

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**AMERİKA DOMATES GENETİK KAYNAKLARI MERKEZİNDEN TEMİN
EDİLEN DOMATES HATLARININ *FUSARIUM* ETMENLERİNE (*Fusarium
oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) KARŞI
DAYANIKLILIK REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

Semra CAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**AMERİKA DOMATES GENETİK KAYNAKLARI MERKEZİNDEN TEMİN
EDİLEN DOMATES HATLARININ *FUSARIUM* ETMENLERİNE (*Fusarium
oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) KARŞI
DAYANIKLILIK REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

Semra CAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2018

ANTALYA

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

**AMERİKA DOMATES GENETİK KAYNAKLARI MERKEZİNDEN TEMİN
EDİLEN DOMATES HATLARININ *FUSARIUM* ETMENLERİNE (*Fusarium
oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) KARŞI
DAYANIKLILIK REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

**Semra CAN
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2017-2659 nolu proje ile desteklenmiştir.**

MAYIS 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AMERİKA DOMATES GENETİK KAYNAKLARI MERKEZİNDEN TEMİN
EDİLEN DOMATES HATLARININ *FUSARIUM* ETMENLERİNE (*Fusarium
oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*)
KARŞI DAYANIKLILIK REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

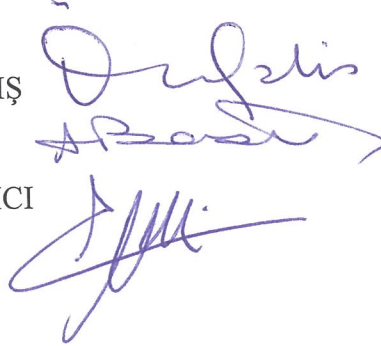
Semra CAN
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 02/05/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğrt. Üyesi Özer ÇALIŞ

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Doç. Dr. Şerife Evrim ARICI



ÖZET

AMERİKA DOMATES GENETİK KAYNAKLARI MERKEZİNDEN TEMİN EDİLEN DOMATES HATLARININ *FUSARIUM* ETMENLERİNE (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) KARŞI DAYANIKLILIK REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ

Semra CAN

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğrt. Üyesi Özer ÇALIŞ

Mayıs 2018; 44 Sayfa

Domates Türkiye’de ve Dünyada en çok üretimi yapılan sebzelerden birisidir. Özellikle Antalya İli kışlık domates üretiminin %60 dan fazlasını tek başına karşılamaktadır. Üretimin yoğun yapıldığı bu alanda domates üretimini sınırlayan çok ciddi hastalık etmenleri bulunmaktadır. Domateste üretimini kısıtlayan önemli hastalık etmenlerinden birisi toprak kökenli *Fusarium* solgunluğu ve kök boğazı çürüklükleri hastalıklarıdır. Bu çalışmanın amacı; domates üretiminde sorun olan virulent *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) etmenlerine karşı Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden (TGRC) temin edilen 20 domates hattının testlenmesi ve bu hatların FOL 14 ve FORL 12 izolatlarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesidir. Patojenisite testlerinde elde edilen bu domates hatlarından sadece LA3473 (*S. lycopersicum*) bitkileri FORL 12 den etkilenerek hastalanmış ve inokulasyondan 21 gün sonra bu hastalıklı bitkiler tamamen ölmüşlerdir. Paralel olarak gerçekleştirilen çalışmalarda test edilen 20 domates hattının FOL 14 hastalık etmeninden etkilenmeyerek dayanıklı oldukları bulunmuştur. Böylece Antalya domates üretim alanlarından izole edilmiş, en virulent 2 *Fusarium* izolatı Uluslararası bilinen 20 domates hattı testlenmiştir. Patojenisite testlerinde bir hat hariç tüm testlenen hatların dayanıklı olduğu bulunmuştur. Gerek bu hatların anaç olarak kullanılmasıyla gerekse sahip oldukları genetik dayanıklılık genlerinin karakterize edilerek ortaya çıkarılmasıyla bu hatlardaki dayanıklılık mekanizmaları *Fusarium* hastalıklarının kontrolünde kullanılabilecektir.

ANAHTAR KELİMELER: Domates, *Fusarium* solgunlukları, Patojenisite testleri, Dayanıklılık

JÜRİ: Dr. Öğrt. Üyesi Özer ÇALIŞ

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Doç. Dr. Şerife Evrim ARICI

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF RESISTANCE REACTIONS OF TOMATO LINES OBTAINED FROM AMERICAN TOMATO GENETICS RESOURCES CENTER TO *FUSARIUM* PATHOGENS (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*)

Semra CAN

M.Sc. Thesis in Plant Protection

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

May 2018, 44 pages

Tomato is one of the most important vegetable in the world and Turkey. Especially Antalya province has been producing more than 60% of winter tomato production alone in Turkey. There are very serious biotic diseases that limit the production of tomatoes in this intensive production area. One of the major diseases that restrict the production of tomato is soil-borne *Fusarium* diseases. The aims of this study were to investigate the effect of virulent *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) and *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) with inoculating 20 tomato lines obtained from Tomato Genetic Resources Center (TGRC) and to determine phenotypic reactions of these lines. From these tested 20 tomato lines, only LA3473 (*S. lycopersicum*) plants were affected by FORL 12 strain and these infected plants completely died 21 days after inoculation in pathogenicity tests. None of the tested 20 lines has been found to be susceptible to FOL 14 isolate in the pathogenicity studies. In this way, it was found that all the tested lines except for LA3473 line were resistant to virulent Turkish FORL 12 and FOL 14 isolates were found Antalya tomato production areas. By using these resistant lines as rootstocks and by characterizing their genetic resistance will be allowed us to control *Fusarium* diseases. For the first time in this study, local *Fusarium* isolates were tested against internationally known tomato lines.

KEYWORDS: Tomato, *Fusarium* wilts, Pathogenicity tests, Resistance

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Assoc. Prof. Dr. Şerife Evrim ARICI

ÖNSÖZ

Domates bitkilerinde *Fusarium* solgunluğu hastalığı önemli ekonomik ürün kayıplarına neden olmaktadır. Domates *Fusarium* solgunluğu hastalığı olarak bilinen bu fungal organizmalar *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) ve *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) olup domateste kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarına neden olmaktadır. Hastalığın kontrolünde en uygun mücadele yöntemi dayanıklı domates çeşitlerinin kullanılmasıdır. Bu proje ile Domates genetik kaynakları merkezinden (Tomato Genetics Resources Center: TGRC, California, ABD) temin edilen domates hatlarının Antalya Merkez ve İlçelerinden izole edilen *Fusarium* solgunluklarına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Konukçu domates bitkileri ile patojen *Fusarium* hastalık etmeni arasındaki ilişkiler patojenisite testleriyle ortaya konmuştur. Böylece yerel *Fusarium* solgunluk izolatlarına karşı uluslararası bilinen bir kaynaktan elde edilen domates bitkileri testlenerek gelecekte dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabilir dayanıklı ve hassas genotipler ortaya konmuştur.

Bu tez çalışmasının tümü Fitopatoloji Anabilim Dalı Bitki Moleküler Mikoloji Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan tüm teknikleri ve gerekli alt yapıyı sağlayan Sayın Dr. Öğretim Üyesi Özer ÇALIŞ hocama göstermiş olduğu destek ve sabrından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmada projeyi destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, çalışma alt yapısını sunan Akdeniz Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Başkanlığına, çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen bölüm arkadaşlarım Gülşen ERBERK'e ve bana yüksek lisans döneminde her türlü desteği esirgemeyen değerli babam Galip CAN'a, annem Hatice CAN'a, ve ablam Sevilay CAN'a yaptıkları tüm fedakârlıklardan dolayı sonsuz teşekkürlerimi bir borç biliyorum.

Saygılarımla,

Semra CAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Domates (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)’in Tarihçesi	1
1.2. Domatesin Ekolojik İstekleri.....	2
1.4. Domateste Fungal Hastalıklar	3
1.5. <i>Fusarium</i> Kökboğazı ve Kök Çürüklüğü	4
1.5.1. Hastalık etmeni	4
1.5.2. Yaygınlığı	5
1.5.3. Belirtileri.....	5
1.5.4. Hastalık döngüsü ve epidemiolojisi.....	7
1.6. Domates Üretiminde <i>Fusarium</i> Karşı Mücadele Yöntemleri	8
2. KAYNAK TARAMASI	10
2.1. Domatesin Orjini ve Önemi	10
2.2. <i>Fusarium</i> Türlerinin Yayılışı ve Zararı	10
2.3. FOL ve FORL	12
2.4. <i>Fusarium</i> Hastalık Etmeniyle Mücadele	15
2.5. <i>Fusarium</i> Türlerine Dayanıklılık.....	16
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Bitki Materyali	17
3.1.1. Bitkilerin yetiştirilmesi	17
3.1.2. Domates çeşitlerinin özellikleri	17
3.2. Çalışmalarda Kullanılan Sıvı Gübre.....	18
3.3. Çalışmalarda Kullanılan Saksılar	18
3.4. Çalışmada Kullanılan Torf	19
3.5. <i>Fusarium</i> İzolatları	20

3.6. <i>Fusarium</i> İzolatlarının Geliştirilmesi	20
3.7. Toprakta <i>Fusarium</i> Yoğunluğunun Belirlenmesi.....	21
3.7.1. İstatistiki analizler.....	21
3.8. <i>Fusarium</i> İzolatlarının Broth Ortamında Yetiştirilmesi	28
3.9. İnokulumların Hazırlanması.....	28
3.10. Bitkilerde Hastalıkların Skorlanması ve Ölçümlenmesi	29
3.11. Hasta Bitkilerden <i>Fusarium oxysporum</i> 'un Tekrar İzolasyonu	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. Patojenisite Testleri	31
4.2. Toprakta <i>Fusarium</i> Yoğunluğu	35
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇLAR	38
7. KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden Temin Edilen Domates Hatlarının *Fusarium* Solgunluk Etmenlerine (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

02/05/2018

Semra CAN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C : Santigrat Derece

% : Yüzde

µl : Mikro litre

ml : Mili litre

Kısaltmalar

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AÜ : Akdeniz Üniversitesi

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

FOL : *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

FORL : *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*

FW : *Fusarium wilt*

MTA : Maden Tetkik Arama

PDA : Patates Dekstroz Agar

PDB : Patates Dekstroz Broth

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

vd : ve diğerleri

sp. : Türleri

CDA : Czapex Dox agar

MAS : Marker Assisted Selection (Markör Destekli Islah)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Domatesin dünya'ya yayılış yolları (Anonymous 2014).....	2
Şekil 1.2. Domates bitkisinde a); b) <i>Fusarium</i> solgunluğu belirtisi c) İletim demeti kahverengileşmesi d) FORL 12 'nin kök ve kök boğazında oluşturduğu lezyonlar.....	6
Şekil 1.3. a) Mycelium; b) Mikrokonidospor; c) Makrokonidospor; d) Klamidospor	7
Şekil 3.1. a) 1 no'lu çimlendirme saksıları b) 4 no'lu deneme saksıları	19
Şekil 3.2. a); b) FOL 14 ırk 2 c); d) FORL 12 misel gelişiminin görünümü	21
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan domates hatlarının görünümleri	24
Şekil 3.4. Patates Dekstroz Broth ortamında a) FORL 12 b) FOL14'ün görünümü.....	28
Şekil 4.1. FORL 12 ile inokule edilen LA3473 domates hattın görünümü	33
Şekil 4.2. LA3473 bitkisi köklerinden tekrar izole edilen FORL 12 nin görünümü	33
Şekil 4.3. a) FORL 12 b) FOL 14 görüntüsü.....	34
Şekil 4.4. Hazera 5656 F1 bitkilerinde a) FORL 12 b) FOL 14 belirtisi	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Domatesin Bilimsel Sınıflandırması (http://hort.uconn.edu/search.php)	1
Çizelge 3.1. Köklere uygulanan sıvı gübrenin özellikleri.....	18
Çizelge 3.2. Torfun kimyasal özellikleri.....	19
Çizelge 3.3. <i>Fusarium</i> izolatları ve lokasyonları	20
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan domates hatlarının özellikleri.....	22
Çizelge 3.4'ün devamı	23
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan domates hatlarının özellikler.....	25
Çizelge 3.6. Domates hatlarının sahip olduğu genler ve özellikleri	26
Çizelge 3.6'nın devamı	27
Çizelge 3.7. FOL için 0-4 skalası.....	29
Çizelge 3.8. FORL için 0-4 skalası.....	29
Çizelge 4.1. FORL 12 ile inokule edilen bitkilerdeki hastalık gelişimlerinin 0-4 skalasına göre değerlendirilmesi.	31
Çizelge 4.2. FOL 14 ırk 2 ile inokule edilen bitkilerdeki hastalık gelişimlerinin 0-4 skalasına göre değerlendirilmesi	32
Çizelge 4.3. FORL 12 ve FOL 14 ile inokulasyonlarından 14 gün sonra 1 gram toprakta bulunan spor sayıları	35

1. GİRİŞ

Domatesin anavatanı Güney Amerika'da Büyük Okyanus boyunca uzanan And dağları yani Peru ve civarıdır. Orta çağda Avrupa'ya getirilen domatese çok az kimse rağbet etmiş, meyvesini zehirli bir bitki sanarak bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirmeye başlamışlardır. Daha sonraki yıllarda bunun çok faydalı bir sebze olduğu anlaşıl原因 yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır. Ülkemizde domates yetiştiriciliği ise 1900'lü yıllarda Adana'da başlamıştır (Yoksuloğlu 2001).

Domates dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması bakımından önemlidir. Domates dünyada birçok ülkede yetiştirilmekle birlikte, Türkiye uygun iklim koşulları nedeniyle domates üretiminde önemli ülkelerden biridir. Günümüzde domates üretimi her geçen gün artmaktadır. Bu önemli sebzenin bilimsel olarak sınıflandırılması Çizelge 1.1'de verilmiştir.

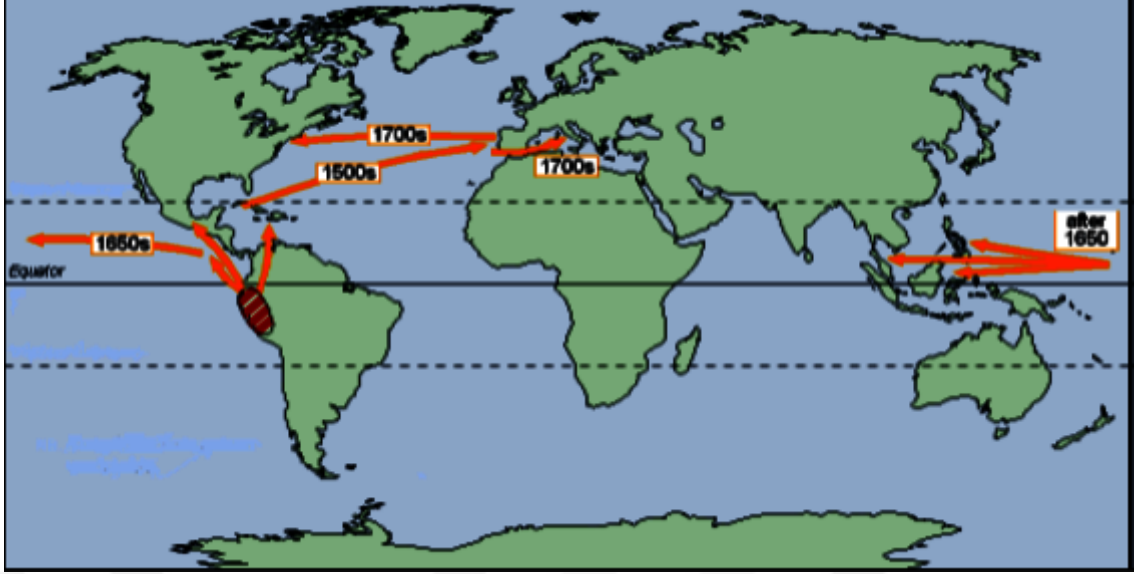
Çizelge 1.1. Domatesin Bilimsel Sınıflandırması (<http://hort.uconn.edu/search.php>)

Alem	: <i>Plantae</i> (Bitkiler)
Bölüm	: <i>Magnoliophyta</i> (Kapalı tohumlular)
Sınıf	: <i>Magnoliopsida</i> (İki çenekliler)
Altsınıf	: <i>Asteridae</i>
Takım	: <i>Solanales</i>
Familya	: <i>Solanaceae</i> (Patlıcangiller)
Cins	: <i>Solanum</i>
Tür	: <i>Solanum lycopersicum</i>

1.1. Domates (*Solanum lycopersicum* L.)'in Tarihçesi

Domatesin ilk kez kültüre alındığı ve tarımının Meksika veya Peru'da yaşayan yerli kabileler tarafından Güney Amerika'da yapıldığı bilinmektedir. Aztek dilinden kökenini alan 'xitomate' veya 'zitotomate' kelimelerinden geliştirilen ismi ile birlikte 16. yüzyılda Avrupa'ya, 18. yüzyılda buradan Kuzey Amerika'ya getirildiği (Şekil 1.1), daha sonra da tüm dünya üzerine yayıldığı kabul edilmektedir (Gould 1983; Anonymous 2014). Günümüzde, taze ve işlenmiş olarak tüketilen yüzlerce farklı özellik ve tipte domates çeşidi tüm dünyada yetiştirilmektedir. Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünya çapında büyük miktarlarda yetiştiriciliği yapılan, patatesten sonra miktar olarak en çok yetiştirilen *Solanaceae* familyasına ait bir sebze türüdür (Peralta ve Spooner 2005).

