİŞ

Bircan PUHUR, 1991 yılı Adana doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamlamıştır. 2009 yılında İzmir Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yükseköğrenimine başlamış ve 2014 yılında Bitki Koruma Bölümünden mezun olmuştur. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji alanında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