Domatesin çok sayıda yabani ve kültüre alınmış uzak akrabaları hala Galapagos Adalarında olduğu kadar Peru'da, And Dağlarında (Rick 1973; Taylor 1986), ayrıca Ekvator ve Bolivya'ya uzanan dar bir bölgede bulunabilmektedir. Kültür domatesinin bu yabani akrabaları, deniz seviyesinden yüksekliğe bağlı olarak ve aynı zamanda enlem derecesinden de etkilenecek, geniş bir çeşitlilik (varyabilite) göstermekte ve türlerin gelişimi için, neredeyse hiç tükenmeyecek nitelikte değerli bir gen havuzu sunmaktadır (Rick ve Holle 1990; Rosello vd. 1996; Peralta ve Spooner 2005).



Şekil 1.1. Domatesin dünya'ya yayılış yolları (Anonymous 2014)

1.2. Domatesin Ekolojik İstekleri

Domates ılık ve sıcak iklim bitkisidir. Güneşli sıcak iklimlerde domates meyveleri şekerce zengin, renkleri koyu ve olgun olmaktadır. Domates yaz mevsimi serin ve çok bulutlu geçen yerlerde tam olgunlaşamaz. Bitkiler $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ölebilirler. Bundan dolayı ilkbaharda don tarihleri geçmeden fideler dışarıya çıkartılmamalıdır. Fidelerin yetiştirildiği dönemde en uygun sıcaklıklar gündüz $18\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$, gece $13\text{--}14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Kök gelişimi için ise toprak sıcaklığının $12\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde olması gereklidir (Abak vd. 2000). Bu dönemde gece sıcaklığının düşük olması erkencilik açısından sakıncalıdır. Domates en iyi gelişimini $15\text{--}28\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıklarda gösterir. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda da bitki gelişmesi devam eder fakat dölleme gerçekleşmez; çiçekleri dökülür, çekirdeksiz küçük meyveler meydana gelmez. Gece-gündüz sıcaklıkları arasındaki fark olgunlaşan meyvede renk maddeleri oluşumunu sağlamakta hem de meyve bağlamayı olumlu yönde etkilemektedir. Domatesin büyüme döneminde yüksek nem olumlu etki yaparken, meyve olgunlaşması döneminde ise hastalık ve zararlıların artmasına yol açar. *Lycopersicon* cinsinde büyük genetik varyabilite zenginliği vardır. Domates çok değişik çevre koşullarına kullanımlara adaptasyon gösterme özelliğindedir. Tüm bu hususlar domates çeşitlerinin geliştirilmesine yansımaktadır (Tigchelaar 1986). Bununla birlikte domatesin özellikle ekstrem sıcaklıklar, tuzluluk, kuraklık, çevre kirliliği gibi birçok çevresel stres koşullarına hassas olduğu bilinen bir gerçektir. Genellikle sıcaklıklar $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi aşınca tohumun çimlenmesi, fide gelişimi, meyve tutumu ve olgunlaşması olumsuz yönde etkilenmektedir (Kaloo 1988).

Domates kumlu topraklardan ağır killi topraklara kadar her tip toprakta yetiştirilebilmektedir. Ancak en iyi sonucun organik madde ve besin maddelerince zengin, su tutma gücü yüksek, tınlı topraklardan alındığı bildirilmiştir (Şeniz 1992).

1.3. Dünyada ve Ülkemizde Domates Yetiştiriciliği

Domates yetiştiriciliği dünyanın farklı bölgelerinde yapılmakta olup en çok üretim yapan 5 ülke sırasıyla; Çin (56.308.914 ton), Hindistan (18.399.000 ton), Amerika Birleşik Devletleri (13.038.410 ton), Türkiye (12.600.000 ton) ve Mısır (7.943.285 ton)'dır (FAO 2016). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre Türkiye yukarıdaki istatistiki bilgilerden anlaşılacağı gibi domates üretiminde yıllara göre değişmekle birlikte üretimde ilk 5 ülke içerisinde yer almaktadır (FAO 2016).

Türkiye'de domates üretimi özel bir yere sahiptir. Açıkta ve seralarda yapılan domates üretimi ticari olarak her yıl artarak devam etmektedir. Türkiye'de 188.270 ha alanda 12.600.000 ton domates üretilmektedir (FAO 2016). Domates üretimi ülkemizde en fazla Akdeniz Bölgesinde (2.796.266 ton), il olarak ise Antalya'da (2.230.841 ton) yapılmaktadır (TÜİK 2016). Türkiye'de cam sera üretimi 736.731 ton plastik sera üretimi 2.869.275 ton olarak kayıtlara geçmiştir (TÜİK 2017).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizde toplamda 27.578.234 ton sebze yetiştirilmektedir. Bu sebzelerin 12.615.000 tonluk kısmını domates oluşturmaktadır. Yetiştirilen ve istatistiki verileri tutulan 441.525 ton domatesten üretim kaybı olarak kayıtlara geçmiştir (TÜİK 2015).

1.4. Domateste Fungal Hastalıklar

Tarım ürünlerinde olduğu gibi açık ve kapalı alanlarda yetiştirilen domates bitkisi birçok hastalığın tehditi altındadır. Bitkilerin hastalanması ve dolayısıyla bitki hastalık epidemilerinin gelişimi ekolojik koşullarla sıkı sıkıya ilgilidir. Bu nedenle bir bitki hastalığının oluşması için patojen ve konukçu faktörlerinin yanında özellikle sıcaklık, ıslaklık, nispi nem, pH, besin durumu, rüzgâr, ışık, o çevrede bulunan diğer organizmalar hep belirleyici unsurlardır. Tüm bu etken koşulların uygun olması durumunda bitki hastalığı gelişebilecektir. Bitki hastalığının ortaya çıkması durumunda onun zaman ve mekan içerisinde artış kaydetmesi yine ekolojik koşulların el vermesine bağlıdır. Bu hastalık artışının ekolojik koşullar paralelinde devam etmeyip durması da olasıdır (Agrios 1997).

Fungal hastalıkların neden olduğu kayıplar çok ciddi boyutlara ulaşabildiğinden, açık alanlarda yetiştiriciliği yapılan domateslerde fungal hastalıkların önemi büyüktür. Bu hastalıklar arasında kök çürüklüğü, *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluğu, gri küf, beyaz çürüklük, erken yaprak yanıklığı, yaprak küf, mildiyö ve külleme hastalıkları yer almaktadır. Fungal hastalıklar tüm dünyada üretilen ürünlerde her yıl ortalama %14 civarında verim kaybına neden olmaktadır (Agarwal ve Sinclair 1987; Agrios 1997). Bu hastalıklar ayrıca sebze yetiştirilen dünyanın diğer alanları için de önemli biyotik (canlı) hastalık etmenleridir (Gullino 1995; Jarvis 1992; Malathrakis 1995).

Fusarium solgunluğu (FW) *Fusarium oxysporum* Schlechtend fungal etmeninin neden olduğu domateste ciddi kayıplara neden olabilen bir hastalıktır. Hastalık etmeni patojenin iki farklı formu vardır, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (W. C Snyder & H. N Hans) vasküler solgunluğa ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (W. R Jarvis & Shoemaker), taç ve kök çürümeye neden olur. Bu patojenlerin ikisi de toprak kaynaklıdır ve domates yetiştiriciliği yapılan alanların çoğunda görülür (Agrios 2005).

1.5. *Fusarium* Kökboğazı ve Kök Çürüklüğü

Fusarium türleri, dünyada Antartika kıtası hariç tundra, çöl, tropik ve subtropik iklime adapte olabilen çok geniş iklimlerde yetiştirilen bitkilerde hastalıklar oluşturmaktadırlar. *Fusarium* türleri birçok kültür bitkisinde patojenik olabildiği gibi fillosfer ve rizosferde de saprofitik yaşam sürdürebilmektedirler. Toprakta saprofit olarak çok fazla sayıda *Fusarium* türünün yaşadığı bildirilmiştir (Gordon ve Martyn 1997).

Fusarium oxysporum türleri toprakta bulunan lignin ve karbonhidratı parçalayarak saprofit olarak yaşama yeteneğine sahip olan yaygın toprak funguslarıdır (Kistler 2001). Bunlar bitki köklerine kolonize olarak endofitik bir yaşam sürmektedirler. Bu şekilde bir yaşamın bitkiyi hastalıklara karşı koruduğu da düşünülmektedir. Bunların büyük bir çoğunluğu faydalı bitki endofiti veya toprak saprofiti olmasına karşın, birçok türü de bitkilere patojenik özellikte olabilmektedir. *F. oxysporum*'ların patojenik türleri 100 yıldan fazla zamandır çalışılmaktadır. Bu fungusların çok geniş konukçu spektrumuna sahip olduğu (hayvanlar, böcekler, insanlar ve bitkiler), ancak bitkilerde hastalığa sebep olan türlerinin, genellikle dar bir konukçu dizisini hastalandırabildiği belirtilmiş ve bu gözlemlerin sonucunda, *F. oxysporum*'ların konukçuya özelleştiği "special form: özel form" veya "formae speciales: bitki türüne özelleşmiş" alt-türleri bildirilmiştir. Bitki paraziti fungusların özel konukçularında hastalık oluşturma yeteneği, morfolojik bir bakış açısından çok fizyolojik bir bakış açısı olarak karakterize edilmektedir (Booth 1971; Nelson vd. 1994; Kistler 2001).

Fusarium solgunluk hastalığına neden olan yapısal olarak birbirine çok benzeyen iki *Fusarium* ırkı bulunmaktadır. Bu ırklar aynı konukçu üzerinde hastalık oluşturduğu için *Fusarium oxysporum* forma specialis (f.sp) olarak nitelenmektedir.

1.5.1. Hastalık etmeni

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* (FOL), toprak kökenli bitki patojeni olup Hyphomycetes sınıfı bir fungustur. Domateste oluşturduğu *Fusarium solgunluğu* (wilt) belirtisi ile bilinen hastalık ilk defa 1895 yılında İngiltere'de tanımlanmıştır. Günümüzde Dünya genelinde en az 32 ülkede varlığı ve yaptığı hastalık simptomları tanımlanmıştır. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) özellikle sıcak iklime sahip alanlarda sıklıkla büyük ürün kayıplarına neden olmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde tek bir üretim sezonunda Florida ve diğer güney eyaletlerde tüm domates üretimini yok ettiği bilinmektedir (Agrios 2007).

Fusarium oxysporum f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL), birçok bitki türünün rizosfer bölgesinde ortaya çıkan necrotrofik bir fungustur. Patojen geniş bir konukçu bitki türüne sahiptir. Aynı konukçu türündeki izolatlar, f.sp. olarak adlandırılmıştır. Domates' te *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) olarak adlandırılan iki alt tür bulunmaktadır. Hastalığa dair ilk kayıtlar, Japonya ve California' da gerçekleştirilmiştir. FORL' un neden olduğu kökboğazı ve kök çürüklüğü, domatesin en yıkıcı hastalıklarından birisidir. FORL' un fizyolojik ırkları bildirilmemesine karşın FORL içindeki yüksek düzeydeki genetik

faktörün göstergesi olan 9 vejetatif uyum grupları (VCGS) kaydedilmiştir. Bu gruplar, Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Akdeniz Bölgesi'nden elde edilmiş izolatlarda tanımlanmıştır. FORL, FOL' e göre daha geniş bir konukçu dizisine sahiptir. Bunlar; *Lycopersicum* spp., *Capsicum frutescens* L., *Solanum melongena* L., *Arachis hypogea* L., *Astragalus glycyphyllos* L., *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Trifolium* spp., *Vicia fabae*, *Cucumis* spp., *Beta vulgaris* ve *Spinacia oleracea* gibi bitkilerdir (Kurt 2016).

1.5.2. Yaygınlığı

Fungal FOL etmeninin bilinen 3 tane fizyolojik ırkı bulunmaktadır. Irk 1 tüm coğrafik alanlarda bulunur. Irk 2 1940'lı yıllarda Ohio'da tanımlanmış olup 1961 yılında Florida eyaletinde ekonomik yıkıma neden olmuş, sonrasında ise ABD'nin diğer eyalet ve ülkelerde tanımlanmıştır. Irk 3 ise 1966 yılında Brezilya'da ilk defa tanımlanmış ve sonrasında ABD'de Kaliforniya ve Florida eyaletlerinde ve Avusturalya'da bulunmuştur (Anonim 2014).

1.5.3. Belirtileri

Hastalıktan etkilenen alt yapraklarda sararmalar başlar ve yaprak hemen düşer. Belirtiler bitkinin gövdesinde ya da yapraklarında tek taraflı olarak görülür. Sararan yapraklarda solgunluk ve ölümler gerçekleşir. Hastalanan kökler ve yan kökler siyah bir renk alarak çürürler. Hastalıktan etkilenen bitkiler bir an önce generatif döneme geçerler ve bu bitkiler cüce kalır ya da hiç meyve vermeyebilirler. Eğer ana gövde kesilirse gövde boyunca koyu kahverengi bir çizginin uzandığı görülür. Bu kahverengi çizgi gövdeden çiçeğin taç yaprağına kadar tüm iletim sisteminin etkelediği anlaşılır (Agrios 2005).

Fusarium oxysporium f.sp. *Iycopersici* domateste solgunluk meydana getiren önemli bir fungal etmendir. Fide devresinde hastalık belirtisi ilk önce solgunluk olarak kendini gösterir ve daha sonra fideler ölebilir. Yaşlı bitkilerde oluşturduğu belirtiler ise yaprak damarlarının açılması, bitkilerin bodurlaşması, alt yapraklarının sararması, adventif kök (yan kök) oluşumu, yaprak ve dalların solması ve yaprak kenarlarında nekrozların oluşumu şeklindedir. Daha yaşlı bitkilerde ise ilk belirtiler yaşlı yaprakların sararması ile başlar. Bu tür belirtiler sıklıkla bitkide tek bir yönde görülür ve günün en sıcak saatlerinde solgunluk oluşur. Solgunluk, bitki devrilip ölünceye kadar devam eder. Meyve enfeksiyonlarına ender rastlanır ve meyve içindeki iletim dokusundaki renk değişikliği ile belirlenebilir. Köklerdeki belirtiler ise özellikle yan köklerin siyah bir renk alması, daha sonra çürümesi şeklindedir. Köklerin ölmesinden dolayı bitkiler sararır ve solar. Bitkilerin toprak yüzeyine yakın gövdesinden enine kesit alındığında iletim demetlerinde kahverengi halka görülür. Bu renk değişimi gövdenin üst kısımlarına kadar ilerler (Jones vd. 1991).



Şekil 1.2. Domates bitkisinde **a); b)** *Fusarium* solgunluğu belirtisi **c)** İletim demeti kahverengileşmesi **d)** FORL 12 'nin kök ve kök boğazında oluşturduğu lezyonlar

Fusarium solgunluğuna neden olan FOL ile karşılaştırıldığında FORL, bitkinin iletim borularında daha az kahverengileşmeye neden olmaktadır. Daha sonra toprak seviyesinin 20-30 cm üzerinde kahverengi çizgilere yol açmaktadır. Çürümüş yan köklerin dip kısımlarındaki yuvarlak, kahverengi lezyonlar hastalığın tipik belirtisidir. Enfekteli bölgenin üzerinde adventif köklerin anormal gelişimleri ortaya çıkabilir. Fungus, ölü ve kuruyan bitkiler üzerindeki nekrotik gövde lezyonlarında beyaz miselyum ve sarı-portakal rengi sporlar oluşturur.

Topraksız kültürlerde birincil enfeksiyon kaynakları, hava yolu ile taşınan mikrokonidilerdir. Hastalık serin topraklarda hızla gelişir. Yüksek substrat ve sıcaklıklarında hastalığın belirtileri görülmez. Buna karşılık doku kahverengileşmesinin nedeni olarak kabul edilir Patojen, yeni domates üretim alanlarına hastalıkla bulaşık tohumlar, bulaşık toprak veya kompost yolu ile yapılabilmektedir Enfekteli bitkiler solarak ölür veya zayıf gelişme gösterilebilir. Bu gibi bitkiler daha zayıf ve kalitesiz meyve oluştururlar. Ölü dokular üzerinde fungusun pembe yapıları ortaya çıkar. Patojen kurak topraklarda hızla gelişir. Oysaki değişik saprofit organizmalar tarafından kuşatılmış topraklarda patojen, pratik olarak riske sahip değildir. Enfekteli bitkiler,

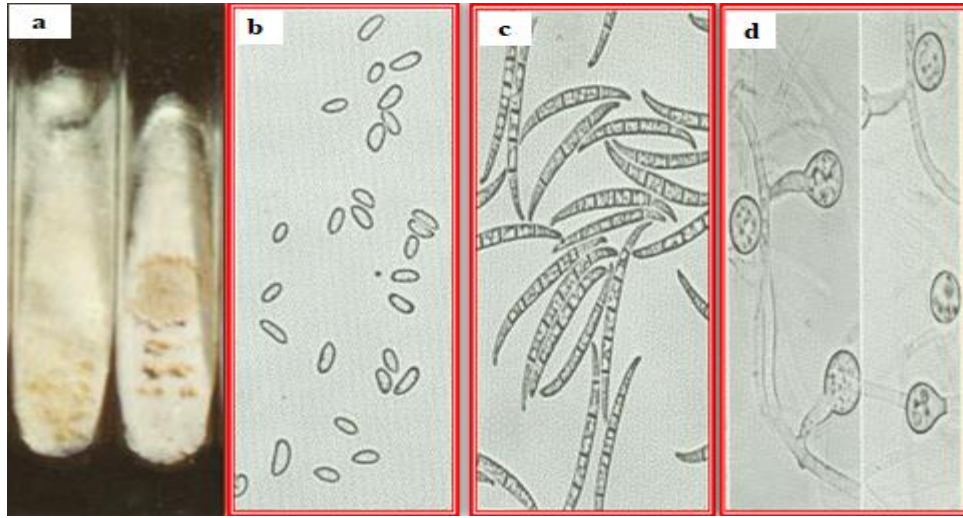
hanımeli çiçeği kokusu yayarlar. Hastalanan kökler, ikincil kökler tarafından kolonize edilebilirler.

1.5.4. Hastalık döngüsü ve epidemiolojisi

Fusarium solgunluğu, asit, kumlu topraklarda çok yaygın olarak görülen bir sıcak hava hastalığıdır. Patojen toprak kaynaklıdır ve on yıla kadar istila edilmiş topraklarda kalır. 28 °C'lik toprak ve hava sıcaklıkları hastalık için optimumdur. Çok sıcak (34 °C) veya çok soğuk (17-20 °C) topraklar solgunluk gelişimini geciktirir. Toprak sıcaklıkları optimum ise ancak hava sıcaklıkları optimumun altındaysa, patojen gövdenin alt kısımlarına uzanacaktır, ancak bitkiler dış belirtiler göstermeyecektir. Genel olarak, solgunluk gelişimini destekleyen faktörler şunlardır: 28 °C'lik toprak ve hava sıcaklıkları, bitki büyümesi için toprak nemi, düşük azot ve fosfor ve yüksek potasyum, düşük toprak pH'sı, kısa gün uzunluğu ve düşük ışık yoğunluğu ile ön koşullu bitkiler. Patojenin virülansı, mikrobeyinler, fosfor ve amonyum nitrojen ile artırılır ve nitrat nitrojen ile azalır. Patojen, bitkiye kökler boyunca girer ve daha sonra bitki boyunca vasküler sistem tarafından yayılır.

Patojenin yayılması, tohumlar, domates yığınları, toprak ve enfekte transplantlar veya nakillere yapışan istila edilmiş topraklardır. Patojen tohum ve transplantlar yoluyla uzun mesafe yayılabilir. Yerel yayılım, nakiller, domates yığınları, rüzgarlı ve suyla taşınan istila edilmiş topraklar ve tarım makineleridir (Anonymous 2003).

Etmen, makrokonidospor, mikrokonidospor ve klamidosporlar meydana getirmektedir. Nekrotik doku üzerinde bol miktarda oluşan mikrokonidiler, hava akımı yolu ile yayılır ve fumigantlar gibi geniş spektrumlu biyositler ve ısı ile steril edilmiş toprağı, kolayca yeniden kolonize edebilirler. Klamidosporlar, kalın duvarlı olup, birden fazla yetiştirme döneminde toprakta ve bitki artıklarında canlılığını sürdürebilir. (Anonymous 2003).



Şekil 1.3. a) Mycelium; b) Mikrokonidospor; c) Makrokonidospor; d) Klamidospor

1.6. Domates Üretiminde *Fusarium* Karşı Mücadele Yöntemleri

Fusarium kök çürüklüğüne karşı mücadelede, domateste bu hastalığa karşı henüz etkili bir savaş yöntemi bulunmamaktadır. Bitkilerin mümkün olduğunca uzun süre dayanabilmesi için; eski nekroze olmuş köklerin yerine geçebilecek yeni köklerin oluşabilmesi için bitkilere boğaz doldurması yapılmalıdır. Topraksız kültürde (torf veya volkanik tuf+torf) daha fazla kök elde etmek için kök boğazına biraz torf çekilmelidir. Sistemik etkili kökenli fungusit uygulamaları bitki köklerine lokal sulama ile veya gübre uygulama sistemleri ile verilebilir. Ancak uygulamanın etkili olup olmadığı şüphelidir; zira *Fusarium*'un ırkları bu sistemik fungusitlere karşı birkaç uygulamadan sonra dayanıklı hale geçmektedirler. Üstelik bu ilaçlar kaya yünü üzerinde bazı fitotoksiste riskini taşımaktadır. Ölen bitkilerin, bilhassa kök sistemleri ve kök boğazları düzenli olarak imha edilmeli çünkü fungus kök sistemi ve kök boğazı üzerinde aşırı düzeyde spor üretmektedir (Anonymous 1991; Blancard 1994).

Hastalık genel olarak dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıyla kontrol altına alınabilmektedir. Irk 1 ve 2'ye karşı hem poligenik hem de monogenik genler dayanıklılığı sağlamaktadır. Irk 3'e karşı son zamanlarda monogenik dayanıklı domatesler geliştirilmiştir. Toprağa fumigant uygulamaları ya da solarizasyon hastalığın kontrolünde etkili iki yöntemdir. Toprak pH sınırı 6,5-7,0'ye çıkarılması uygulamaları da hastalığı kontrol altına alabilmektedir (Agrios 2007).

Günümüzde *Fusarium* hastalıklarına dayanıklı domates çeşitleri yurt dışından getirilmektedir. Ancak yurtdışındaki *Fusarium* izolatlarına karşı dayanıklılığı bilinen bu domatesler Türkiye'deki *Fusarium* izolatlarına karşı aynı dayanıklılığı sağlayamamaktadırlar.

Fungisitler fungal hastalıklarının mücadelesinde ümit verici olmalarına karşın, fitotoksiste, çevre kirliliği ve insan sağlığına zararlı etkileri nedeniyle problem oluşturmaktadırlar (Ramamoorthy vd. 2002). Hastalığa sebep olan etmenlerden *Pythium* spp.'nin fungusitlere karşı dayanıklılık geliştirmesi hastalık kontrolünde fungusit kullanımını sınırlamaktadır (Whipps ve Lumsden 1991). Bu hastalığa karşı kullanılan fungusitler hastalığı oluşturan etmenlerin hepsine karşı etkili olamayabilmektedir. Güneş enerjisiyle toprak sterilizasyonu, sıcak iklim koşulları altında başarılı olmasına karşın serin iklim koşulları için pratik olmamaktadır. Hastalıkla mücadelede hızlı bir tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin olması ve bitkide bağışıklığın kazandırılması ile ileri dönem hastalıklarına karşı da koruma sağlanması yönünden önemlidir (Aşkın 2008).

Fusarium hastalıklarına karşı açıkta ve seralarda kullanılabilen, çevre dostu, güvenilir yöntemlere, genetik olarak dayanıklı domates çeşitlerinin kullanılmasıdır ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden (Tomato Genetics Resources Center, California, ABD) temin edilen domates hatlarının

Fusarium hastalıklarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi, konukçu domates bitkileri ile patojen *Fusarium* ırkları arasındaki ilişkilerin bulunması hedeflenmiştir. Böylece Uluslararası kabul edilen genetik bir kaynaktan sağlanmış domates hatlarına karşı Antalya sera domates alanlarından izole edilmiş en virulent (saldırgan) *Fusarium* izolatları testlenebilecektir. *Fusarium* solgunluklarına karşı genetik olarak dayanıklı bitkilerin varlığı ortaya konabilecektir. *Fusarium* solgunluk etmenlerine karşı yeni dayanıklı domates hatlarının ortaya konulmasıyla gelecekte bu *Fusarium* izolatlarına karşı etkili ve tam mücadele yapılabilecektir.

Bu çeşitlerin anaç olarak kullanılması ya da bunlardaki dayanıklılık özelliklerinin kültür domateslerine aktarılmasıyla bu toprak kökenli fungal hastalık etmeninin kontrolü mümkün hale gelecektir.



2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Domatesin Orjini ve Önemi

Domatesin kaynağı Orta ve Güney Amerika'dır. 16 yüzyılda domatesin Avrupa'ya taşındığı Meksika, daha sonra eski dünya kıtalarına yayıldığı bilinmektedir. (Hedrik 1919 ve Rick 1976).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre; dünyada 57,2 milyon hektar alanda, 1,1 milyar ton yaş sebze üretimi yapılmıştır. Domates yaklaşık 162 milyon tonluk üretimi ile dünyada en çok yetiştirilen yaş sebzedir. (FAO 2014). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizde toplamda 27.578.234 ton sebze yetiştirilmektedir. Bu sebzelerin 12.615.000 tonluk kısmını domates oluşturmaktadır. Yetiştirilen ve istatistiki verileri tutulan 441.525 ton domatesta üretim kaybı olarak kayıtlara geçmiştir (TÜİK 2015).

Domates yetiştiriciliği dünyanın farklı bölgelerinde yapılmakta olup en çok üretim yapan 5 ülke sırasıyla; Çin (56.308.914 ton), Hindistan (18.399.000 ton), Amerika Birleşik Devletleri (13.038.410 ton), Türkiye (12.600.000 ton) ve Mısır (7.943.285 ton)'dır (FAO 2016). Türkiye'de 188.270 ha alanda 12.600.000 ton domates üretilmektedir (FAO 2016). Domates üretimi ülkemizde en fazla Akdeniz Bölgesinde (2.796.266ton), il olarak ise Antalya'da (2.230.841 ton) yapılmaktadır (TÜİK 2016).

2.2. *Fusarium* Türlerinin Yayıllışı ve Zararı

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* (Sacc) W. C. Synder ve H. N. Hans., Dünya çapında domates yıkıcı bir hastalıktır (Walker 1971).

Booth (1971) tarafından *Fusarium* genusunu en geniş biçimde incelenmiştir. Kitabında tanılamaya yönelik PDA da ki çalışmalarını pH 6,5-7, 22-25 °C de 12 saat ışık ve karanlık periyotlarda ki koloni gelişmeleri üzerinde yapmıştır. Tanılamaya koloni gelişme çapı, makrokonidi, mikrokonidi, klamidiospor yapısı, peritesyum yapısı ve varlığı ve izole edilebilecek ortamlara göre sınıflandırma yapmıştır. Ayrıca tür bazında tek tek incelemiş ve zarar yaptığı bitkiye göre de sıralamıştır.

Fitopatolojide toprak kökenli bitki hastalıklarına neden olan fungal patojenler arasında *Fusarium* cinsi fungusların önemi oldukça fazladır. Dünyada Antartika kıtası hariç tüm kıtalarda tropikal ve subtropikal alanlarda bu fungusun varlığına rastlanmıştır. *Fusarium* cinsi funguslar birçok türe ait bitkide patojenik olabildiği gibi bazıları da saprofitik özellik gösterirler. Patojenik olanlar bitkilerin çeşitli organlarında meydana getirdikleri enfeksiyonlar sonucu kök, gövde ve meyve çürüklüklerine veya solgunluk hastalıklarına yol açarak önemli derecede ürün kayıplarına hatta bitki ölümlerine neden olmaktadır (Singleton vd. 1992).

Gaumann (1958) tarafından *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ile enfekte olmuş domates bitkisinin solgunluğunu açıklamak için çeşitli teoriler geliştirilmiştir.

Solgunluğun yaprak hücresinin geçirgenliğinin fungal toksinle yok edilmesinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Diğer araştırmalar, ksilemlerin miselyum ve konidia, tilozlar, zamlar ve jeofizik materyal ile jelleşebilecek şekilde ksilem damarlarının tıkanmasından kaynaklandığını düşündürmektedir (Dimond 1955). Bununla birlikte, Gothoskar vd. (1955) tarafından solgun domates bitkisinin trakeal sıvının viskozitesinin artmasına ve pektik jellerle damarların mekanik olarak tıkanmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Brett vd. (2003) *Fusarium* teşhisine yönelik faydalı bir başlangıç isimli çalışmalarında *Fusarium* türlerinin teşhisinde kullanılan kriterleri görsel bir şekilde açıklamıştır. Patates dextroz agarda *Fusarium* türlerinin renklenmelerini, makrokonidi yapısını ve besi ortamlarındaki oluşturduğu formları göstermiştir.

Fusarium oxysporum f.sp. *radicis-lycopersici* dünyada ilk kez 1975 yılında Ohio, Japonya, Kanada, Florida, Kaliforniya ve Ontario’da kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı etmeni olarak rapor edilmiştir (Farley vd. 1975; Jarvis ve Shoomaker 1978; Arden ve Alan 1986). Ülkemizde ise bu patojen ilk olarak Akdeniz Bölgesi’nde Adana–Mersin domates seralarında saptanmıştır (Can vd. 2004). Bu hastalık etmeni yalnızca domateste patojen olmayıp, ayrıca biber, patlıcan, soya, yeşil fasulye, bezelye ve yerfıstığı gibi bitkilerde de patojen olduğu rapor edilmiştir (Arden ve Alan 1986). Etmen soğuk seralarda, erkenci yetiştiricilikte ve topraksız kültürde kullanılan çeşitli substratların içerisinde veya bitki artıkları üzerinde klamidospore formunda varlığını sürdürmektedir. Ayrıca fungusun mikrokonidilerinin bulaşık seralarda havada yaygın olarak mevcut olduğu bildirilmiştir (Rowe ve Farley 1978; Rowe 1980). *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğünün özellikle sıcaklığın 10-20 °C olduğu düşük toprak pH’sı, amonyum azotu uygulanan ve aşırı su birikintisi olan alanlarda görülen bir hastalık olduğu belirtilmiştir (Roberts vd. 2001; Momol vd. 2005). Son yıllarda Fransa’da ve diğer bazı ülkelerde, sıcaklığın 26 °C’nin üzerinde olduğu yaz aylarında da görüldüğü bildirilmiştir (Blancard 2005). Domatesteki ilk belirtiler yaşlı yapraklarda görülmekte ve genç yapraklara doğru yavaşça ilerlemektedir. Bu etmen bitkilerin kök boğazı civarındaki dokularda bozulmalarla birlikte iletim demetlerinde kahverengi lezyonlara neden olur. İletim demetlerindeki kararmalar toprak yüzeyinden en fazla 20-30 cm yüksekliğe kadar uzanır ve toprak yüzeyine yakın yerlerde aşırı düzeyde beyaz-pembe rekte sporulasyon görülür (Arden ve Alan 1986; Jones vd.1991).

Fusarium oxysporum mikrokonidiospor, makrokonidiospor ve klamidospore olmak üzere üç tip spor üretmektedir. FORL’nin yayılmasında ve hayatta kalmasında bu spor tiplerinden ikisi göze çarpmaktadır. Mikrokonidi formu nekrotik dokuda büyük kalıntı içermekte ve solarizasyon yapılan sera topraklarında hava akımı ile yayılmaktadır. Klamidosporeler ise kalın duvarlara sahiptirler ve fungus toprakta uzun periyotlar boyunca hayatta kalabilmektedir (Ozbay ve Newman 2004). *F. oxysporum* Patates Dekstroz Agar (PDA) gibi katı ortam kültürlerinde çoğaltılabilirler. Genel olarak, havai miselleri önce beyaz görünür, daha sonra *F. oxysporum*’un ırkına ya da türüne göre

mor'dan koyu pembeye değişen renge dönüşebilirler. Eğer sporlar çok yoğunsa kültür, krem ya da turuncu renginde görünür (Gonsalves vd. 1993).

Türkiye'de *Fusarium* türlerinin varlığı üzerine yapılan çalışmalarda 55 bitki türünde 31 *Fusarium* türü saptanmıştır. Domatesten izole edilen *Fusarium* türlerinin ise bölgelere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. *F. oxysporum*, *F. solani* Çukurova Bölgesinde; *F. solani* İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muęla, Kütahya ve Balıkesir; *F. oxysporum*, Uşak ve Ankara; *F. solani* Ege Bölgesinde; *F. oxysporum* ve *F. semitectum* Uşak, Çanakkale ve İzmir'de saptanmıştır (Özer ve Soran 1991).

Aydın ili ve ilçelerinde açıkta domates tarımı yapılan alanlarda bitkilerin kök ve kökboğazında sorun olan *Fusarium* spp.'yi 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* (%48.15) oluştururken, bunu *Fusarium solani* (%33.33) ve *Fusarium equiseti*'nin (%18.52) izlediği saptanmıştır. Domateste vasküler solgunluğa neden olan toprak kökenli fungal etmenler içinde en başta gelenleri *Fusarium oxysporum*'un alt türleri ve son yıllarda önem kazanan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'nin oluşturduğu *Fusarium* kök boğazı çürüklüğü önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde de sorun olan toprak kaynaklı fungal hastalıklar üzerine yapılan çalışmalarda *Fusarium* türlerinin, özellikle de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium solani*'nin en fazla karşılaşılan etmenler olarak önemli oldukları ifade edilmiştir (Yıldız ve Döken 2001).

Ankara ve ilçeleri (Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan) domates ekiliş alanlarında solgunluk ve kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan hastalık etmenlerinin yaygınlıklarını ve çıkış zamanlarını tespit etmek amacıyla 2003-2004 yıllarında Mayıs-Ekim ayları arasında yapılan çalışmada, Ankara ilinde domates ekilen alanlarda solgunluk, kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungusların önemli verim kayıplarına sebep olduğu tespit edilmiştir. Hastalıklı bitkilerden elde edilen fungusların oranları şöyledir: *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* % 0.96, *Fusarium solani* % 0.32. Joker, Gökçe ve Falcon domates çeşitlerinde yapılan patojenite testlerinde, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium solani* patojen bulunmuştur. Solgunluk, kök ve kökboğazı çürüklüğü diğer bölgelerimiz için de önemli olup, bu konuda yapılan çalışmalar da *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* domateste solgunluk ve kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olduğu belirlenmiştir (Ozan ve Maden 2004).

2.3. FOL ve FORL

Fusarium hastalık etmenlerinin tanımlanması çalışmada yapılması gereken en önemli aşamadır. Hastalık etmenlerini tanımlanmasıyla gelecekte yapılabilecek çalışmalara temel oluşturulmuş olacaktır.

FOL ilk olarak 1895 yılında tanımlanmış ve dünyanın 32 ülkesinde yayılım gösterdiği rapor edilmiştir. Hastalığın 3 ırkı bildirilmiştir. Irk 1 en yaygın olup, coğrafi bölgelerin pek çoğunda rapor edilmiştir. Irk 2 ilk olarak 1940 yılında Ohio'da rapor

edilmiş ancak 1961 yılında Florida'da bulunana kadar çok yaygın olmamıştır. Avustralya, Meksika, İsrail, Fas, Hollanda ve Irak'ta görülmüştür. Irk 3 ise ilk olarak 1966 yılında Brezilya'da rapor edilmiş daha sonrasında Avustralya, Florida ve Kaliforniya'da bulunmuştur (Wong 2003).

FORL tarafından sebep olan *Fusarium* kök ve kök boğazı hastalığı Akdeniz Bölgesinde, Avrupa, Amerika ve Japonya'da bildirilmiş olup, ülkemizdeki ilk olarak Can vd. (2004) tarafından bildirilmiştir.

Fusarium türlerinin tanımlanması mikroskopik ve moleküler yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Mikroskopik yöntemle tanımlamada, fungus tek bir konididen veya hif ucundan saf olarak çoğaltılmakta ve spesifik besi ortamlarında kültüre alınmaktadır. Tanım için *Fusarium* türleri pH 6.5-7.0 ye ayarlanmış kültür ortamında, optimum 22-25 °C'de 7-10 gün bir süre inkübasyon periyodu gerektirmektedir. Kültür ortamında gelişen *Fusarium* türlerinin tanısı koloni rengi, spor yapıları, makro ve mikrokonidi şekli, boyutları ve bölmeleri, makro konidilerde bazal hücre yapısı, klamidospore şekil ve yoğunluğu, fialid özellikleri gibi morfolojik karakterlere göre yapılmaktadır (Booth 1971; Nelson vd. 1983; Windels 1992; Summerel vd. 2001). *Fusarium* türleri seçici ortamlar üzerinde morfolojik karakterler esasından tanımlanabilse de, *F. oxysporum*'un patojenik alt türleri ve ırkları morfolojik olarak tanımlanamaz. *F. oxysporum* 120 form ve ırktan daha çoğuna spezialize olmuş patojenik üyelere sahip bir türdür (Bogale vd. 2007).

Fungal toprak kökenli iletim demeti patojeni olan *F. oxysporum* izolatları arasındaki çeşitliliği karakterize etmede patojenisite veya ırk ayrımının yapılması gerekli çalışmalardır. Bununla birlikte Vejetatif Uyum Grupları (Vegetative Compatibility Groups: VCG) larını belirlemek, bu tür fungal izolatlar arasındaki çeşitliliği tanımlamada yararlı bir diğer araçtır. Genetik markörler olarak tanımlanan VCG *F. oxysporum* izolatlarını ayırmak içinde kullanılmaktadır (Correll 1991; Fernandez vd. 1994).

Fusarium oxysporum geniş konukçu listesine sahip bir fungal patojen olup, ekonomik olarak önemli 100'den fazla konukçusu bulunmaktadır. *F. oxysporum*'un genetik çeşitliliği Vejetatif Uyumluluk Grupları (Vegetative Compatibility Group; VCG) ile sınıflandırılmaktadır. Bir fungus türünün veya ırkının birbirine olan genetik yakınlığı bu şekilde araştırılabilmektedir. Bu yöntem ilk olarak 1980'li yılların ortalarında Puhalla tarafından geliştirilmiştir. Buna göre vejetatif uyumluluk izolatlarına 4-5 sayıdan oluşan VCG kodu verilmiş, ilk üç sayı konukçuya özelleşmiş, son sayı da form speciese ait olacak şekilde verilmiştir (Kistler vd. 2001).

Fusarium türleri seçici ortamlarda morfolojik, büyüme ve ayrıca patojenite gibi özelliklerine göre tanımlanabilse de, *Fusarium oxysporum*'un patojenik tipleri, ya da konukçuya özelleşmiş alt tür ve ırklarının bu gibi özellikleri esasında tanımlanmalarında

güçlükler vardır (Nelson vd. 1983). *Fusarium oxysporum*'un iki önemli alt türü olan FOL ve FORL arasında epidemiyolojik, simptomatolojik ve genetik farklılıklar sözkonusudur (Rowe vd. 1978; Menzies vd. 1990). Bununla birlikte her iki patojen aynı domates bitkisinde aynı anda ortaya çıkabilmektedir ve üst üste her iki patojenin simptomları görülebilmektedir. (Katan vd. 1997). Sonuç olarak bu iki alt tür arasında doğru bir teşhisin yapılamayışı bunların neden oldukları hastalıklarla uygun mücadeleyi zorlaştırmaktadır. *Fusarium oxysporum* ve ırklarının (formae speciales) tanımlanmasında test bitkilerinin çok yaygın olarak kullanılmasına karşın (Garibaldi 1975) son yıllarda hızlı ve güvenilir tanımlama için moleküler teknikler ön plana çıkmıştır. Fungusların tanımlanmasında birçok serolojik ve moleküler teknik pratik ve güvenilir yöntemler olarak tercih edilmektedir. Moleküler marker' lar son yıllarda fungusların tür (species) alt türlerini (subspecies) belirlemede teknik açıdan kullanımı kolay, hızlı, kesin belirleyici ve bilgilendiricidir. Temelde iki farklı DNA işaretleyici teknik mevcuttur. Birincisi DNA hibridizasyonuna dayalı RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), diğeri ise PCR (Polymerase chain reaction)'ye dayalı RAPD (Random Amplified polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SSR (Simple Sequence Repeats) ve SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) teknikleridir. Bu teknikler arasında en çok kullanılan PCR yöntemidir (Summerel vd. 2000). PCR, *in-vitro*'da spesifik bir DNA parçasının kopyalarının, kısa zincirli oligonükleotid primerlerle enzimatik olarak sentezlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

Fusarium türlerin tanımlanmasında ayrıca serolojik bir yöntem olan ELISA testi ve DNA molekülleri arasındaki dizilim farklarının ortaya konduğu RFLP yöntemi de kullanılmaktadır (Summerel vd. 2001). Attitalla vd. (2004) tarafından FOL ve FORL izolatlarının farklılıklarını saptamak için 3 teknikle çalışmıştır. İzozim DNA, mitokondrial DNA RFLP ve osmotik methotlar kullanılarak fungal pigmentler ortaya çıkarılmıştır. İzolatlar coğrafik olarak geniş bölgelerden toplanmış ve sonuçta mitokondrial DNA RFLP tekniği, FOL ve FORL izolatları arasındaki farklılığı belirlemede en etkili araç olduğu belirlenmiştir.

Snyder ve Hansen tarafından 1940 yılında yapılan taksonomik gruplandırmalarda *Fusarium* türleri, eşeyli üreme dönemleri bilinmeyen fungusların yer aldığı *Deuteromycotina* alt bölümüne ait *Deuteromycetes* sınıfına dahil edilmiştir (Nelson vd. 1983). Ancak daha sonra, *Fusarium* cinsine bağlı birçok türünün eşeyli üreme dönemlerinin bulunmasıyla birlikte bu funguslar, *Ascomycota* şubesine bağlı *Pyrenomycetes* alt sınıfı *Hypocreales* takımına dahil edilmişlerdir (Booth 1971; Nelson vd. 1983; Alexopoulos vd. 1996; Agrios 1997; Summerel vd. 2001).

Fusarium oxysporum, *Solanaceae* bitkilerinde farklı hastalıklara neden olmaktadır. Domateste FOL ve FORL, patlıcanda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, biberde *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* hastalık oluşturmaktadır. (Miller vd. 1996).

Fusarium oxysporum toprak kökenli funguslar arasında en başta gelen bitki kök hastalığı patojenlerine sahiptir. Çünkü, bu takson 120-150 kadar konukçuya özel bitki patojenik formları olan kozmopolit ve oldukça karmaşık bir türdür (Attitalla vd. 2004; Bogale vd. 2007). Bu formlardan her birisi bir veya birçok vejetatif uyum grubundan ibarettir ve ayrıca birçok ayrı patojenik ırklar içerir. Alt türlerinin büyük bir kısmı sadece bir konukçu türünü infekte etme özelliğindedir. Domateste solgunluk yapan ve kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan sırasıyla, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W. C. Snyder & H. N. Hans ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis & Shoemaker) gibi iki morfolojik olarak ayrılmış patojenik iki alt tür belirlenmiştir.

Fusarium oxysporum geniş bir konukçu aralığına sahiptir. Bu fungusun bazı alt türleri konukçuya özelleşmiştir. *Fusarium solgunluğu* etmeni *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) olarak bilinmektedir (Farley vd. 1975). Bu iki patojen morfolojik olarak ayırt edilemez. Her ikisi de domateste konukçu olmalarına rağmen ayrı formda hastalıklarıdır (Attitalla vd. 2004).

Attitalla vd. (2004) tarafından domateste iki patojenik alt tür olan FOL ve FORL izolatlarının farklılıklarını saptamak için, izozim DNA, mitokondrial DNA (mtDNA) RFLP ve osmotik metotlar kullanarak fungal pigmentleri ortaya çıkartmışlardır. Araştırmada kullanılan izolatlar coğrafik olarak geniş bölgelerden toplanmış ve çalışma sonucunda mitokondrial DNA RFLP tekniği, FOL ve FORL izolatları arasındaki farklılığı belirlemede en etkili araç olduğu bildirilmiştir.

2.4. *Fusarium* Hastalık Etmeniyle Mücadele

Agrios (1997) tarafından tohum yatağı sterilizasyonu ve ürün rotasyonunun *Fusarium* tarafından enfeksiyonu azalttığını bildirmiştir. Jones ve Overman (1971) tarafından 5-7 yıla kadar olan rotasyonların toprak inokulum düzeylerini önemli ölçüde azaltabileceğini bildirmiştir.

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL)'nin neden olduğu domates kök ve kök boğazı çürüklüğü ekonomik kayıp oluşturan en önemli hastalıktır. Bu çalışmada FORL ile entegre mücadele için Solarizasyon (S), Metham sodium (MS), kompost (KOM), *Bacillus subtilis* QST-713 (BS) ve *Trichoderma harzianum* (TH-T ve TH-G) uygulamalarının yalnız başına veya değişik kombinasyonları araştırılmıştır. S+MS uygulamasının 5, 15, 25 ve 35 cm toprak derinliğinde patojen inokulumunun canlılığı üzerine etkisi azaltıcı yönde olurken, yalnız başına S uygulamasında 35 cm'de bu etki patojeni öldürücü sıcaklığa ulaşamamıştır. Her iki yıl sera denemelerinde hastalık oluşumu S+MS uygulanmamış toprakta birinci yıl en az % 21.3 ile BS uygulamasında, ikinci yıl ise % 20 ile TH-T uygulamasında saptanmıştır. Biyolojik ajanlar içerisinde her

iki uygulamada FORL ile mücadelede en ümit var sonuçlar BS ve TH-T uygulamalarından elde edilmiştir (Çolak ve Biçici 2013).

2.5. *Fusarium* Türlerine Dayanıklılık

Birçok ülkede çeşitli konukçu çeşitlerinde *Fusarium* solgunluğunu baskılayıcı topraklar rapor edilmiştir. Bu topraklarda yeterli patojen inokulumuna rağmen hastalık şiddeti oldukça düşük çıkmıştır. Bu toprakların yapısı incelendiği zaman, baskılama nedeninin mikrobiyal orijinli olduğu tespit edilmiştir. Burada çeşitli mikroorganizmaların fonksiyonu olduğu belirlenmesine rağmen, en önemli mikrobiyal ajanın patojenik olmayan *Fusarium* türlerinin ve *fluorescent Pseudomonas* türleri olduğu tespit edilmiştir. Yine iki önemli baskılayıcı toprakla yapılan araştırmada, hastalığın baskı altına alınmasına neden olan en önemli grubun patojenik olmayan *F. oxysporum* ırklarının olduğu tespit edilmiştir. Domateste *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı patojen olmayan *Fusarium*'ların toprağa ve enfeksiyon bölgesine uygulanması sonucu bu hastalığın biyolojik kontrolü sağlanmıştır. Yaygın olarak bilinen etki mekanizmaları antibiyosis, rekabet ve hiperparazitizmdir. Bunun yanında konukçu bitkinin hastalığa karşı dayanıklılığının uyarılması da en önemli mekanizmalardan biridir. Saprofitik olarak gelişen patojen olmayan *Fusarium* türleri patojenle yer ve besin rekabeti içindedir. Besinlerden özellikle karbon en büyük rekabet kaynağıdır. Patojen olmayan *Fusarium* türleri sadece bu etki mekanizması ile değil aynı zamanda konukçu bitkinin dayanıklılığını uyarması ile biyolojik kontrolü sağlayabilmektedir. Yapılan çalışmada domateste *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı patojen olmayan *Fusarium* ırkının kullanılması sonucu başarılı sonuç elde edilmiş ve bitkide glukonaz, peroksidaz ve polifenoloksidaz gibi enzimlerin aktivitesinde bir artış tespit edilmiştir (Yigit vd. 2007).

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde; araştırmada kullanılan materyaller, denemenin kurulumu ve laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemlerle ilgili bilgilere yer verilmektedir. Araştırmada, bitki materyali olarak yabani domates, saksı, torf ve *Fusarium* izolatları kullanılmıştır.

3.1. Bitki Materyali

Amerikan Domates Genetik Kaynakları Merkezinden. (Tomato Genetics Resources Centre: TGRC California, Amerika Birleşik Devletleri) temin ettiğimiz yabani domates tohumları kullanılmıştır. Temin edilen tüm tohumlar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde bulunan laboratuvarımıza getirilerek tek tek etiketlenmiştir. Etiketlenen tohumlar +4 °C'deki buzdolabına yerleştirilmiş ve ihtiyaç duyuldukça buradan çıkarılarak ekilmişlerdir. Çalışmada kullanılan Tohumlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

3.1.1. Bitkilerin yetiştirilmesi

Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden temin edilen yabani domates tohumları, içerisinde Classman, potground (Almanya) marka torf bulunan 1 no'lu saksılara ekilmiştir. Tohumların çimlenmesi için bu saksılar Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Binası içerisinde bulunan 3 no'lu iklimlendirme odasına yerleştirilmiştir. Saksılardaki tohumların iklimlendirme odasında 23±3 °C sıcaklıkta, 12 saat ışıqlandırma ve 12 saat gece periyodunda, %50 oranında nispi nem olacak şekilde çimlenmeleri sağlanmıştır. Çimlenen bitkiler 2-3 gerçek yapraklı olunca içerisinde torf bulunan 4 no'lu steril saksılara alınarak Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma binası önünde bulunan polikarbon seralara yerleştirilmişlerdir (Şekil 3.3). Sera sıcaklığı ilkbahar dönemi için ortalama 26±6 °C olarak kayıt edilmiştir. Fide döneminden başlayarak bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için torf ortamına besin elementi takviyesi yapılmıştır. Bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için beyaz sinek, afıt gibi zararlı bulaşmalarına karşı rutin insektisit uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Domates çeşitlerinin özellikleri

Domates (*S. lycopersicum*) orijini Güney Amerikada Büyük Okyanus boyunca uzanan And dağları üzerinde doğal olarak yetişmektedir Bugün Peru, Şili, Ekvador Bolivya ve Brezilya'nın da içerisinde bulunduğu ülkelerde doğal olarak bulunmaktadır. Bu ülkelerde domatesin çok sayıda yabani ve farklı akrabaları örneğin *Solanum chilense* (sinonim. *Lycopersicon chilense* Dunal) ve *S. pimpinellifolium* L. (sin. *L. pimpinellifolium*), *S. peruvianum* L. (sin. *L. peruvianum*) gibi yaşamlarını doğal olarak sürdürmeye devam etmektedir. (Peralta vd. 2008). Buralardan toplanıp koleksiyona alınan türler Amerikada Domates Genetik Kaynakları Merkezi'nde yetiştirilmektedir. Bu toplanan türlere birer kod ismi (Los Angeles: LA gibi) verildikten sonra bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere isteyen bilim insanlarına sunulmaktadır. Çalışmalarda kullandığımız hatlar buradan temin edilmiş olup genel özellikleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Daha önceki çalışmalarda test edilerek hassas domates çeşidi olarak belirlenen Hazera 5656 F1 (Hazera) bitkileri bizim çalışmalarımızda pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Hazera 5656 F1 domates fideleri Hıştıllı Toros Fide (Zir. Müh.

Okan SÜLÜN, Antalya)’dan temin edilerek çalışmalarımızda kullanılmıştır. Çalışmalarda kullanılan fideler 2-3 gerçek yapraklı dönemde olup steril torflara ekilmiştir. Testlenecek Hazera 5656 F1 bitki fideleri içerisinde steril torf bulunan 4 no’lu saksılara şaşırtılmıştır.

3.2. Çalışmalarda Kullanılan Sıvı Gübre

Bitkilerin gelişiminin devamı için makro ve mikro besin maddeleri içeren Super Energy® (Kumluca Tarım, Antalya) sıvı gübresinden 1/20 oranında su ile seyreltildikten sonra her bir saksıya 100 ml ilave edilerek besin takviyesi sağlanmıştır.

Çizelge 3.1. Köklere uygulanan sıvı gübrenin özellikleri

İÇERİK	W/W
Toplam Organik Madde	% 40
Organik Karbon	% 18
Organik Azot	% 4
Toplam Fosforpenta Oksit (P ₂ O ₄)	% 1
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K ₂ O)	% 4
Serbest Aminoasitler	% 8
pH Aralığı	4-6

3.3. Çalışmalarda Kullanılan Saksılar

Çalışmada iki farklı saksı kullanılmıştır. Saksılar ekim yapılmadan önce steril olabilmesi için Sodyum hipoklorit (NaClO Ace Çamaşır suyu) ile yıkanmıştır. Steril olan 85×70 mm boyutunda 1 no’lu saksıya tohumlar ekilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra fideler 200×155 mm’lik 4 no’lu saksılara aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan saksılar Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. a) 1 no'lu çimlendirme saksıları b) 4 no'lu deneme saksıları

3.4. Çalışmada Kullanılan Torf

Denemelerde kullanılan torf bir ticari firmadan temin edilmiş olup, torf ile ilgili bazı kimyasal özellikler Çizelge 3.2'de ve torfun görünümü Şekil 3.3'de verilmiştir. Çalışmalarda kullanılan torf yüksek sıcaklıkta su buharı ile steril edilmiş olup hacim olarak paketlenmiştir.

Çizelge 3.2. Torfun kimyasal özellikleri

Ana Bileşenler	EC Değeri	PH Değeri (H ₂ O)	Eklenen Gübre Miktarı (NPK gübresi 14:10:18)	Dolum Hacmi
Az ayrıışmış beyaz sphagnum torfu ve yüksek oranda ayrıışmış donmuş siyah sphagnum torfu karışımı	40 mS/m (+/- 25%)	5,5 – 6,5	1,5 kg/m ³	70 litre

3.5. *Fusarium* İzolatları

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde FBA-2015-425 nolu proje; Antalya örtü altı domates üretim alanlarında *Fusarium* solgunluk hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL)'nin farklı genotiplerinin belirlenmesi adlı çalışmadan elde edilen FOL ve FORL izolatları kullanılmıştır (Çalış ve Basım 2017).

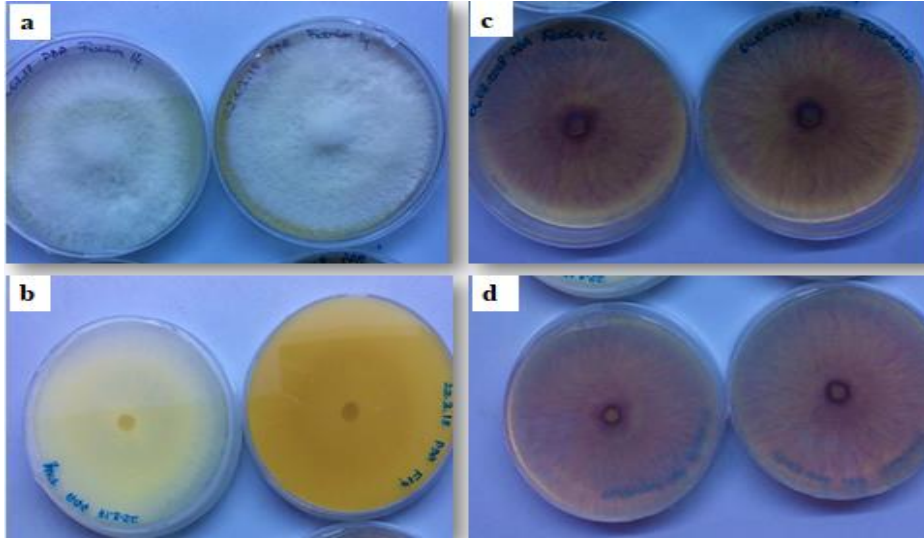
Yapılan çalışma ile *Fusarium oxysporum* hastalık etmeninin sadece alt türleri tanımlanmamış olup aynı zamanda inokulasyonlarda izole edilen türlerin hassas (Hazera 5656) ve dayanıklı (Tayfun F1) çeşitler üzerinde virulent olduğu, tüm test edilen bitkilerin FOL 14 ve FORL 12 hastalık etmenlerinden yoğun etkilenecek öldüğü anlaşılmıştır. Bir başka ifadeyle test edilen FORL 12 izolatının FOL 14 izolatından daha virulent olduğu anlaşılmıştır. Çalışmalarda bu iki en virulent FOL 14 ve FORL 12 izolatları kullanılmış olup tüm testler bu iki izolatla yapıldığı için ayrıca belirtilmeyecektir.

Çizelge 3.3. *Fusarium* izolatları ve lokasyonları

İzolat Numarası	Lokasyonu	Domates Çeşidini Üreten Firma	Konukçu Domates Çeşidi
FOL 14 İrk 2	Kumluca Göksu Mahallesi	Yüksel Tohumculuk	Nazal F1
FORL 12	Kumluca Göksu Mahallesi	Bayer	Akın

3.6. *Fusarium* İzolatlarının Geliştirilmesi

PDA besi ortamında FOL 14 ırk 2 izolatı beyaz pamuksu oldukça güçlü yapıda misel gelişimi gösterirken, FORL 12 morumsu uç kısımları beyaz misel yapıları oluşturmaktadır (Şekil 3.2). PDA ortamında çok miktarda morumsu miselyal yapı oluşturan FORL 12 izolatının FOL 14 ırk 2 izolatına göre daha virulent olduğu üretilmiş olduğu fumonisin toksin maddesinden kaynaklandığı anlaşılmış olup bu iki izolat kolayca PDA besi ortamında geliştirilmiştir (Şekil 3.2). İzolatlar PDA besi ortamlarında farklı renk oluşturmaları ve en virulent izolatlar olması nedeniyle çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmişlerdir



Şekil 3.2. a); b) FOL 14 ırk 2 c; d) FORL 12 misel gelişiminin görünümü

3.7. Toprakta *Fusarium* Yoğunluğunun Belirlenmesi

Bitkilerin yetiştiği saksılar içerisinde ne kadar *Fusarium* sporu olduğunu anlamak için domates bitkilerinin kökleri çevresinden 1 gram (g) toprak örneği alınarak içerisinde 9 ml distile steril su bulunan falkon tüplerine konulmuştur. Bu tüpten alınan 1 ml su ile 10^{-8} ya kadar seyreltme serileri hazırlanarak 10^{-8} konsantrasyondan alınan 50 μ l lik solüsyon PDA ortamına yayılmıştır. Besi ortamında gelişen tipik *Fusarium* kolonileri inokulasyondan 3 gün sonra sayılmıştır. Sayılan *Fusarium* kolonilerine göre 1 g toprakta kaç tane *Fusarium* mikrokonia bulunduğ u hesaplanmıştır.

3.7.1. İstatistiki analizler

Çalışmalardan elde edilen verilerin analizlerinde SPSS (Version 15) istatistik programı kullanılmıştır. İstatistiki olarak elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2007 programıyla tablo haline getirilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan domates hatlarının özellikleri

Domates Hatının Kaynak Numarası	Takson (<i>Solanum</i>)	Takson (<i>Lycopersicon</i>)	Çeşit Adı	Donörler	Sporofitik Kromozom Sayısı	Ülke	Kategoriler	Özellikler	Katılım Yılı	Genler
LA0276	<i>S.lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Red Top VF	William Tapley	24			1952 yılında NY State Ag tarafından tanıtıldı. Bitki küçük. Meyve kısa, armut şeklinde ve yumuşak.	1953	<i>I; obv+; sp+; u; Ve I; obv; sp; u+; Ve</i>
LA0490	<i>S.lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	VF-36	Gordie Hanna	24			Hanna tarafından yetiştirilen 1959 yılında tanıtılan çeşit. Büyük meyveli, Pearson'a benzer, ancak üstün kalite.	1957	<i>I; obv; sp; u+; Ve</i>
LA0687	<i>S.lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>		Hans Stubbe	24		Monojenik		1959	<i>Ma</i>
LA1312	<i>S.lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i> <i>var. cerasiforme</i>			24	Peru	Yabani türler			
LA1777	<i>S. habrochaites</i>	<i>L. hirsutum</i>			24	Peru	Yabani türler	Bitki tüysüz. Geç yanıklığa, düşük sıcaklıklara dayanıklısıdır. Stres toleranslı	1977	<i>Adh-21</i>
LA1932	<i>S. chilense</i>	<i>L. chilense</i>			24	Peru	Stres toleranslı; Yabani türler	Fıstık Tomurcuk Nekroz Virüs (PBNV), Domates Mottle Virüs (ToMoV), Domates Sarı Leafcurl Virüs (TYLCV) ve Salatalık Mozaik Virüsü (CMV) hastalıklarına karşı dayanıklısıdır. LA1931'e benzeyen morfoloji (tipik chilense yaprakları, gri tüylü, pedinkülleri çok uzun).	1979	<i>Ty-3; Ty-4</i>
LA1995	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>			24		Çeşitler; Hastalıklara dayanıklılık; Monogenik	Patates Y Virüsüne dayanıklılık	1979	<i>Rt</i>
LA2444	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Vetomold	Ernie Kerr	24		Çeşitler; Hastalıklara dayanıklılık; Monogenik	<i>Cladosporium fulvum</i> dayanıklılık	1983	<i>Cf-2</i>

(Devamı Arkada)

Çizelge 3.4'ün devamı

LA2444	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Vetomold	Ernie Kerr	24		Çeşitler; Hastalık dayanıklılık; Monogenik	<i>Cladosporium fulvum</i> dayanıklılık	1983	<i>Cf-2</i>
LA2458	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Ontario 7710	Ernie Kerr	24		Hastalıklara dayanıklı	Domatesde <i>Pseudomonas</i> 'a karşı dayanıklılık	1983	<i>j-2; Pto; sp; u</i>
LA2779	<i>S. chilense</i>	<i>L. chilense</i>			24	Şili	Yabani türler	Domates Mottle Virus (ToMoV), Domates Sarı Leafcurl Virüs (TYLCV) hastalığına karşı dayanıklıdır.	1986	<i>Ty-3</i>
LA2818	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Monalbo		24		Çeşitler; Hastalıklara dayanıklılık; Monogenik	<i>Verticillium</i> 'a dayanıklılık	1987	<i>Ve</i>
LA2820	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Motabo		24		Çeşitler; Hastalıklara dayanıklılık	Kök-düğüm nematoduna karşı dayanıklılık, <i>Meloidogyne incognita</i> ; <i>Verticillium</i> 'a karşı dayanıklılık	1987	
LA2830	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>			24		Çeşitler; Hastalık direnci	Tütün Mozaik Virüsüne Dayanıklılık; <i>Verticillium</i> 'a karşı dayanıklılık	1987	<i>Frl; tm; Tm-2 ^ a; Ve</i>
LA2934	<i>S. pimpinellifolium</i>	<i>L. pimpinellifolium</i>			24	Peru	Monojenik; Yabani türler	Bakteriyel lekeye karşı dayanıklılık, <i>Pseudomonas syringae</i> .	1988	<i>Pto, ^ Pto-2</i>
LA3046	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>		Ed Tigchelaa r	24		Hastalığa dayanıklılık; Monogenik	<i>Cladosporium fulvum</i> 'a karşı direnç; <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> karşı dayanıklılık	1990	<i>Cf-1 ^ 3</i>
LA3129	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Rehovot 13	Charles Rick	24		Çeşitler; Hastalık dayanıklılık; Monogenik	<i>Pseudomonas</i> karşı dayanıklı (2. alel?)	1991	<i>Pto ^ 2</i>
LA3473	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>		Dani Zamir	24		Hastalığa dayanıklılık; Monogenik	M-82 arka planında BC3S5 hattı olarak bağışlanmış; o zamandan beri kendilik tarafından sürdürüldü. Hassas kontrol için LA3474'e bakınız.	1994	<i>obv; Ty-1</i>
LA4286	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	CLN2264G	Peter Hanson	24		Çeşitler; Hastalıklara dayanıklılık; Monogenik	Bakteriyel solgunluk, TMV, geç yanıklık, <i>Fusarium</i> ve <i>Stemphyllium</i> 'a karşı dayanıklıdır.	2003	<i>I; I-2; Ph-3; Sm; Tm-2</i>
LA4440	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>		Jay Scott	24		Monojenik	<i>Ty-3</i> ve <i>Ty-4</i> genleri <i>S. chilense</i> 'den girmiştir.	2009	<i>Ty-3; Ty-4</i>
LA4442	<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Florida 8516	Jay Scott	24		Hastalık dayanıklılık	TSWV'ye dayanıklıdır.	2009	<i>Sw-7</i>



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan domates hatlarının görünümleri

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan domates hatlarının özellikler

(Bu tablo yanda belirtilen TGRC sayfasından alınıp çalışmalarda kullanılmıştır: <http://tgrc.ucdavis.edu/spprecommed.aspx>)

Solanum türleri	<i>Lycopersicon</i> eşdeğeri	Ekim^a	Çiçek açtığı dönem	Çiftleşme sistemi	Tohum çimlenme^b	Notlar
<i>S. lycopersicum</i>	<i>L. esculentum</i>	Nisan	Yıl boyunca	autogamous (SC)	Ağartılmış tohum 30 dakika	
<i>S. chilense</i>	<i>L. chilense</i>	Temmuz	Güz-Bahar	allogamous (SI)	Ağartılmış tohum 30 dakika	
<i>S. habrochaites</i>	<i>L. hirsutum</i>	Temmuz	Güz-Bahar	fakültatif (SC) allogamous (SI)	Ağartılmış tohum 30 dakika	Yüksek nem altında yapraklarda ödem oluşturur.
<i>S. pimpinellifolium</i>	<i>L. pimpinellifolium</i>	Nisan Şubat	Yıl boyunca	autogamous (SC) fakültatif (SC)	Ağartılmış tohum 30 dakika	

^a Davis, için en uygun dikim tarihleri; Bazı gruplar (*S. lycopersicum* ve *S. pimpinellifolium*) neredeyse her zaman gelişebilir.

^b Tohumları ağartmak için, ev çamaşır suyu (% 2.7 sodyum hipoklorit) koyun su ilave dilerek tohumları içerisinde bekletilir. Sonrasında birkaç dakika boyunca tohumları akan suda durulanır. Ağartma işlemi çimlenme oranının iyileştirecek ve patojenleri ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır. Bazı türler için, durulama basamağından sonra, tohum ucunu kök ucunun yakınında keskin bir neşter kullanarak kesmeniz önerilir. Tohumlar plastik kutularda kurutma kağıdı üzerinde 25 °C'de çimlendirilir veya doğrudan toprağa ekilir.

Çizelge 3.6. Domates hatlarının sahip olduğu genler ve özellikleri

Gen	Allel	Lokus Adı	Eşanlamlılar	Fenotip	Kromozom	Kol	Özelliği	Mutant Tipi	Genin Bulunduğu Yabani Domatesler
<i>Adh-2</i>	1	<i>Alkol dehidrogenaz-2</i>			6	L	Isozyme	Spontan	LA1777
<i>Cf-1</i>	3	<i>Cladosporium fulvum</i> 'a dayanıklılık-1	Cf-5 Cf5	<i>Cladosporium fulvum</i> 'un belirli ırklarına karşı dayanıklılık.	1	S	Disease	Spontan	LA3046
<i>Cf-2</i>		<i>Cladosporium fulvum</i> dayanıklılık-2	Cf2 Cfp1	<i>Cladosporium fulvum</i> ırklarına karşı dayanıklılık.	6	S	Disease	Spontan	LA2444
<i>ej-2</i>	w	eklemsiz güçlendirici-2	ej2	Büyütülmüş kaliküller; j-2 ile kombinasyon halinde floresans alt bölümü artar.	3	L	Morph	Spontan	LA0490
<i>Frl</i>		FORL dayanıklılık.	Fr1 Fr-1	<i>Fusarium oxysporum</i> 'a f.sp. <i>radicislycopersici</i> karşı dayanıklılık.	9	S	Disease	Spontan	LA2830
<i>I</i>		<i>Fusarium solgunluğuna</i> karşı bağışıklık		<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> karşı dayanıklılık.	7	L	Disease	Spontan	LA0276 LA0490 LA4286
<i>I-2</i>		<i>Fusarium solgunluğuna</i> karşı bağışıklık-2		<i>Fusarium oxysporum</i> 'a f.sp. <i>lycopersici</i> ırk 2 karşı dayanıklılık.	11	L	Disease	Spontan	LA4286
<i>j-2</i>		jointless-2	j2	Eklemsiz uzamış pedicel; teratolojik kaliks; çoğalmış çiçeklenme; ince meyve	12		Morph	Spontan	LA2458
<i>ma</i>		Macrocarpa		Yaprakları açıkça daha uzun; meyve büyük, pürüzsüz.				Radyasyon	LA0687
<i>Mi</i>		<i>Meloidogyne incognita</i> dayanıklı		<i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> ve <i>M. javanica</i> gibi kök-düğüm nematod türlerine karşı yüksek düzeyde dayanıklı. Dayanıklılık 28 derecenin üzerindeki toprak sıcaklıklarında bozulur. C. Ayrıca patates afidine ve beyaz sineklere karşı dayanıklılık kazandırır.	6	S	Disease	Spontan	LA2820
<i>obv</i>	+	Obscuravenosa		Damarların altındaki epidermal hücrelerde kloroplast yokluğundan dolayı yaprak damarları arka ışıktaki belirgin görünür.	5	L	Morph	Spontan	LA0276 LA0490 LA3473
<i>Ph-3</i>		<i>Phytophthora infestans</i> dayanıklı-3			9	L	Disease		LA4286
<i>Pto</i>		<i>Pseudomonas syringae</i> pv domatesde dayanıklı		<i>Pseudomonas syringae</i> pv'ye karşı dayanıklı	5	L	Disease	Spontan	LA2458

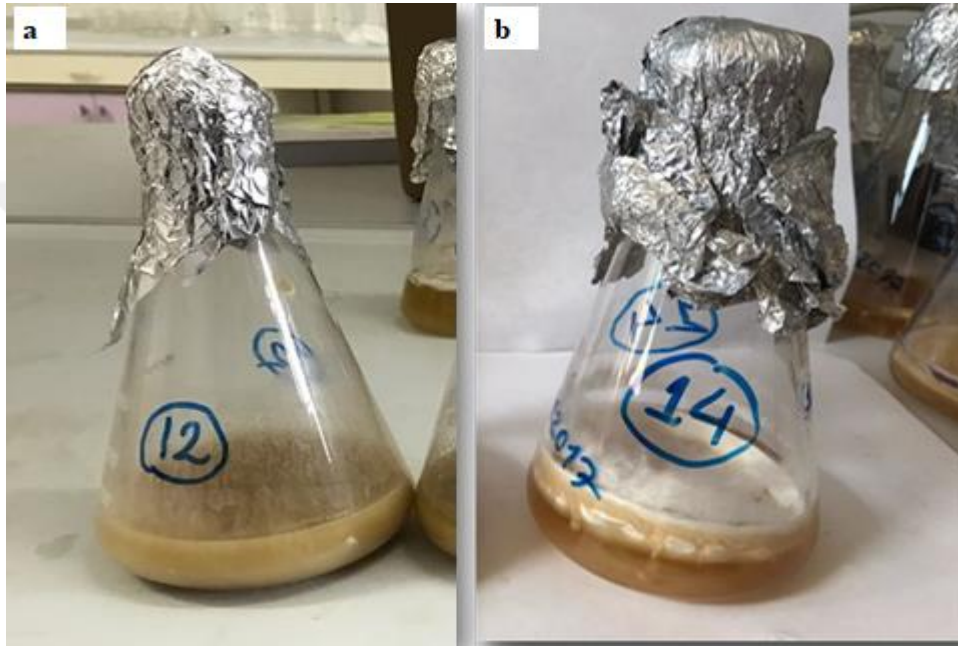
(Devamı Arkada)

Çizelge 3.6'nın devamı

Pto	Pto-2	<i>Pseudomonas syringae</i> pv domatesde dayanıklı	Pto-2	<i>Pseudomonas syringae</i> pv'ye karşı dayanıklı	5	L	Disease	Spontan	LA2934
Pto	2	<i>Pseudomonas syringae</i> pv domatesde dayanıklı		<i>Pseudomonas syringae</i> pv'ye karşı dayanıklı	5	L	Disease	Spontan	LA3129
Rt		Patates Y virüsüne dayanıklı		Patates Y virüsüne dayanıklı			Disease	Spontan	LA1995
Sm		<i>Stemphyllium</i> dayanıklı		<i>Stemphyllium solani</i> 'ye karşı dayanıklı	11	L	Disease	Spontan	LA4286
Sp	+	Öz-budama		Belirsiz büyüme alışkanlığı.	6	L	Morph	Spontan	LA0276
sp		Öz-budama		Bitki alışkanlığı belirleyicisi; Çiçek salkımlarının konumu, her iç veya her ikinci içteki tekrarlanıp çoğalmayacakları bakımından bitkiler arasında ve arasında büyük ölçüde değişir; bitkiler normal olanlardan çok daha küçük bir alanı kaplarlar, fakat daha yoğun bir şekilde örterler.	6	L	Morph	Spontan	LA0490 LA2458
Sw-7		Benekli solgunluk dayanıklı-7		Domates Benekli Solgunluk Virüsüne Dayanıklı.			Disease	Spontan	LA4442
Tm		Tütün mozaik virüs dayanıklı		TMV'ye orta seviye dayanıklı.	2		Disease	Spontan	LA2830
Tm-2	a	Tütün mozaik virüs dayanıklı -2	Tm-2/2	Tütün mozaik virüsünün birçok izolata yüksek düzeyde dayanıklı	9		Disease	Spontan	LA2830
Tm-2		Tütün mozaik virüs dayanıklı -2	Tm2	Tütün mozaik virüsünün birçok izolata yüksek düzeyde dayanıklı	9	L	Disease	Spontan	LA4286
Ty-1		TYLCV dayanıklı-1		TYLCV'ye toleranslıdır.	6		Disease	Spontan	LA3473
Ty-3		TYLCV dayanıklı-3		TYLCV ve diğer begamovirüslere tolerans	6	L	Disease		LA1932 LA2779 LA4440
Ty-4		TYLCV dayanıklı-4		TYLCV'ye dayanıklılık			Disease	Spontan	LA1932 LA4440
u		üniforma olgunlaştırma	u1	Üniforma açık yeşil renk olgunlaşmamış meyveler, olgunlaşmamış meyvelerin tüm rengi biraz daha hafif.	10	S	Morph	Spontan	LA0276 LA2458
u	+	üniforma olgunlaştırma		Olgunlaşmamış meyvelerde yeşil omuz varlığı	10	S	Morph	Spontan	LA0490
Ve		<i>Verticillium</i> dayanıklı		<i>Verticillium</i> solgunluğa karşı dayanıklılık.	9	S	Disease	Spontan	LA0276 LA0490 LA2820 LA2830

3.8. *Fusarium* İzolatlarının Broth Ortamında Yetiştirilmesi

Saf olarak kültüre alınan *Fusarium* izolatlarının kitle üretimleri 250 ml patates dekstrozo broth içerisinde yapılmıştır. Stok içerisinde bulunan *Fusarium* izolatından 500 µl alınarak içerisinde 250 ml steril patates broth bulunan ortama inokule edilmiştir. Steril ortamda gerçekleştirilen bu aktarma işleminden sonra Erlenmayerin ağzı ateş ile steril edilerek pamuk ile kapatılmıştır. Etiketlemesi yapılan Erlenmayerler 100 rpm hızındaki yatay çalkalayıcıya yerleştirilmiştir. Burada *Fusarium* izolatlarının 15 gün boyunca 24±3 °C oda sıcaklığında yatay çalkalayıcı üzerindeki PDB besi ortamında gelişmesi sağlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Patates Dekstrozo Broth ortamında a) FORL 12 b) FOL14'ün görünümü

3.9. İnokulumların Hazırlanması

FORL ve FOL spor süspansiyonun hazırlanmasında her izolat için PDA'da 7 gün geliştirilmiş tek spor kültürlerinin yüzeyindeki mikrokonidiler içeren miseliyal diskler kullanılmıştır. Diğer taraftan 250 ml Potato Dekstrozo Broth (PDB) ortamı içeren 250 ml'lik erlenlerde 100 rpm karıştırıcı üzerinde 7 gün süre ile 26±2, °C'de koşullarda geliştirilen FORL ve FOL izolatları kullanılmıştır. PDB'de gelişen FORL ve FOL izolatları çift katlı tülbentten geçirilerek mikrokonidia süspansiyonları elde edilmiştir. Morfolojik, mikroskopik ve moleküler olarak belirlenen FORL ve FOL izolatlarından elde edilen süspansiyonlar bir haemocytometer (Thoma lamı) yardımıyla 2×10^8 mikrospor ml^{-1} 'de olacak şekilde konsantrasyonu ayarlandı. FORL ve FOL karşı dayanıklılık için yapılan testlemelerde her bir izolat için 10 ml süspansiyon fidelerin bulunduğu saksılara pipetlerle verilmiştir. İnokule edilen domates fideleri ilk hafta her gün, daha sonraki haftalarda 14., 21., 28. ve 35. günlerde hastalık ölçümleri yapılmıştır. Testlemede kontrol olarak kullanılan domates fidelerinin köklerine 10 ml sadece distile steril su bırakılmıştır.

Deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuş olup her saksıdaki bitki bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Çalışmalarda FOL izolat 14 ve bir FORL izolat 12 test edilmiştir. Her hat için toplamda 30 bitki dikilmiştir. İnokulasyonlar gerçekleştirildikten sonra saksılar 26 ± 2 °C 'de, 16 saat ışık ve 8 saat karanlık bir fotoperiyotda ve % 60-70 arasında değişen nisbi nem koşuluna sahip seralara yerleştirilmiştir. Bitkilerdeki FORL 14 ve FOL 12 nedeniyle oluşan solgunluk ve diğer hastalık gelişimleri ölçümlenmiştir.

3.10. Bitkilerde Hastalıkların Skorlanması ve Ölçülmesi

Yukarıda belirtildiği gibi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL 14 ırk 2) patojeni ile inokule edilen domates bitkilerdeki hastalık gelişmeleri aşağıda verilen 5 basamaklı 0-4 skalası (Çizelge 3.7) kullanılarak ölçümlenmiştir (Altınok ve Kameroğlu 2005).

Çizelge 3.7. FOL için 0-4 skalası

Hastalık Skoru	Fenotipik Hastalık Değerlendirme
0	Köklerde simptom göstermeyen bitkiler (Dayanıklı)
1	Köklerde %25 hastalık (Hassas)
2	Kök dokularında %50 hastalık (Hassas)
3	Köklerde %75 hastalık (Hassas)
4	Kökler %100 hastalıklı (Çok Hassas)

Fusarium oxysporum f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL 12) patojeni ile inokule edilen domates bitkileri sökülerek kök ve kök boğazları incelenmiş ve hastalık şiddeti 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Chandler ve Santelman 1968).

Çizelge 3.8. FORL için 0-4 skalası

Hastalık Skoru	Fenotipik Hastalık Değerlendirme
0	Fidede herhangi bir zararlanma yok (Dayanıklı)
1	Fidenin toprak yüzeyi ile birleştiği yerde renk açılması ve küçük lezyonlar
2	Daha büyük lezyonlar gövdeyi çevirmiş durumda (Hassas)
3	Gövdeyi çevreleyen büyük lezyonlar, sonuçta konkav bir görünüm (Hassas)
4	Organizma zararı sonucu ölü bitki (Çok Hassas)

3.11. Hasta Bitkilerden *Fusarium oxysporum*'un Tekrar İzolasyonu

Hastalık belirtilerine rastlanılan bitkiler serada belirlenip laboratuvara getirilmiştir. Her bir bitki örneğinden hastalıklı bitki dokuları yavaş akan çeşme suyu altında yıkanmış ve %1'lik NaOCl'de 1–2 dakika yüzeyleri steril edildikten sonra steril kurutma kağıtları üzerine bırakılmıştır. Steril kabin içerisinde yüzey sterilizasyonu yapılan 5–6 mm büyüklüğündeki doku parçaları PDA (Patates Dekstrozu Agar) ortamına yerleştirilerek 22-24°C'de 4–5 gün inkube edilmiştir. PDA içeren petri kaplarında gelişen *Fusarium* kolonileri saflaştırılarak mikroskopta tanımlanmıştır.

Çalışmada kullanılan PDA, PDB besiyerleri ve pipet uçları 121 °C'de 2 atmosfer basınçta 15 dk. otoklav edilmiştir. Tüm fungal izolatlar sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere stoğa alınmıştır. Stoğa alınırken 15 gün boyunca PDB besi ortamında geliştirilen *Fusarium* izolatlarından 600 µl alınarak üzerine 400 µl steril gliserol ilave edilerek 1 ml'lik cryo tüplere stoklar oluşturulmuştur. Besi ortamındaki *Fusarium*lar gliserol ile iyice karıştırıldıktan sonra cryo tüpler -20 °C derin dondurucuda saklanmıştır. Bu stoklar gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanılıncaya kadar derin dondurucu muhafaza edilmektedir.

4. BULGULAR

4.1. Patojenisite Testleri

Patojenisite testlerinde Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden temin edilen 20 domates hattı kullanılmıştır. Bitkiler yukarıda belirtildiği gibi *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* 14 ırk 2 ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* 12 izolatları ile inokule edilmiştir. Hastalık gelişimleri inokulasyondan itibaren ilk hafta hergün, sonraki 14, 21, 28. günlerde düzenli olarak ölçümlenmiştir.

Çizelge 4.1. FORL 12 ile inokule edilen bitkilerdeki hastalık gelişimlerinin 0-4 skalasına göre değerlendirilmesi.

FORL 12 ile inokulasyon	
Domates Kaynak Numarası ve Çeşit İsmi	Hastalık Skoru
LA0276 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA0490 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA0687 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA1312 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA1777 (<i>S. habrochaites</i>)	0: Dayanıklı
LA1932 (<i>S. chilense</i>)	0: Dayanıklı
LA1995 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2444 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2458 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2779 (<i>S. chilense</i>)	0: Dayanıklı
LA2818 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2820 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2830 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2934 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	0: Dayanıklı
LA3046 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA3129 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA3473 (<i>S. lycopersicum</i>)	4: Çok Hassas
LA4286 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA4440 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA4442 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
Hazera 5656 F1 (<i>S. lycopersicum</i>)	4: Çok Hassas

Çizelge 4.2. FOL 14 ırk 2 ile inokule edilen bitkilerdeki hastalık gelişimlerinin 0-4 skalasına göre değerlendirilmesi

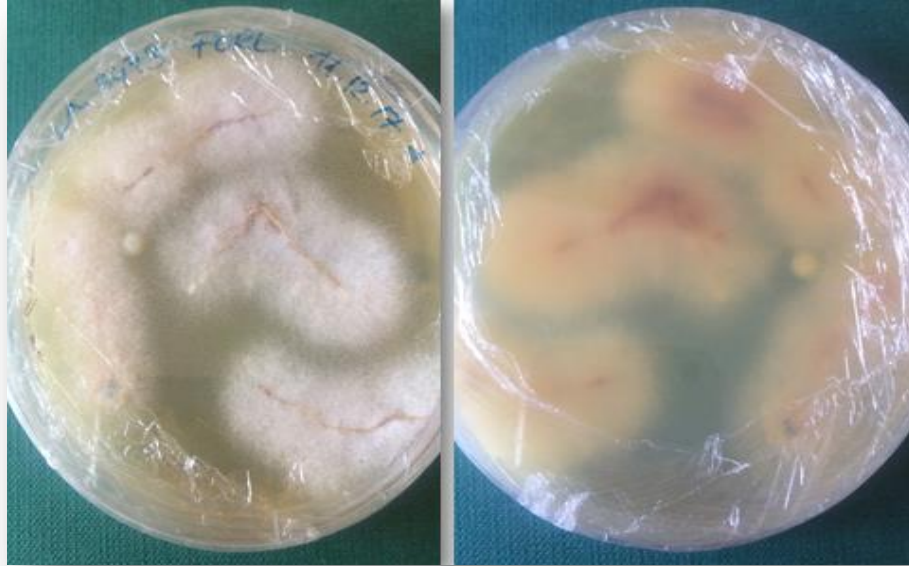
FOL 14 ile inokulasyon	
Yabani Domates Kaynak Numarası	Hastalık Skoru
LA0276 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA0490 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA0687 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA1312 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA1777 (<i>S. habrochaites</i>)	0: Dayanıklı
LA1932 (<i>S. chilense</i>)	0: Dayanıklı
LA1995 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2444 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2458 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2779 (<i>S. chilense</i>)	0: Dayanıklı
LA2818 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2820 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2830 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA2934 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	0: Dayanıklı
LA3046 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA3129 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA3473 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA4286 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA4440 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
LA4442 (<i>S. lycopersicum</i>)	0: Dayanıklı
Hazera 5656 F1 (<i>S. lycopersicum</i>)	4: Çok Hassas

FORL 12 ve FOL 14 izolatlarıyla inokule edilen pozitif kontrol olarak kullanılan Hazera 5656 F1 bitkilerinde tipik hastalık belirtileri ve gelişimleri ölçümlenmiştir. (Hastalık skoru: 4). Patojenisite testlerinde FORL 12 ile inokule edilen hatlardan LA3473 (*S. lycopersicum*) bitkisinin tümünde tipik hastalık belirtilerine rastlanmış olup hastalık skoru 4 (Çok Hassas) olarak ölçümlenmiştir (Şekil 4.1). Ancak FOL 14 ırk 2 ile inokule edilen domates hatlarında herhangi bir hastalık belirtisi rastlanmamış olup bu hatlar için hastalık skoru 0 (Dayanıklı) olarak ölçümlenmiştir (Çizelge 4.2).

FORL 12 ile inokule edilen LA3473 domates hattı inokulasyondan 35 gün sonra tamamen ölmüştür (Şekil 4.1). İnokulasyondan 35 gün sonra köklerden tekrar izolasyon yapılmıştır. İzole edilen funguslar (Şekil 4.2) önce mikroskopik ve morfolojik olarak değerlendirilmiş ve moleküler olarak yapılan analizlerde izole edilen bu fungusun FORL 12 olduğunu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

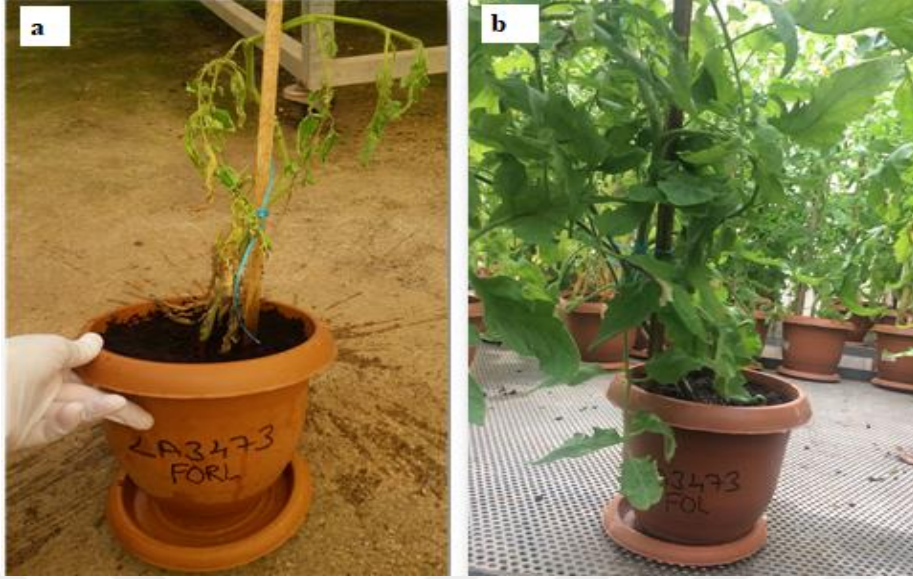


Şekil 4.1. FORL 12 ile inokule edilen LA3473 domates hattın görünümü



Şekil 4.2. LA3473 bitkisi köklerinden tekrar izole edilen FORL 12 nin görünümü

Patojenisite testlerinde kullanılan FORL 12 ve FOL 14 ırk 2 inokulasyonları sonucunda yalnızca LA3473 domates hattının FORL 12 ile hastalanması nedeniyle çalışmada kullanılan hatlar içerisinde en hassas hat olduğunu anlaşılmaktadır. Kullanılan iki *Fusarium* izolatı karşılaştırıldığında LA3473 domates hattının FORL 12 den etkilenerek tipik hastalık belirtilerini göstermesi nedeniyle FOL 14 ırk 2 izolatından daha virulent olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. a) FORL 12 b) FOL 14 görüntüsü



Şekil 4.4. Hazera 5656 F1 bitkilerinde a) FORL 12 b) FOL 14 belirtisi

İnokulasyonda kullanılan *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* 12 diğer patojen *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* 14 ırk 2'ye göre daha virulent olduğu ortaya çıkmıştır. Her iki patojenle inokule edilen bitkilerde ilk başlarda yoğun *Fusarium* solgunluğu belirtileri gözlenirken *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* 14 ile inokule edilen bitkilerde inokulasyondan sonra 14. günden itibaren bir miktar toparlanma gözlemlenirken *F.oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* 12 ile inokule edilen bitkilerde hastalık belirtilerinde azalma olmamıştır.

Kullanmış olduğumuz domates hatları içerisinde LA2830 (*S. lycopersicum*) *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* karşı dayanıklılığı sağlayan *Frl* geni, LA0276 (*S. lycopersicum*), LA0490 (*S. lycopersicum*) ve LA4286 (*S. lycopersicum*)

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* karşı dayanıklılığı sağlayan *I* geni içermektedir. Son olarak LA4286 (*S. Lycopersicum*) *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ırk 2 karşı dayanıklılık sağlayan *I-2* geni bulundurmaktadır (Çizelge 3.6). Bizim yaptığımız patojenisite testlerinde de belirtilen bu hatlar dayanıklı çıkmıştır. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

4.2. Toprakta *Fusarium* Yoğunluğu

Sera ortamında gelişen domates bitkilerinin kök çevresinden alınan toprak örnekleri analiz edildiğinde toprakta bulunan FORL 12 ve FOL14 spor konsantrasyonları arasında istatistik olarak bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.2). Bir başka ifadeyle pozitif kontrol dahil tüm bitkilerin köklerinde aynı sayıda spor konsantrasyonu bulunmaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. FORL 12 ve FOL 14 ile inokulasyonlarından 14 gün sonra 1 gram toprakta bulunan spor sayıları

Domates Hatları	FORL 14 ırk 2 Spor/ml	FOL 12 Spor/ml
Hazera 5656 F1 (Kontrol)	$1,2 \times 10^{8*a,b,c}$	1.0×10^{8a}
LA2934 (<i>S. pimpinellifolium</i>)	$1,2 \times 10^{8a}$	$1,1 \times 10^{8a,b}$
LA3046 (<i>S. lycopersicum</i>)	1.0×10^{8a}	$1,1 \times 10^{8a,b}$
LA3129 (<i>S. lycopersicum</i>)	$1,1 \times 10^{8a,b}$	$1,1 \times 10^{8a,b}$
LA3473(<i>S. lycopersicum</i>)	$1,1 \times 10^{8a,b}$	$1,2 \times 10^{8a,b,c}$
LA4286 (<i>S. lycopersicum</i>)	$1,2 \times 10^{8a,b,c}$	$1.0 \times 10^{8a,b}$
LA4440 (<i>S. lycopersicum</i>)	1.0×10^{8a}	1.0×10^{8a}
LA4442 (<i>S. lycopersicum</i>)	1.0×10^{8a}	$1,2 \times 10^{8a,b,c}$

* LSD (Least Significant Difference): 1.71

Aynı sütün içerisinde benzer harf ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P \leq 0.05$).

5. TARTIŞMA

Domates Genetik Kaynakları Merkezinden Temin edilen Domates Hatlarının *Fusarium* Solgunluk Etmenlerine (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*) Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi' projesiyle bölgemizde sorun olan *Fusarium* genotiplerine karşı dayanıklı ve hassas domates genotipleri belirlenmiştir. Dayanıklı olarak bulunan domates genotipleri ilk etapta elit ticari domates çeşitleri için anaç olarak kullanılabilecektir. Böylece üstün özellikler arz eden ticari domates çeşitleri bu dayanıklı domates anaçları sayesinde *Fusarium* solgunluğu hastalığından etkilenmeden domates üretimi mümkün olacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalar için gerek *Fusarium* genotipleri gerekse dayanıklı olarak bulunan domates hatları klasik ıslah, markör destekli ıslah (Marker assisted selection: MAS), biyoteknolojik ve moleküler çalışmalarda kullanılabilecektir.

Kullanmış olduğumuz domates hatları içerisinde LA2830 (*S. lycopersicum*) *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* karşı dayanıklılık sağlayan *Frl* geni bulunmaktadır. Diğer LA0276 (*S. lycopersicum*), LA0490 (*S. lycopersicum*) ve LA4286 (*S. lycopersicum*) hatlarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* karşı direnç sağlayan *I* geni bulunmaktadır. LA4286 (*S. lycopersicum*) *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ırk 2 karşı dayanıklılığı sağlayan *I-2* geni bulunmaktadır. TGRC çeşitlerde özellikle bu dayanıklılık genlerinde ötürü FORL 12 ve FOL 14 ırk 2 ile testlemiş olduğumuz *Fusarium* etmenlerine dayanıklı olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda FORL ile ilgili genetik dayanıklılığı tek bir dominant *Frl* geni tarafından sağlandığı belirtilmektedir (Roberts vd. 2001). *Frl* genin moleküler markörlerle yapılan haritalama çalışmalarında *Frl* genin domatesin 9. kromozomunda yer aldığı, aynı zamanda *Tobacco Mosaic Virus*'e dayanıklılığı kontrol eden resesif *Tm-2* genine yakın yerde (> 5 cM) bulunduğu belirlenmiştir (Fazio vd. 1999; Vakalounakis vd. 1997).

Fusarium türlerine karşı dayanıklı genlerini içeren dayanıklı çeşitler geliştirmek için ıslah çalışmalarının en iyi yol olduğunu belirlenmiştir (Morid vd. 2012). Benzer şekilde yaptığımız çalışmada kullanılan 20 TGRC domates hattından 19 tanesi FORL 12 ye dayanıklı olduğu anlaşılmıştır. FORL 12 ye hassas bulunan LA3473 domates hattı aynı zamanda FOL 14 ırk 2'ye dayanıklı bulunmuştur. Bu dayanıklı hatların Antalya domates üretim merkezlerinden izole edilen *Fusarium* hastalıklarına dayanıklı olması gelecekte yapılacak dayanıklılık çalışmaları için bir kaynak olarak kullanılabilecektir. Yapılacak moleküler çalışmalar ile bu dayanıklı çeşitlerdeki genlerin bilinen genler ya da farklı genlerden kaynaklandığı ortaya konabilecektir.

Daha önce Vakalounakis vd. (1997) ve Fazio vd. (1999) yaptığı gibi domateste *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'ye dayanıklılıkta *Frl* geninin Tütün mozaik virüsü (*Tobacco Mosaic Virus*)'nün birçok ırkına dayanıklılığı sağlayan *Tm-2* geni ile ilişkisi araştırılmıştır. Benzer bir şekilde çalışmamızda dayanıklılık sağlayan domates hatlarının TMV hastalık etmenleriyle testlenmesiyle viral hastalıklara karşı dayanıklılık sağlayıp sağlamadıkları anlaşılabilecektir.

Çalışmamızda testlediğimiz LA0276, LA0490, LA2820 ve LA2830 domates hatlarında *Verticilium dahliae* hastalık etmenine dayanıklı olduğu bildirilen *Ve* geni bulunmaktadır. Bu hatların TMV ye dayanıklılık *Tm2a* geni, *Fusarium oxysporum* f.sp.

*radicis-lycopersici*ye dayanıklı *Frl* geni, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye dayanıklı *I* ve *I-2* geni, ve *Meloidogyne incognita* 'ya dayanıklı *Mi* geni içeren bitkilerin melezlenmesiyle tüm hastalıklara dayanıklı bitkilerin üretilmesi mümkündür Bu tür melezleme çalışması Barone vd. (2005) tarafından gerçekleştirilmiş olup F_3 ve F_4 düzeyinde homozigot tüm hastalıklara dayanıklı bitkiler üretmişlerdir.

Akdeniz Bölgesinde örtü altı domates yetiştiriciliğinde FOL ve FORL hastalık etmenleri neden olduğu solgunluk hastalığı her yıl ciddi sorunlar oluşturmaktadır (Yücel ve Çınar 1989). *Fusarium* solgunlukları olarak bilinen bu hastalıklara karşı dayanıklı çeşitler kullanılmaktadır (Can vd. 2004; Çolak ve Biçici 2011; 2012). Ancak yurtdışından dayanıklı domates olarak getirilen çeşitler kısa bir süre sonra yetiştirme bölgelerindeki hastalık etmenleri FOL ve FORL karşı hassaslık göstermektedirler (Hajlaoui vd. 2001; Hibar 2002). Bu çalışmayla ilk defa Antalya domates üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* solgunluk etmenleri dünyaca bilinen TGRC domates hatları ile testlenerek fenotipik ve genotipik özellikleri belirlenmiştir. Özellikle ilkbaharda domates üretim alanlarında problem olan FORL hastalık etmenlerine karşı uygun dayanıklılık kaynağının belirlenmesi önem arz etmektedir (Jones vd. 1991; Ozbay vd. 2004).

Hastalıkların kontrolünde kimyasal ilaçların kullanımı en kolay ve en etkili yol gibi görünmekle birlikte, kimyasalların kalıcı etkilerinin insan ve çevre sağlığı yönünden doğurduğu tehlike göz önünde tutulursa hastalıklara karşı dayanıklı çeşit kullanımının önemi kendiliğinden ortaya çıkacaktır. FOL ve FORL hastalık etmenlerine karşı dayanıklı hatların belirlenmesi, bunlardaki farklı dayanıklılık mekanizmalarının karakterize edilmesi ve gelecekte dayanıklı bitkilerin kullanılması bugünden yarın için yapılması gereken bir yatırım olarak görülmelidir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma ile TGRC merkezinden temin edilen 20 domates hattı FOL 14 ırk 2 ve FORL 12 izolatları ile testlenmiştir. Patojenisite testlerinde pozitif kontrol olarak kullanılan Hazera 5656 F₁ domates çeşidi ile birlikte sadece LA3473 hattı FORL ile enfekte olmuştur. Diğer test edilen hatlar FOL 14 ırk 2'ye karşı dayanıklı bulunmuştur.

Test edilerek dayanıklı olduğu bulunan LA0276, LA0490, LA0687, LA1312-3, LA1777, LA1932, LA1995, LA2444, LA2458, LA2779, LA2818, LA2820, LA2830, LA2934, LA3046, LA3129, LA4286, LA4440, LA4442 domates hatlarının ilk etapta anaç olarak kullanımı, sonrasında yapılacak moleküler çalışmalar ile dayanıklı bitkilerin üretimine olanak sağlayacaktır. Mevcut dayanıklılık kaynakları olarak kullanılan domates bitkilerine karşı alternatif bir dayanıklılık kaynağı bulunmuştur.

İlk aşamada izole edilen *Fusarium* solgunlukları izolatları ile belirlenen Amerikan TGRC domates hatlarının inokulasyonları gerçekleştirilmiştir. Patojenisite testleri genetik olarak hassas ve dayanıklı domates hatlarını ortaya koymuştur.

Fusarium solgunluklarına karşı genetik olarak dayanıklı bitkilerin bulunmasıyla bu hastalık etmenlerine dayanıklı olarak bulunan domatesler üzerine aşı yapılacak elit domatesler ile fungal etmenden etkilenmeden üretim yapılması ilk aşamada sağlanabilecektir.

Bu çalışma ile içinde bulunduğumuz bölgemizden izole edilen yerel *Fusarium* ırkları ile domatesin orijininin toplanarak kültüre alınmış Amerika TGRC'den temin edilen bitkiler testlenmiştir. Böylece sorun olan fungal hastalığa karşı küresel ölçekte sonuç bulunmuş olacaktır.

Dayanıklılıkla birlikte uygulanacak ıslah yöntemleri, biyoteknolojik uygulamalar ile *Fusarium* solgunlukları tamamen kontrol edilebilecektir. Bu genetik kontrol yöntemlerinin biyolojik mücadele, solarizasyon gibi çevre dostu uygulamalarla güçlendirilmesi sonucunda bu hastalıklar tamamen kontrol altına alınabilir. Bu çalışma toprak kökenli hastalık etmeni *Fusarium* solgunluğuna karşı dayanıklılık kaynaklarını açıkça ortaya koymaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Abak, K., Daşgan, H.Y., Ve Sarı, N., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Adana 4- 18s.
- Agarwal, V.K., Ve Sinclair J.B., 1987. Principles of Seed Pathology. V., 1, CPC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Agrios, G.N., 2007. Plant Pathology. Fourth Edition, Academic Press Newyork, 635pp.
- Agrios, George N. 1997. Vascular wilts caused by Ascomycetes and imperfect fungi. Plant Pathology 4th edition pp 342-346.
- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Fifth edition, Elsevier Press, Amsterdam.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.N. And Blackwell, M., 1996. Introductory Mycology, John Willey & Sons Inc. USA 869 p.
- Altınok, H.H., Kamberoğlu, M.A., 2005. Adana ve Mersin illerinde patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının yaygınlığı ve şiddeti. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Derg., 20 (4): 1-8.
- Anonim 2003. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) by W.C. Snyder and H.N.Hansat
http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Fusarium/Fusarium_oxysporum.htm
- Anonymous, 1991. Compendium of Tomato Diseases. Ed: J.B. Jones, J.P. Jones, R.E Stall, T.A Zitter. APS Press American Phytopathological
- Anonymous. 2014. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk>. Erişim tarihi:1 Ekim 2014. by Basset, M.J.)AVI publishing company, Westport, Connecticut. 135-171.
- Anonymous. <http://tgrc.ucdavis.edu/spprecommmed.aspx>
- Anonymous. <http://tgrc.ucdavis.edu/Data/Acc/dataframe.aspx?start=AccSearch.aspx&navstart=nav.html>
- Arden F. S. And Alan A. M., 1986. Vegetable Diseases And Their Control, Second Edition, Pp: 614-619.
- Aşkın A. 2008, Ankara İli Ayas, Beypazarı Ve Nallıhan İlçelerindeki Domates
- Attitalla, I. H., Fatehi, J., Levenfors, J., and Brishammar, S., A 2004. Rapid molecular method for differentiating two special forms (*lycopersici* and *radicis-lycopersici*) of *Fusarium oxysporum*. Mycol. Res., 108 (7):787-794.
- Barone, A., Ercolano, M.R., Langella, R., Monti, L. and Frusciante, L., 2005. Molecular marker-asisted selection for pyramiding resistance genes in tomato. Adv. Hort. Sci. 19:147-152.
- Blancard, D., 2005. Domates Hastalıkları Gözlem Teşhis Mücadele, (Ç. Abak, K. ve Sarı, N.), Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Blancard, D., 1994. A Colour Atlas of Tomato Diseases Observation, Identification and Control. INRA Vegetable Pathology Unit France, 210p.

- Bogale, M., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., and Steenkamp, E. T., 2007. Species-specific primers for *Fusarium redolens* and PCR-RFLP technique to distinguish among three clades of *Fusarium oxysporum*. FEMS Microbiol Lett, 271:27-32.
- Booth, C., 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237p.
- Brett A. Summerell, B. Salleh, and John F. Leslie A., 2003. Utilitarian Approach to *Fusarium* Identification. The American Phytopathological Society. Pages 117-128.
- Chandler, J.M and P.W. Santelman, 1968. Interaction of four herbicides with *Rhizoctonia solani* on seedling cotton. Weed Science, (16); 453-454.
- Can, C., S. Yucel, N. Korolev and Katan, T., 2004. First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey. Plant Pathology, 53(6): 814 -814.
- Correll, J. 1991. The relationships between formae speciales, races and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, 81: 1061–1064.
- Çolak, A and Biçici, M., 2012. PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* and races of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* of tomato in protected tomato growing areas of Eastern Mediterranean Region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37 (4): 457-467.
- Çolak, A ve Biçici, M., 2011. Doğu Akdeniz bölgesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* spezial formlarının simptomatolojik ayrımı ile solgunluk ve kök- kök boğazı çürüklüğü hastalıklarının çıkış, şiddet ve yaygınlıklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 2011, 51(4):331-345.
- Dimond, A.E. 1955. Pathogenesis in the wilt disease. Ann. Rev. Plant Physiology, 6:329-350.
- FAO. 2014 Food and Agricultural organization of the United Nations at <http://www.fao.org/statistics/en/> Son erişim tarihi: 02.01.2018.
- FAO. 2016. Food and Agricultural organization of the United Nations at <http://www.fao.org/statistics/en/> Son erişim tarihi: 07.01.2018.
- Farley, J., G. Oakes, And Jaberg, C., 1975. A new greenhouse tomato root rot disease caused by *Fusarium oxysporum*. A preliminary report. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summary 82:27-29.
- Fazio, G., Stevens, M and Scott, J. W., 1999. Identification of RAPD markers linked to *Fusarium* crown and root rot resistance (Frl) in tomato. Euphytica, 105: 205-210.
- Fernandez, D. ve ark. 1994. Molecular characterization of races and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*. Applied Environmental Microbiology, 60: 4039–4046.

- Garıbalı, A., 1995. Soilborne pathogens in greenhouse crops and their control. Integrated Pest and Disease Management in Protected crops, 19-20 June, 1995, IAMZ, Zaragoza.
- Gaumann, E. 1958. The mechanisms of fusaric acid injury. *Phytopathology* 48:670-686.
- Gonsalves, A. K. and Ferreira S. A., 1993. *Fusarium oxysporum*, Crop Knowledge Master.
- Gordon, T.R. and R.D Martyn. 1997. The evolutionary biology *oxysporum*. *Ann. Rev. Phytopath.* 35:11_128.
- Gothoskar, S.S.R.P., Scheffer, J.C.; Walker, and M.A. Stahmann 1955. The role of enzymes in the development of *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopathology*, 45:381-387.
- Gould, W.A. 1983. Tomato Production, Processing and Quality Evaluation. Avi. Pub. Co., Westport, CO., 445. In: Vegetable Breeding. Vol.II.CRC press, Boca Raton, Florida, 165-202.
- Gullino, M. L., 1995. Use of chemicals for managing plant diseases in protected crops. Integrated Pest and Disease Management in Protected Crops, 19-30 June, 1995, IAMZ, Zaragoza.
- Hajlaoui, M.R., Hamza, N., Gargouri, S. and Guermeh A., 2001. Apparition en Tunisie de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis- lycopersici*, agent de la pourriture des racines et du collet de la tomate. *OEPP/EPPO Bull* 31:505–507.
- Hedrick, U.P. 1919. Strutevant Notes on Edible Plants. J.B., Lyon Co., Albany, N.Y. 686.
- Hıbar, K., Edel-Herman, V., Steinberg, Ch., Gautheron, N., Daami-Remadi, M., Alabouvette, C., and ElMahjoub, M., 2007. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* populations isolated from tomato plants in Tunisia. *Journal of Phytopathology*, 155 (3):136-142.
- Jarvis, W. R., and Shoemaker, R. A., 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. *Phytopathology*, 68 (12):1679-1680.
- Jarvis, W.R., 1992. Managing Diseases in Greenhouse Crops. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, 288pp.
- Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., and Zitter, T. A., 1991. Compendium of Tomato Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN., p:14-15, (1991).
- Jones, J.B., Stal, R.E., ve Zitter, T.A., 1991. Compendium of Tomato Disease 73p.APS Pres. New York.
- Jones, J.P. and Overman, A.J. 1971. Control of *Fusarium* wilt of tomato with lime and fumigants. *Phytopathology*, 61:1415-1471.
- Kaloo, G., 1988. Breeding vegetable crops for tolerance to stress environments.

- Katan, J. 1987. Soil solarization. In: Chet K (ed) Innovative Approaches to Plant Disease Control, pp. 77- 105, John Wiley, Chichester.
- Kistler, H.C., 2001. Evolution of Host Specificity in *Fusarium oxysporum* (B.A. Summerel, J.F. Leslie, D. Backhouse, W.L. Bryden and L.W. Burgess, eds.). *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Pres, St. Paul, Minn., p. 70-82.
- Kurt, Ş., 2016. Bitki Fungal Hastalıkları. Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fakültesi
- Malathrakıs. N.E., 1995. Foliar diseases in greenhouse crops. Integrated Pest and Disease Management in Protected Crops, 19-30 June, 1995, IAMZ, Zaragoza.
- Menzies, J. G., Koch, C., and Seywerd, F., 1990. Additions to the host range of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Plant Disease, 74:569-572.
- Miller, A.S., Rowe, C.R., Riedel, M.R., 1996. *Fusarium* and *Verticillium* wilts of tomato, potato, pepper and eggplant. The Ohio State University Extension Plant Pathology, HGY-3122-96. 2021 Cofey Road. Columbus, OH 43210108
- Momol, T., Ji, P., Pernezny, K., Robert McGovern, R. and Olson, S., 2005. Three Soilborne Tomato Diseases Caused by *Ralstonia* and *Fusarium* Species and their Field Diagnostics. Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Published February 2005. Please visit the EDIS Web site at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Nelson Dıgnanı, M.C. And Anaıssıe, E.J., 1994. Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of *Fusarium* Species. Clin. Microbiol. Rev., 7: 479-504.
- Nelson, A.J., Toussoun, T.A. And Marasas, W.F.O., 1983. *Fusarium* Species. The Pennsylvania State University Press University Park and London, 190p.
- Ozan, S., ve Maden, S., 2004. Ankara İli Domates Ekiliş Alanlarında Solgunluk ve Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Hastalık Etmenleri. Bitki Koruma Bülteni, 44 (1-4):105-120.
- Ozbay, N., Newman, S. E., and Brown, W.M., 2004. Evaluation of *Trichoderma harzianum* strains to control crown and root rot of greenhouse fresh market tomatoes. Proc. XXVI IHC- Managing Soil-Borne Pathogens, Ed. A. Vanachter, Acta Hort. 635, ISHS 2004:79-85.
- Özer, Ç., Basım, H., Baki, D., ve Can, S., 2017. Antalya Örtüaltı Domates Üretim Alanlarında *Fusarium* Solgunluk Hastalığına Sebep Olan (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* 'nin Farklı genotiplerinin Belirlenmesi
- 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.
- Peralta, I.E., & 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. Enhancing resisistance of
- Rekah, Y., Shitienberg, D., and Katan J., 2001. Population dynamics of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in relation to the onset of *Fusarium* crown and root rot of tomato. *European Journal of Plant Pathology*, 107 (4):367-375.
- Rick C.M. 1973. Potential genetic resources in tomato species: Clues from observation in native habitats. *Basic Life Sciences*, 2: 255-269. New York
- Rick, C.M. 1976. Tomato in N.W. Simmonds (Ed.). "Evaluation of crop plants". P:268 Longman, London.
- Rick, C.M., & Holle. M. 1990. Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*: Genetic variation and its evolutionary significance. *Economic Botany*, 44(3): 69-78.
- Roberts, P. D., MCGovern, R. J., and Datnoff, L. E., 2001 *Fusarium* crown and root rot of tomato in Florida. University of Florida, IFAS Extension, pp.52.
- Roselló, S., Díez, M.J., & Nuez, F. 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. The tomato spotted wilt virus- a review. *Scientia Horticulturae*, 67: 117-150.
- Rowe, R.C and Farley, J. D., 1978. Control of *Fusarium* crown and root rot of greenhouse tomatoes by inhibiting recolonization of steam – disinfested soil with a captafol drench. *Phytopathology* 68:1221-1224.
- Rowe, R.C., 1980. Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and root rot of greenhouse and field-grown tomatoes in North America and Japan. *Phytopathology* 70: 1143-1148.
- Singleton, L. L., Mihail, J. D., Rush, C. M., 1992. *Methods for Research on Society*, St. Paul, Mn. 100p.
- Summerell, B.A., Leslie, J. F., Backhouse, D., Bryden, W. L. and Burgess, L.W., 2001. *Fusarium*, Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Press, St. Paul, Minnesota, p.190-192.
- Şeniz. V. 1992. Domates Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, 174, İstanbul.
- Taylor, J. B. 1986. Biosystematic of the Tomato. In: *The tomato crop: A scientific basis for improvement*. Atherton, J.G. and Rudich, J. (Eds.), Chapman and Hall, 1-34, London.
- Tigchelaar, E.C., 1986. Tomato breeding. In: *Breeding Vegetable Crops* (Ed. tomato and hot pepper to Pythium diseases by seed treatment with fluorescent
- TÜİK, 2015. Meyvesi için yenilen sebzelerin istatistiksel veri sonuçları <http://rapory.tuik.gov.tr/26-09-2017-20:00:12> Son erişim: 07.01.2018.
- TÜİK, 2016. Meyvesi için yenilen sebzelerin istatistiksel veri sonuçları <http://rapory.tuik.gov.tr/26-09-2017-20:00:12> Son erişim: 07.01.2018.
- TÜİK, 2017. Meyvesi için yenilen sebzelerin istatistiksel veri sonuçları <http://rapory.tuik.gov.tr/26-09-2017-20:00:12> Son erişim: 07.01.2018.

- Vakalounakis, D. J., Laterrot, H., Moretti, A., Ligoixakis, E. K. And Smardas, K., 1997. Linkage between *Frl* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* resistance) and *Tm-2* (*Tobacco mosaic virus* resistance-2) loci in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Ann. Appl. Biol. 130:319-323.
- Walker, J.C. 1971. *Fusarium* wilt of tomato. Monograph No. 6. St Paul Minnesota, U.S.A. American Phytopathological Society.
- Whipps, J. M. and Lumsden, D. R. 1991. Biological control of *Pythium* species. Biocontrol Science and Tecnology, 1, 75-90.
- Windles, C.E., 1992. *Fusarium*. Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. APS Pres, st. Paul, Mnn., p: 115-129.
- Wong, M. Y., 2003. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder and H.N.Hans, PP728 Soilborne Plant Pathogen Class Project.
- 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.).
- Yiğit, F., Arıkan, K., ve Balaban, Y.Y., 2007. Patojen Olmayan *Fusarium* Türleri İle Domateste *Fusarium* Kök Çürüklüğü Hastalığının Biyolojik Kontrolü Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21 (42): 59-63
- Yoksuloğlu, F., 2001. Domates yetiştiriciliği ve Domates Virüs Hastalıkları. ÇÜ Bitki Koruma Bölümü, Mezuniyet Tezi.
- Yucel, S ve Çınar, A., 1989. Domates *Fusarium* Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* *schlecht*, f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyd. and Hans) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin ve Toprak Solarizasyon Uygulamasının Etkileri. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, cilt:13,sayı: 1372 -1393.

ÖZGEÇMİŞ

SEMRA CAN

E-mail: cansemra07@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2017	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi
2006-2010	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat