



**İĞDIR İLİNDE DOMATES (*Solanum lycopersicon* Mill.) BİTKİSİNDEN İZOLE
EDİLEN *Fusarium* TÜRLERİ VE PATOJENİTELERİ**

Elif PALA

Yüksek Lisans Tezi

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

1. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ

2. Danışman: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IĞDIR İLİNDE DOMATES (*Solanum lycopersicon* Mill.) BİTKİSİNDEN İZOLE
EDİLEN *Fusarium* TÜRLERİ VE PATOJENİTELERİ

Elif PALA

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

IĞDIR
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Elif PALA



Bu çalışma İğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2017- FBE-L18

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

ÖZET

IĞDIR İLİNDE DOMATES (*Solanum lycopersicon* Mill.) BİTKİSİNDE İZOLE EDİLEN *Fusarium* TÜRLERİ VE PATOJENİTELERİ

PALA, Elif

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

1. Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ

2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

Ağustos 2019, 43 sayfa

Bu çalışma, Iğdır ilinde 2015-2016 yılları arasında domates bitkilerinden izole edilen *Fusarium* türlerinin tespiti ve patojenitelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Survey çalışmaları Ağustos-Kasım ayları arasında Iğdır merkez ve merkeze bağlı köylerde (Oba, Kasımcan, Kuzugüden, Hakmehmet, Akyumak, Özdemir, Sarıçoban, Yüzbaşılar, Yukarıçarıklı, Küllük ve Bayraktutan), Aralık ve Karakoyunlu ilçelerinde yapılmıştır. Bu çalışmada 27 domates ekim alanında survey yapılmış ve toplam 426 domates bitkisi toplanmıştır. Hastalıklı domates bitkilerinden yapılan izolasyonlarda 233 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Bu izolatlar arasında *F. oxysporum* (110) ve *F. solani* (108) en fazla izole edilen türler olmuştur. Çalışmada izole edilen diğer türler ise *F. incarnatum* (8) ve *F. fujikuroi* (7) olarak belirlenmiştir. *Fusarium* türleri arasından seçilen izolatlar ile Süper domates çeşidinde patojenite denemesi kurulmuştur. Bu deneme sonucunda %75 oranındaki hastalık şiddeti ile virülensliği en yüksek izolatu (HMK-2-6) *F. oxysporum*'a ait olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Iğdır, Domates, *Fusarium* spp. Patojenite

ABSTRACT

PATHOGENICITY AND *Fusarium* SPECIES ISOLATED FROM TOMATO (*Solanum lycopersicon* Mill) PLANT IN İĞDIR PROVINCE

Elif PALA

Master Thesis, Plant Protection Main Discipline

1st Thesis Adviser: Asst. Prof. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ

2nd Thesis Adviser: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

August 2019, 43 Pages

This study was conducted with the aim of determining pathogenicity and *Fusarium* species isolated from tomato (*Solanum lycopersicon*) in İğdir province during 2015-2016. The surveys were conducted between August and November in central district of İğdir and the villages connected to the district (Oba, Kasımcan, Kuzugüden, Hakmehmet, Akyumak, Özdemir, Sarıçoban, Yüzbaşılar, Yukarıçarıklı, Küllük and Bayraktutan), Aralık and Karakoyunlu districts. In this study, a total of 426 tomato plants were collected from 27 locations. As a result of the isolations, 233 *Fusarium* isolates were obtained from diseased tomato plants. Among these isolates *F. oxysporum* (110) and *F. solani* (108) were the most isolated species. The other species isolated in the study were determined as *F. incarnatum* (8) and *F. fujikuroi* (7). The pathogenicity test was done in Super tomato cultivar with the selected isolates among the *Fusarium* spp. As a result of the pathogenicity test, it was determined that the highest virulence (HMK-2-6) were found as *F. oxysporum* (75%).

Keywords: İğdir, Tomato, *Fusarium* spp. Pathogenicity

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelen domates, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünler arasında yer almaktadır. Domateste verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalıklar arasında fungal etmenlerin oluşturduğu hastalıklar büyük önem taşımaktadır. Fungal hastalık etmenleri arasında ise *Fusarium* türleri doğada yaygın görülen patojenler olarak dikkat çekmektedir. Toprakta ve organik materyaller üzerinde farklı şekillerde yaşayabilen *Fusarium* türleri toprak kökenli bitki hastalıklarının başında gelmektedir. Bu hastalıklar uygun koşullarda domates bitkisinde hızla yayılmaktadır. Yapılan bu çalışmada Iğdır İli'nde domates yetiştiriciliği yapılan alanlardan *Fusarium* türleri izole edilmiş ve bu türlerin patojeniteleri belirlenmiştir.

Yüksek lisans tez çalışmamda, konunun belirlenmesi, planlanması ve tamamlanması aşamalarında bütün laboratuvar çalışmalarında, sonuçlarının değerlendirilmesinde yakın ilgi ve desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ hocama şükranlarımı sunarım. İzolatların ölçümleri için bana yardım eden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÇALIŞIR hocama teşekkür ederim. Patojenite denemeleri kurulup sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve her aşamada bana destek veren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre DEMİRER DURAK hocama çok teşekkür ederim. İstatistik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Cem TIRINK hocama teşekkür ederim. Beni her zaman destekleyen aileme çok teşekkür ederim. Bu çalışmada emeği geçen fakat adı geçmeyen tüm arkadaşlarıma da sonsuz teşekkür ederim.

Elif PALA

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Domatesin Önemi ve Yetiştiriciliği.....	1
1.2. <i>Fusarium</i> spp.'nin Tanımı Simptomları ve Mücadalesi.....	4
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve METOT	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.2. Kullanılan alet ve malzemeler.....	12
3.2. Metot.....	12
3.2.1. Bitki örneklerinin toplanması.....	12
3.2.2. Enfekteli bitki materyallerinden <i>Fusarium</i> izolasyonu.....	12
3.2.3. Etmenin morfolojik olarak tanımlanması.....	13
3.2.4. Patojenite testi.....	13
3.2.5. İstatistik analiz verileri.....	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	16
4.1. Domates Tarlalarında Tespit Edilen <i>Fusarium</i> Türleri.....	16
4.2. <i>Fusarium</i> spp.'nin Kültürel ve Morfolojik Özellikleri.....	20
4.2.1. <i>Fusarium oxysporum</i>	20
4.2.2. <i>Fusarium solani</i>	21
4.2.3. <i>Fusarium incarnatum</i>	22
4.2.4. <i>Fusarium fujikuroi</i>	23
4.3. Patojenite Testi.....	25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	36

KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	44



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%.....	Yüzde
°C.....	Santigrat derece
da.....	Dekar
dk.....	Dakika
g.....	Gram
ha.....	Hektar
kg.....	Kilogram
l.....	Litre
µ.....	Mikron

Kısaltmalar

<i>ESD</i>	En yüksek skala değeri
<i>FAO</i>	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
<i>FOL</i>	<i>Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici</i>
<i>FORL</i>	<i>Fusarium oxysporum f. sp. radidis</i> <i>lycopersici</i>
<i>NaOCI</i>	Sodyum hypoklorit
<i>PDA</i>	Patates Dekstroza Agar
<i>SA</i>	Su Agar
<i>SB</i>	Aynı skala değerindeki bitki sayısı
<i>SD</i>	Skala değeri
<i>TUİK</i>	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SayfaNo
Şekil 4.1. Domates tarlalarının genel görüntüleri.....	16
Şekil 4.2. Domates bitkisinin kök boğazı ve gövde kısmından alınan örneklerin SA'da ekim görüntüsü.....	18
Şekil 4.3. Saflaştırılan <i>Fusarium</i> spp.'nin tek sporların elde edilmesi.....	18
Şekil 4.4. Tek spor olarak geliştirilen <i>Fusarium</i> izolatlarının PDA'daki görüntüsü	19
Şekil 4.5. <i>Fusarium oxysporum</i> izolatının PDA'daki koloni gelişiminin görüntüsü (A: üstten, B: alttan).....	20
Şekil 4.6. <i>Fusarium oxysporum</i> 'un makro, mikro konidileri ve klamidiosporları (bar: 20µm).....	20
Şekil 4.7. <i>Fusarium solani</i> 'nin PDA'daki kolonin gelişiminin görüntüsü (A,C: üstten, B,D: alttan).....	21
Şekil 4.8. <i>Fusarium solani</i> 'nin mikro, makro konidileri ve klamidiosporları (bar: 20µm). 22	22
Şekil 4.9. <i>Fusarium incarnatum</i> 'un PDA'daki koloni gelişim görüntüsü (A: üstten, B: alttan).....	22
Şekil 4.10. <i>Fusarium incarnatum</i> 'un makro, mikro konidileri (A) ve klamidiosporları (B) (bar: 20µm).....	23
Şekil 4.11. <i>Fusarium fujikuroi</i> 'nin PDA'daki koloni gelişim görüntüsü (A: üstten, B: alttan).....	23
Şekil 4.12. <i>Fusarium fujikuroi</i> 'nin makro ve mikro konidileri (bar: 20µm)	24
Şekil 4.13. Patojenite testinde kullanılan domates bitkilerinden genel görüntü.....	25
Şekil 4.14. <i>Fusarium</i> spp.'nin domates bitkisinde neden olduğu solgunluk.....	26
Şekil 4.15. Hastalıklı domates bitkilerin topraktan çıkarılması (A) ve köklerin suyla yıkanması (B).....	27
Şekil 4.16. Hastalıklı domates bitkilerin kök (A) ve boyların (B) ölçümü.....	27
Şekil 4.17. <i>Fusarium</i> spp.'nin bitkide yaptığı solgunluk (A) ve kontrol bitkisinin (B) görüntüsü	28
Şekil 4.18. <i>Fusarium</i> spp.'nin kökte oluşturduğu lezyon (A) ve kökün zayıflaması (B)...	28
Şekil 4.19. <i>Fusarium oxysporum</i> izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri	32

Şekil 4.20. <i>Fusarium solani</i> izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri.....	33
Şekil 4.21. <i>Fusarium incarnatum</i> izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri	34
Şekil 4.22. <i>Fusarium fujikuroi</i> izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri	35



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. 2018 yılında Türkiye’de yetiştirilen domates ekim alanı (da) ve üretim miktarı (bin ton)	3
Çizelge 1.2. 2014-2018 yılları arasında Iğdır merkez ve ilçelerinde domates ekim alanı ve ton ağırlığı	3
Çizelge 3.1. Hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan skala	14
Çizelge 4.1. Iğdır ilinde 2015-2016 yılları arasında survey yapılan ilçeler ve köyler.....	17
Çizelge 4.2. <i>Fusarium</i> spp.’nin ilçe ve köylere göre dağılımı	19
Çizelge 4.3. Patojenite denemesi sonuçlarına göre <i>Fusarium</i> izolatlarının domateste hastalık şiddeti (%), bitki boyu, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığa etkileri.....	30

1. GİRİŞ

1.1. Domatesin Önemi ve Yetiştiriciliği

Domates (*Solanum lycopersicon* Mill, 1768) Solanaceae familyasında yer alan tek yıllık sıcak ılıman iklim sebzesidir. Güney Amerika'nın Peru ve Meksika bölgesi domatesin gen merkezi olarak bilinmektedir. Dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelen domates, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünler arasında yer almaktadır (Yoksuloğlu, 2001; Varol, 2008).

Domates tohum ile çoğaltılan bir sebze olmasına rağmen yetiştirmek için en yaygın olan üretim şekli fide ile üretimdir. Bitki üretiminde tohum çimlenme kasalarına veya viollere (3-4 g/m²) ekilir ve ilk gerçek yaprağı oluşturduğu zaman genç fidelikler harç doldurulmuş plastik saksılara veya tüplere şaşırtılır. Bazen de şaşırtma yapmadan fide tohumları viollerde yetiştirilebilir ve çıplak köklü fideler şeklinde tarlaya şaşırtılır. Bu şekilde yetiştirilen bitkilerin çok sık olmamasına dikkat etmek gerekir. Fide yetiştiriciliğinde ise genel olarak torf-perlit-vermikülit, torf-perlit-toprak veya yanmış hayvan gübresi-kum-toprak gibi karışımlar kullanılmaktadır. Tohumların çimlenmesi için en uygun olan toprak sıcaklığı 12-15 °C'dir. Bu sıcaklıklarda tohumlar 5-13 gün içinde çimlenmektedir (Abak ve ark., 2000; Kaygısız, 2004).

Domates ılık ve sıcak iklim sebzesidir. Soğuklardan hoşlanmaz. Güneşli sıcak iklimlerde domates meyveleri şekerce zengin, renkleri koyu ve olgun olur. Domates yaz mevsimi serin ve çok bulutlu geçen yerlerde tam olgunlaşamaz. Bitkiler (-2)-(-3)°C sıcaklıkta ölebilirler. Bundan dolayı ilkbaharda don tarihleri geçmeden fideler dışarıya çıkartılmamalıdır. Fidelerin yetiştirildiği dönemde en uygun sıcaklıklar gündüz 18-22°C, gece 13-14°C'dir. Kök gelişimi için ise toprak sıcaklığının 12-15°C'nin üzerinde olması gereklidir (Abak ve ark., 2000). Bu dönemde gece sıcaklığının düşük olması erkencilik açısından sakıncalıdır. Domates en iyi gelişimini 15-28°C arasındaki sıcaklıklarda gösterir. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda da bitki gelişmesi devam eder fakat döllene olmaz, çiçekleri dökülür, çekirdeksiz küçük meyveler meydana gelir. Gece-gündüz sıcaklıkları arasındaki fark hem meyve bağlamayı olumlu yönde etkiler hem de olgunlaşan meyvede renk maddeleri oluşumunu sağlar. Tüm bu hususlar domates çeşitlerinin geliştirilmesine yansır (Tigchelaar, 1986). Domatesin özellikle

ekstrem sıcaklıklar, tuzluluk, kuraklık, çevre kirliliği gibi bir çok çevresel stres koşullarına hassas olduğu bilinen bir gerçektir (Kaloo, 1988).

Domates tropikal bölgelerde çok, diğer bölgelerde ise tek yıllık bir kültür bitkisidir. Yetiştirme yapılan bölgelerde çiftçilerimizin önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Sağlık ve beslenme yönünden çok yararlı olan domates, derin, geçirgen, su tutma kapasitesi iyi, organik ve besin maddelerince zengin pH'sı 5-7 (hafif asit) olan topraklarda en iyi sonucu vermektedir. Dünya'da ve Türkiye'de taze ve işlenerek tüketimi en başta gelen sebzeler arasında yer almaktadır (Günay 1981; Vural ve ark., 2000).

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre domates yıllık üretim açısından en popüler sebzeler arasında 6. sırada yer almaktadır. Çin, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye, Yunanistan, İran, İtalya, Brezilya ve İspanya dünyanın en büyük üreticileri arasında yer alan 9 ülke olup, yıllık üretimin % 74'ünden fazlası bu ülkelerde gerçekleştirilmektedir (Akbar *et al.*, 2018).

Ülkemiz sahip olduğu iklim özellikleri sayesinde sebze üretiminde dünya üzerinde önemli ülkelerden biri durumundadır. Sebze üretiminde ilk sıralarda yer alan Marmara, Akdeniz ve Ege bölgelerinde büyük boyutlarda domates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Domates iklim farklılıklarına karşı dayanıklı ve kolay yetiştirilmesinden dolayı çoğu üretici ve tüketici için tercih edilmekte ve ülkemizin yaş sebze üretiminde en önemli ürünler arasında bulunmaktadır (Küçükkaya, 2012).

Domates Türkiye'de en fazla üretilen sebzeler arasında yer almaktadır. Domates üretimi sofralık ve salçalık olarak ikiye ayrılır. 2018 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de üretilen sofralık domatesin ekim alanı 1.175.095 da, salçalık domatesin ekim alanı ise 519.742 da'dır. Üretim miktarı açısından değerlendirildiğinde ise sofralık domates üretimi 8.414.920 ton olup salçalık domates üretimi 83.735.080 ton olarak belirlenmiştir (Çizelge 1.1.). Iğdır ilinde ise 2014-2018 yılları TÜİK verilerine göre domates toplam ekim alanı 66.340 da iken üretim miktarı 206.356 ton'dur (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.1. 2018 yılında Türkiye’de yetiştirilen domates ekim alanı (da) ve üretim miktarı (bin ton) (TUİK, 2018)

Domates çeşidi	Ekim alanı ve Üretim miktarı	Yıllara göre				
		2014	2015	2016	2017	2018
Sofralık	Ekim Alanı (da)	1.230.976	1.257.121	1.248.324	1.235.094	1.175.095
	Üretim miktarı (ton)	7.935.110	8.170.000	8.581.247	8.789.719	8.414.920
Salçalık	Ekim Alanı (da)	599.314	614.516	558.549	539.647	519.742
	Üretim miktarı (ton)	3.914.890	4.445.000	4.018.753	3.960.281	3.735.080

Çizelge 1.2. 2014-2018 yılları arasında Iğdır merkez ve ilçelerin de domates ekim alanı ve ton ağırlığı (TUİK, 2018)

Yıllara göre	Iğdır ilçeleri	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)
2014	Merkez	13.004	39.677
	Aralık	250	636
	Karakoyunlu	2.400	7.080
2015	Merkez	13.112	40.359
	Aralık	300	759
	Karakoyunlu	1.800	5.267
2016	Merkez	13.612	49.324
	Aralık	310	818
	Karakoyunlu	2.800	8.478
2017	Merkez	4.312	19.762
	Aralık	360	961
	Karakoyunlu	2.827	8.577
2018	Merkez	3.813	15.609
	Aralık	360	963
	Karakoyunlu	7.080	8.086
Toplam		66.340	206.356

Tarımda verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalıklar arasında fungal etmenlerin oluşturduğu hastalıklar büyük önem taşımaktadır. Özellikle toprak kaynaklı hastalıklar, kültür bitkilerinde çökerten, fide yanıklığı, kök, kök boğazı çürüklüğü ve

solgunluk gibi hastalıklara sebep olmakla birlikte ekonomik açıdan oldukça tahripkar sonuçlar oluşturmaktadır. Fungal hastalık etmenleri arasında ise *Fusarium* türleri doğada yaygın görülen patojenler olarak dikkat çekmektedir. Toprakta ve organik materyaller üzerinde farklı şekillerde yaşayabilen *Fusarium* türleri özellikle, domates üretilen alanlarda önemli verim kayıplarına sebep olan toprak kökenli bitki hastalıklarının başında gelmektedir (Garret, 1970; Yücel ve Çınar, 1989; Özer, Soran, 1991; Agrios, 1997).

1.2. *Fusarium* spp.'nin Tanısı Simptomları ve Mücadalesi

Dünyanın geniş coğrafik alanlarında yaygın olarak bulunan *Fusarium* cinsinin bazı türleri kozmopolit olup, serin-hafif sıcak, ılıman alanlarda bulunur. Bir çok tür veya alt türün ise çok seçici alanlarda belirli bitki türleri ile ilişkili olduğu görülmektedir (Sangalang *et al.*, 1994). *Fusarium* türleri klamidiospor veya hifleri ile bitki kalıntıları ve organik maddeler üzerinde yaşamlarını devam ettirebilmektedir. Bazı türler ise hava yoluyla yayılan konidilere sahiptir ve bu türler sap, yaprak ve bitkilerin çiçek kısımlarında kolonize olmaktadır. *Fusarium* türleri bitkide, toprakta ve mikroflorada bulunmaktadır (Hoog *et al.*, 2000).

Patojen sıcak koşullarda çok iyi gelişmekte ve büyük problem oluşturmaktadır. Özellikle seracılığın yapıldığı yerlerde 27-34 °C arasındaki sıcaklıklar ve nemli ortamlar patojen için uygundur. 14°C'ye kadar düşük sıcaklıklarda ve ortamlarda hayatını devam ettirebilir (Anonim, 2019).

Fusarium spp.'nin 3 eşeysiz sporu bulunmakta ve bu türler kumlu topraklarda, tropikal ve subtropikal iklim koşullarında daha zararlı olmaktadır. Çok rastlanan mikrokonidiler 1-2, makrokonidiler 3-4 bölmeli olup klamidiosporları kalın hücre duvarlarına sahiptirler. Makrokonidiler incelendiğinde muz gibi kıvrık sporları ile en iyi şekilde tanılır (Anonim, 2019).

Fusarium türleri domateste kök ve kök boğazı çürüklüğüne ve solgunluğa neden olmaktadır. Bu türler domates bitkisinin köklerinin korteks ile ksileminde kahverengi kuru çürüklük oluşturmakta ve bitkinin yaşlanmasıyla birlikte köklerin dış yüzeylerinde parçalanmalar meydana getirmektedir. Domates üretilen alanlarda *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*'nin kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olduğu ve bitkilerin bu

kısımlarında derin nekrotik simptomlar meydana getirdiği belirlenmiştir (Jones *et al.*, 1991; Agrios, 2005; Omar, 2006).

Toprak üstü organlarda ilk belirtiler meyve tutumu döneminde yaşlı yaprak kenarlarının sararması ile görülmeye başlar. Gövde üzerinde, toprak seviyesinde ve altında kenarları genellikle pembe veya kırmızı renkte nekrotik lezyonlar oluşturur. Belirtiler yavaş yavaş üstteki genç yapraklara doğru ilerler ve bu dönemlerde yapraklar solar ve kurur. Lezyonlar dışarıdan içeriye doğru gelişir ve yağmurlardan sonra sisli havada etmenin sporları bol miktarda oluşur. Bazı bitkilerde sapın içinde, topraktan yukarıya doğru uzanabilen bir renk değişikliği de meydana gelebilir. Hastalanan domates bitkilerinden bazılarının boyları kısa kalır, hızla solar ve kurur bazılarında ise solgunluk yavaş gelişir ve bitkinin hasat dönemine kadar canlılığını sürdürebilir (Jones *et al.*, 1991; Agrios, 2005). Hastalığın erken belirtileri domates bitkilerinde sararma, tam yetişmemiş kotiledon yaprakları, bodurlaşma veya yaprak sayılarının azalması şeklinde gözlenmektedir. İlerleyen dönemlerde bitkide kök çürümelerine, solma veya ölümlere neden olmaktadır (Roberts *et al.*, 2000). Patojenin taşınması, yağmur damlaları, sulama suyu, rüzgar veya hava hareketleri aracılığıyla meydana gelmektedir (Jones *et al.*, 1991).

Genelde toprak kaynaklı patojenler ile çevresel ve ekonomik zorluklardan dolayı mücadele etmek oldukça zordur. Bu nedenle *Fusarium* türleriyle mücadele uygulamalarında konvansiyonel mücadele yöntemlerinin patojen kontrolünü sağlamada ve baskılamada etkisiz olduğu gözlenmektedir (Yücel, 1989; Yıldız, 1999).

Dünya çapında önemli ürünlerin yok olmasına neden olan bu yıkıcı hastalıkla mücadele için geliştirilen ilk yöntemler, kültürel, fiziksel ve kimyasal yöntemlerdir (Ajillogba *et al.*, 2013). Ülkemizde konvansiyonel tarım sistemlerinde bitki patojenlerine karşı tarımsal mücadele uygulamaları kimyasal mücadele olarak bilinmektedir. Ancak suni gübre kullanımı ve yetiştiricilik işlemleri ile sağlanan etki, bitki sağlığı ve gelişimi açısından süreklilik arz etmemekte ve kendine özgü çevresel ve sağlık sorunları yaratmaktadır. Etkili mücadeleler için hastalığın doğası, gelişimi, davranışı veya çevre koşulları iyi bilinmelidir. Bu sebeplerden dolayı toprak kökenli patojenler ile mücadele yöntemlerinde yetersiz kalması ve dünyada çevre sağlığı konusundaki hassasiyetin artması, araştırmacıların ekolojik tarım çerçevesinde, biyolojik mücadele alanında çalışmaya ve yeni biyolojik mücadele alanları bulmaya yöneltmiştir. Biyolojik

mücadele etkin ve kalıcı bir mücadele sağlamak için iyi bir potansiyele sahiptir ve bu nedenle her geçen gün daha fazla ilgi çekmektedir (Şavur, 2015).

Domates fidelerini üreten firmalar genellikle kök çürüklüğü hastalığı ile mücadele uygulamalarında istedikleri sonucu alamamaktadırlar. Bunun en önemli sebebi ise *Fusarium* hastalığına farklı türlerin sebep olması ve pestisit uygulamalarında hepsine ait etkili bir fungusitin bulunmamasıdır. Son zamanlarda doğa ve insan sağlığı açısından bitkisel ürünlerde kalıntı sorunu oluşturan bitki koruma ürünlerine alternatif ürün arayışına gidilmiş ve alternatif uygulamalar gündeme gelmiştir (Özgören *et al.*, 200; Tosun, 2005).

Rhizospheric ve endofitik mikroorganizmalar *F. oxysporum* ile rekabete girerek patojeni baskılamada etkili olan yöntemler arasında yer almaktadır. *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. gibi bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri *Fusarium*'un inhibe edilmesini sağlamaktadır (Ajilogba *et al.*, 2013).

Iğdır ilinde, ekonomi büyük ölçüde tarıma dayalıdır. Aras Nehri'nin suladığı ova, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki en önemli bitkisel üretim alanlarından biri olup bu alanda yaygın domates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gerek tarafımızca yapılan tarla surveyleri sonucunda gerekse domates yetiştiriciliği yapan çiftçilerin getirdiği örneklerden oldukça fazla *Fusarium* hastalığı ile enfekteli tarla tespit edilmiştir. Bu nedenle, Iğdır ilinde domates bitkilerinden izole edilen *Fusarium* türlerinin belirlenmesi ve domateste patojenitelerinin tespit edilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye’de domates üretimi yapılan sera ve tarlalarda verim ve kalite kayıplarına neden olan zararlı patojen gruplar arasında funguslar önemli bir yere sahiptir. Domates yetiştiriciliğinde karşılaşılan en yaygın fungal hastalıklar arasında, kök çürüklüğü, solgunluk, kurşuni küf, erken yaprak yanıklığı, külleme ve mildiyö hastalıkları gelmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde fungal hastalıklarla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olup, özellikle sebzelerde çökerten hastalığının domateste %32, patlıcanda %46 ve biberde %21 oranında kayıplara neden olduğu rapor edilmiştir (Akyalçın, 1971). Akdeniz Bölgesi’nde yapılan bir çalışmada örtü altı sebze alanlarında enfekteli olan domateslerde *S. sclerotium*, *F. oxysporum*, *A. solani*, *Fusarium* spp. ve *Verticillium* spp.’i izole edilmiştir (Yücel, 1994).

Yusufeli (Artvin) ve Uzundere (Erzurum)’de seralarda yetiştiriciliği yapılan domateslerde görülen fungal etmenleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmada da, *Alternaria alternata*, *A. solani*, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora* sp., *Pythium deliense*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *Rhizoctonia solani*, iki nükleuslu *Rhizoctonia* ve *Stemphylium botryosum* tespit edilmiştir (Eken ve Demirci, 1998).

Ankara ili ve ilçelerinde domates yetiştirilen alanlarda kök ve kök boğazı çürüklüğü ile solgunluk hastalığına neden olan fungusların ciddi verim kayıplarına sebep olduğu belirtilmiştir. Hastalıklı bitkilerden; *Pyrenochaeta lycopersici*, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani*, *R. solani*, *Alternaria alternata*, *Verticillium dahliae* ve *Phytophthora nicotiana* var. *parasitica* fungusları izole edilmiştir. 3 farklı çeşit ile kurulan patojenite denemesinde *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani*, *R. solani* ve *V. dahliae* patojen fungus türleri olarak tespit edilmiştir (Ozan ve Maden, 2004).

Malatya ve ilçelerinde sebzelerin bulunduğu tarlalarda yapılan bir çalışmada, domates bitkisinde %13,33 *F. oxysporum*, %10 *P. ultimum* var. *ultimum*, %6,66 *A. alternata*, %10 *A. solani*, %10 *R. solani*, %20 *F. solani*, %10 *Macrophomina*

phaseolina, %16,66 *P. capsici* ve %3,33 *S. Sclerotiorum* fungusları izole edilmiştir (Kırbağ ve Turan, 2006).

Domates tarlalarında fungal hastalık etmenlerin yaygınlık oranı ve hastalık şiddetini belirlemek için yapılan bir çalışmada; domates köklerinden; *Phoma destructiva*, *F. solani*, *Rhizoctonia tuliparum*, *Colletotrichum coccodes*, *Rhizopus stolonifer* ve *Rhizoctonia solani*, yapraklarından ise *Alternaria alternata*, *Leveillula taurica*, *Stemphylium solani*, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans*, *Septoria lycopersici*, *Cladosporium fulvum* ve *Ulocladium atrum* izole edilmiştir. Domates bitkisinin köklerinde fungal patojen şiddetine bakıldığında; *F. solani*, *R. tuliparum*, *R. stolonifer*, *R. solani*, *P. destructiva*, *C. Coccodes* yapraklarında ise; *P. infestans*, *A. alternata*, *C. fulvum*, *B. cinerea*, *U. atrum*, *S. lycopersici*, *S. solani*, ve *L. taurica* olarak belirlenmiştir. Elazığ ili domates ekim tarlalarında fungal hastalık etmenlerinin ortalama yaygınlık oranı %17,67 ve ortalama hastalık şiddeti %28,66 olarak saptanmış, hastalık oranının *A. alternata*, *R. solani* ve *L. taurica*'da en yaygın hastalık şiddetinin ise *A. alternata*, *R. solani* ve *S. solani*'de en yüksek olduğu saptanmıştır (Mutlu ve Üstüner, 2017).

Toprak kökenli bitki patojenlerinden biri olan *Fusarium* türleri, doğada yaygın olarak var olan ve zaman zaman baskın hale geçerek hastalık oluşturan türlerdir (Fravel *et al.*, 2002).

Avustralya'nın Queensland eyaletinde domateste solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni olan *F. oxysporum*'un ırklarının ve vejetatif uyumluluk gruplarının belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, 22 *F. oxysporum* izolatu ve düşük oranda da *Pythium* izolatları elde etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda *F. oxysporum* izolatların bir kısmı *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* olarak belirlenirken, bir kısmının da *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* olduğu tespit edilmiştir. Patojenite denemesi sonucunda *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* izolatlarının bitkide kök ve kök boğazı çürüklüğüne sebep olduğu ve bitkilerin çoğunda bu izolatların virülensliğinin yüksek olduğu saptanmıştır. *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* izolatlarının bir kısmının patojen olmadığı, patojen olanlarında bitkide solgunluğa sebep olduğu ve bitkilerin özellikle vasküler dokularında tıkanmalara, renk değişimlerine neden olduğu belirtilmiştir (Ramsey *et al.*, 1992).

Fusarium solgunluğu, Meksika'da domates üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olarak gösterilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada vasküler dokularında solgunluk ve sararma semptomları gösteren domates bitkilerinden 1050 izolat elde edilmiştir. Patojenik izolatlar, TEF-1 α geni ve ITS bölgesinin filogenetik analizi, morfolojik özellikler ve patojenite testleri ile değerlendirilmiştir. Patojenik 15 *Fusarium* izolatından 7 tanesi *F. oxysporum*, 8 tanesi ise *F. falciforme* olarak tanımlanmıştır. Patojenite çalışmalarında en agresif tür *F. falciforme* olarak belirlenmesine rağmen izolatlar arasında virülenslik açısından farklılık olduğu tespit edilmiştir (Vega, Gutiérrez *et al.*, 2019). Meksika'da yapılan başka bir çalışmada *Fusarium* türlerinin domateste hastalık yoğunluğunun %12-85 arasında olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, 40 izolat morfolojik karakterleri açısından değerlendirilmiş ve 38 izolat *F. oxysporum*, 2 izolat *Fusarium* sp. olarak tanımlanmıştır (Isaac *et al.*, 2018)

Pakistan'da domatesi enfekte eden *Fusarium* türlerini tespit etmek için survey çalışmaları yapılmış ve izolatlar morfolojik ve moleküler olarak karakterize edilmiştir. *Fusarium incarnatum-equiseti* (%68,9) baskın tür olarak belirlenirken onu sırasıyla *F. graminearum* (%20,7), *F. acuminatum* (%6,8) ve *F. solani* (%6,8) türleri takip etmiştir. Yapılan patojenite denemelerinde *Fusarium* spp.'nin bazılarının şiddetli semptomlar oluşturduğu bazılarının ise orta seviyede semptomlar gösterdiği buna bağlı olarak virülenslik derecesinde farklılık olabileceği tespit edilmiştir (Akbar *et al.*, 2018).

Çin'de domateste *Fusarium* solgunluğunun ana patojenlerini belirlemek için yürütülen bir çalışmada, 105 *Fusarium* izolatı elde edilmiştir. Morfolojik ve moleküler testler sonucunda; *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. chlamydosporum*, *F. sporotrichioides* ve *F. semitectum* olmak üzere 7 tür belirlenmiştir. Bu türler içerisinde en yüksek izole edilen tür *F. oxysporum*'dur. Patojenite testlerinde *F. oxysporum* f. sp. *lycopercicum* race 3 (%46), *F. solani* (%46,5), *F. verticillioides* (%44,8) ve *F. subglutinans* (%38)'in hastalık şiddeti açısından aynı grupta yer aldığı, *F. oxysporum* f. sp. *lycopercicum* race 2 (%64,3)'nin ise en yüksek hastalık şiddetine sahip olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir (Chang *et al.*, 2018).

Türkiye'de domates bitkisinde verim ve kalite kayıplarına neden olan toprak kaynaklı fungal patojenleri tespit etmek için yapılan çalışmalarda *Fusarium* türleri tespit

edilmiş ve bu türler arasında *F. equiseti*, *F. solani* ve *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* türlerinin en çok karşılaşılan patojenler olduğu tespit edilmiştir (Çınar ve ark.,1982; Filiz, 1985; Öz, 1985).

Türkiye’de 55 bitki türünde 31 *Fusarium* türünün olduğu belirlenmiştir. Domates bitkisinden izole edilen *Fusarium* spp.’nin bölgelere göre değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. *F. solani*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, Çukurova’da *F. solani* Balıkesir, Muğla, Aydın, Manisa, İzmir, Denizli ve Kütahya illerinde; *F. oxysporum* Çanakkale ve Uşak illerinde; *F. equiseti* Ankara ilinde; *F. solani* Ege’de, *Fusarium semitectum* ve *F. oxysporum* ise İzmir, Çanakkale ve Uşak illerinde bulunmuştur (Özer ve Soran, 1991).

Akdeniz Bölgesin’de sera domates yetiştiriciliğinde ilk zamanlarda *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’nin domateste solgunluk hastalığına sebep olduğu vurgulanırken (Yücel ve Çınar 1989), daha sonraları Can ve ark (2004), *F. oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*’nin domateste kök ve kök boğazı çürüklük hastalığına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Morfolojik özellikleri açısından birbirinden ayırt edilmesi kolay olmayan bu hastalıklardan, alanda ilk olarak hangisinin daha yoğun olduğunun bilinmesi bunlara karşı etkili bir mücadele yapılması açısından önemlidir (Çolak ve Biçici, 2011).

Aydın ve ilçelerinde domates üretilen alanlarda bitkilerin kök ve kök boğazında hastalığa neden olan *Fusarium* türlerini tespit etmek amacıyla 1996 ve 1997’de survey çalışmaları yapılmış ve izolasyonlarda %81,08 oranında *Fusarium* spp. elde edilmiştir. *Fusarium* spp.’i içerisinde %48,15’lik oran ile *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’nin en fazla izole edilen tür olduğu bu türü %33,33 oranı ile *F. solani* ve %18,52’lik oranı ile *F. equiseti*’nin takip ettiği belirtilmiştir. Domateste vasküler solgunluğa sebep olan toprak kaynaklı fungal etmenler arasında ilk başta *F. oxysporum*’un alt gruplarının ve son dönemlerde önemli hale gelen *F. oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*’nin oluşturduğu *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğünün önemli olduğu vurgulanmaktadır (Yıldız ve Döken, 2001).

Adana ve Mersin illerinde 2007-2008 yılları arasında domates yetiştirilen seralarda *F. oxysporum* hastalığının ortalama hastalık oluşumu ve şiddeti tespit

edilmiştir. Farklı bölgelerden alınan 87 izolatın %60'ı *F. oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*, %40'ı *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'si olarak tespit edilmiştir (Çolak, 2011).

SC 2121, H 2274, Ancor ve Falcon domates çeşitlerinde *V. dahliae* ve *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum*'un patojenitelerinin test edildiği bir çalışmada her iki fungusun patojenik etki açısından birbirlerinden farklı etki göstermedikleri, buna karşın çeşitlerin patojenlere gösterdiği reaksiyonlar açısından farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin boy, ağırlık ve klorofil bakımından negatif yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Arcagök, 2008).



3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Iğdır ilinde domates ekim alanlarından toplanan bitki örnekleri ve bu bitkilerden elde edilen *Fusarium* izolatları ile yörede yaygın yetiştiriciliği yapılan Süper domates çeşidi bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

3.1.2. Kullanılan alet ve malzemeler

Çalışmada kullanılan alet ve malzemeler: Mikroskop otoklav, hassas terazî, manyetik karıştırıcı, saf su cihazı, steril kabin, buzdolabı, kurutma kağıdı, erlenmayer, Petri kutusu, bistüri, pens, budama makası, enjektör, iğne, eppendorf tüp, otomatik pipetler, test tüp, inkübatör, lam ve lameldir

3.2. Metot

3.2.1. Bitki örneklerinin toplanması

Bu çalışma 2015-2016 yıllarında Iğdır İl (merkez ve melekli beldesi), ilçe (Karakoyunlu, Aralık) ve merkeze bağlı köylerde (Akyumak, Bayraktutan, Hakmemet, Kasımcı, Kuzugüden, Küllük, Oba, Özdemir, Yukarıçarıklı ve Yüzbaşılar) Ağustos-Eylül ayları arasında yürütülmüştür. Survey çalışmalarında tarlanın köşelerinden yürüyerek 5-6 adımda bir hastalık belirtisi gösteren domates bitkileri toplanmıştır. Tarlaların büyüklüğüne göre tesadüf örnekleme yöntemiyle tarlayı temsil edecek şekilde 15-17 domates örneği alınmış toplamda 426 örnek toplanmıştır. Etiketlerle yerleri belirtilen bitki örnekleri poşet torbalar içerisine konulup, laboratuvara getirilip buzdolabında izolasyon yapılabilecek kadar muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Enfekteli bitki materyallerinden *Fusarium* izolasyonu

Survey yapılan tarlalardan toplanan hastalıklı domates bitkileri mikroskopik olarak incelenmiş daha sonra çeşme suyu ile yıkanmış ve %70'lik alkolle dezenfekte edilmiştir. Hastalıklı bölgeler kök boğazı ve gövde kısmından izolasyon amacıyla ayıklanmış, 1-2 cm büyüklüğünde kesilmiştir. Daha sonra %2 oranında NaOCl çözeltisini kullanarak 2-3 dakika yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Ardından 3 kez 1-2 dk saf suda bekletilerek durulanmış ve steril kurutma kağıtları üzerine steril pensle bırakılarak kurutulmuştur. Su agarı (SA) ortamı 121°C sıcaklıkta 15 dakika steril

edilmiş, sterilizasyon sonrasında soğutulmuş ve 9 cm çapına sahip olan steril petrilere dökülmüştür. Takiben SA ortamı katılaştıktan ve soğuduktan sonra yüzey sterilizasyonu yapılmış doku parçalarından 2 gövde ve 2 kök boğazı olmak üzere her petriye 4'er adet olacak şekilde steril kabin içerisinde ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriyer 25°C'de karanlık koşullarda 5-6 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda farklı gelişme gösteren koloniler saflaştırılarak *Fusarium* spp. izolatları PDA ortamına (9 cm) petri kaplarına aktarılmıştır. Petri kapları 25°C'de 7-10 gün arayla inkübasyona bırakılmıştır. PDA'da saf gelişimi sağlayan izolatların tek sporları dilüsyon yöntemi ile elde edilmiştir. Bu yöntemde her bir izolat için 4 tane 2 ml'lik ependorf tüp kullanılmıştır. Otomatik pipet yardımıyla birinci sıradaki tüplere 1000 µl steril saf su sonra 2, 3 ve 4'üncü sıradakine 900 µl steril saf su konulmuştur. PDA'da gelişen *Fusarium* izolatlarından petri kaplarına bir parça alınarak 1000 µl ilk ependorf tüpüne bırakılmış, tüpler 1'er dk vortekste karıştırıldıktan sonra 1000 µl tüpten 100 µl alınıp diğer 900 µl tüplere konulmuş ve onlarda karıştırılıp en son tüp 1000 µl olunca tüpte olan sporlar boş olan 9 cm'lik petri kaplarına dökülmüştür. Bu 1000 µl'lik spor konsantrasyonunun üzerine ise normal dökülme sıcaklığından biraz daha soğuk streptomycinli PDA dökülmüştür. 2-3 gün sonunda tek sporlar saf bir şekilde gelişmiş ve hazırlanan PDA'lara ekim yapıldıktan sonra ışık altında 6-7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası renklenme tamamen ortaya çıkan kolonilerden kesit alınarak PDA içeren 10-20 cm'lik test tüplerine aktarılmış ve geliştikten sonra +5°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Etmenin morfolojik olarak tanımlanması

Fusarium türlerinin morfolojik özellikleri mikroskopik incelemelere göre yapılmıştır. Mikroskopik yöntemle tanımlamada, *Fusarium* türleri optimum 22-25 °C'de 7-10 gün bir süre ile PDA ve SA'da inkübasyona bırakılmıştır. *Fusarium* türlerinin tanıları koloni rengi, spor yapıları, makro ve mikro konidi şekli, spor boyutları (n=25) ve bölmeleri, klamidospore şekli ve fialid özellikleri gibi morfolojik karakterlere göre yapılmıştır (Nelson *et.al.*, 1983; Summerel *et.al.*, 2001).

3.2.4. Patojenite testi

Domates bitkilerinden elde edilen izolatları temsil edecek şekilde 30 *Fusarium* izolatı seçilmiştir. (*F. oxysporum*: 9, *F. solani*: 15, *F. incarnatum* ve *F. fujikuroi*: 3)

Patojenite denemesi için yörede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Süper domates çeşidi kullanılmıştır. Patojenite testi için domates tohumları yıkanarak %70'lik alkol ile dezenfekte edilmiş, plastik bardaklarda hazırlanan torf ve perlit (2:1) karışımın içine 3'er tohum olacak şekilde ekilmiştir. Bitki 10 gün süre ile 25±1 °C'de sıcaklıkta, 24 saat aydınlık koşullarını sağlayan iklim odasında yetiştirilmiştir. Bitkiler 3-5 yapraklı olduğu zamanda 15 cm çaplı bardaklarda bir bitki kalacak şekilde seyreltilmiş ve bu haliyle bir hafta bekletilmiştir. Deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve kontrol ile birlikte toplam 130 bitki yetiştirilmiştir. Bu bitkilerde besin element eksikliği görüldüğü için Hoagland çözeltisi 15'er gün arayla her bitkiye ilk defasında 10 ml daha sonra 20 ve 30 ml olarak verilmiştir. PDA'da 15 gün geliştirilen *Fusarium* türleri ile 10⁶ spor/ml'lik spor solüsyonu hazırlanmış ve her bir bitki köküne 10 ml olarak verilmiştir. Kontrol bitkileri için de aynı işlemler yapılarak köklere saf su verilmiştir. Bitkilerde oluşan belirtilere 15 günde bir bakılmıştır. Patojenite denemesi 2,5 ay sonra değerlendirilmiş ve 0-5 skalası (Çizelge 3.1.) kullanılarak hastalık şiddeti hesaplanmıştır (Akbulut, 2014).

Çizelge 3.1. Hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan skala

Skala değeri	Açıklama
0	Lezyon yok
1	1 yaprakta solgunluk (%1-25)
2	2-3 yaprakta solgunluk (%26-49)
3	Bitkinin yarısında solgunluk (%50-74)
4	Bitkinin tamamında solgunluk (%75-100)
5	Ölü bitki

Tanımsal skala üzerinden belirlenen değerlerle hastalık şiddeti aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Hastalık Şiddeti} = \left[\frac{\sum (SD \times BS)}{ESD} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

SD: Skala değeri

BS: Aynı skala değerindeki bitki sayısı

ESD: En yüksek skala değeri

TB: Toplam bitki sayısı

Patojenite denemesi sonucunda tüm domates bitkilerinin boy ve kök uzunluğu ölçülmüş, yaş ağırlıkları tartılmıştır. Bu bitki örnekleri kese kağıtları içerisine bırakılarak 70 °C'de iki gün kurutulmuş ve kuru ağırlıkları tartılmıştır (Isaac *et al.*, 2018).

Reizolasyon işlemi için her izolattan temsili olarak bir bitki seçilmiş ve kök kısmından kesilen parça %2'lik NaOCl'de 1 dk bekletildikten sonra 1dk da steril saf suya bırakılarak yüzey dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Daha sonra 1 dk steril saf suya bırakılmış, kurutma kağıdına alınıp kurutulmuş ve ardından bu bitki parçaları hazırlanan SA'na aktarılmış ve 25°C'de bir hafta inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.5. İstatistik analiz verileri

Verilerin istatistik analizinde SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Domates Tarlalarında Tespit Edilen *Fusarium* Türleri

İğdır ili (Merkez ve Melekli beldesi), ilçeleri (Aralık, Karakoyunlu) ve köylerinde (Akyumak, Bayraktutan, Hakmemet, Kasımcın, Kuzugüden, Küllük, Oba, Özdemir, Sarıçoban, Yukarıçarıklı ve Yüzbaşılar) domates üretim alanlarında 2015-2016 yılları arasında yapılan survey çalışmalarından elde edilen (Şekil 4.1.) 426 domates bitkisinden izolasyon yapılmıştır. Yapılan izolasyon çalışma sonucunda 233 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Survey yapılan tüm arazilerde domates bitkisinde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığına rastlanılmıştır (Çizelge 4.1.).



Şekil 4.1. Domates tarlalarının genel görüntüleri

Çizelge 4.1. İğdır ilinde 2015-2016 yılları arasında survey yapılan ilçeler ve köyler

Lokasyon	Survey sayısı	Toplama Tarihi	Toplanan Bitki Sayısı	<i>Fusarium</i> izolat Sayısı
Aralık ilçesi	1	17-10-2016	10	5
Karakoyunlu ilçesi	2	23-09-2016	16	8
		23-09-2016	16	10
Melekli beldesi	2	23-09-2016	17	10
		23-09-2016	16	10
İğdır Merkez	1	23-09-2016	16	8
Akyumak köyü	1	05-10-2016	16	10
Bayraktutan köyü	2	31-10-2016	15	8
		31-10-2016	16	7
Hakmemet köyü	2	30-09-2016	16	10
		30-09-2016	15	10
Kasımca köyü	2	03-08-2015	16	4
		03-08-2015	16	14
Kuzugüden köyü	2	30-09-2016	16	13
		30-09-2016	16	8
Küllük köyü	1	31-10-2016	16	8
Oba köyü	4	30-09-2016	16	10
		30-09-2016	16	4
		03-08-2015	16	14
		03-08-2015	16	9
		05-10-2016	16	7
Özdemir köyü	3	05-10-2016	16	12
		05-10-2016	16	10
		05-10-2016	16	10
Sarıçoban köyü	1	05-10-2016	16	4
Yukarı çarıkçı köyü	2	31-10-2016	16	5
		31-10-2016	16	3
Yüzbaşılar köyü	1	05-10-2016	17	11
TOPLAM	27		426	233

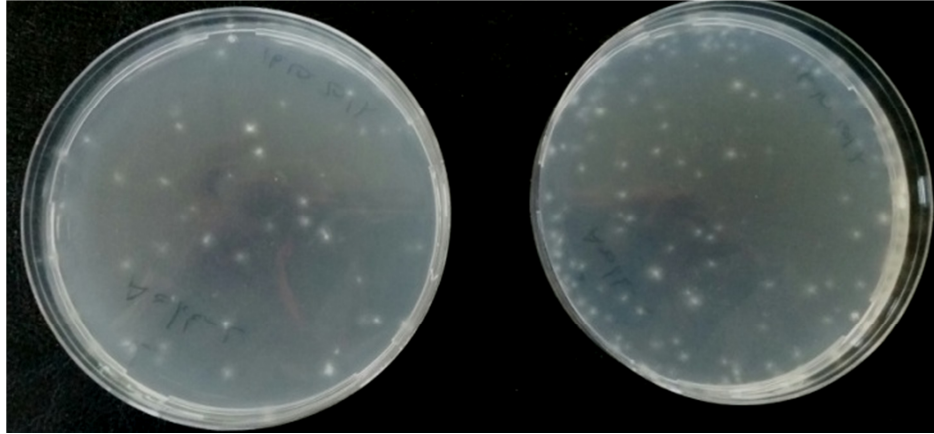
Yapılan surveylerde toplanan hastalıklı domates örnekleri laboratuvara getirilmiş, bitkinin kök boğazı ve gövdesinden alınan doku parçaları SA'ya bırakılmıştır. Daha sonra saflaştırılan izolatlardan tek sporlar elde edilmiştir (Şekil 4.2- 4.3.- 4.4.).



Şekil 4.2. Domates bitkisinin kök boğazı ve gövde kısmından alınan örneklerin SA'da ekim görüntüsü



Şekil 4.3. Saflaştırılan *Fusarium* spp.'nin tek sporlarının elde edilmesi



Şekil 4.4. Tek spor olarak geliştirilen *Fusarium* izolatlarının PDA'daki görüntüsü

Survey çalışmalarının yürütüldüğü ilçeler ve köylere ait domates üretimi yapılan tarlalardan *Fusarium* türlerinin dağılımlarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. İzolasyon çalışmaları sonucu elde edilen izolatlar arasında *F. solani* ve *F. oxysporum*'un en fazla izole edilen türler olduğu *F. incarnatum* ve *F. fujikuroi*'nin ise az sayıda izole edildiği tespit edilmiştir. *Fusarium* spp.'nin ilçe ve köylere göre dağılımı Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. *Fusarium* spp.'nin ilçe ve köylere göre dağılımı

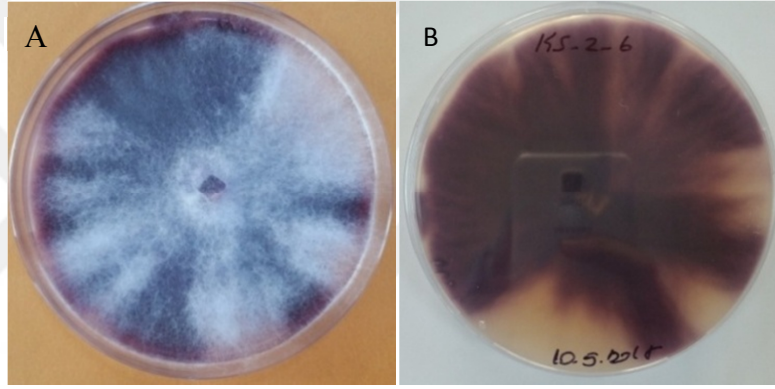
Lokasyon	<i>Fusarium</i> spp.				Toplam
	<i>F.oxysporum</i>	<i>F.solani</i>	<i>F.incarnatum</i>	<i>F.fujikuroi</i>	
Aralık ilçesi	3	2	-	-	5
Karakoyunlu ilçesi	8	10	-	-	18
İğdır Merkez	3	5	-	-	8
Merkez-Akyumak	5	5	-	-	10
-Bayraktutan	5	8	2	-	15
-Hakmemet	14	4	1	1	20
-Kasımcan	12	6	-	-	18
-Melekli beldesi	11	6	1	2	20
-Oba	16	20	1	-	37
-Kuzugüden	14	6	-	1	21
-Küllük	1	7	-	-	8
-Özdemir	11	17	2	-	30
-Sarıçoban	1	3	-	-	4
-Yüzbaşılar	3	6	-	2	11
-Yukarıçarıkçı	3	3	1	1	8
TOPLAM	110	108	8	7	233

4.2. *Fusarium* spp.'nin Kültürel ve Morfolojik Özellikleri

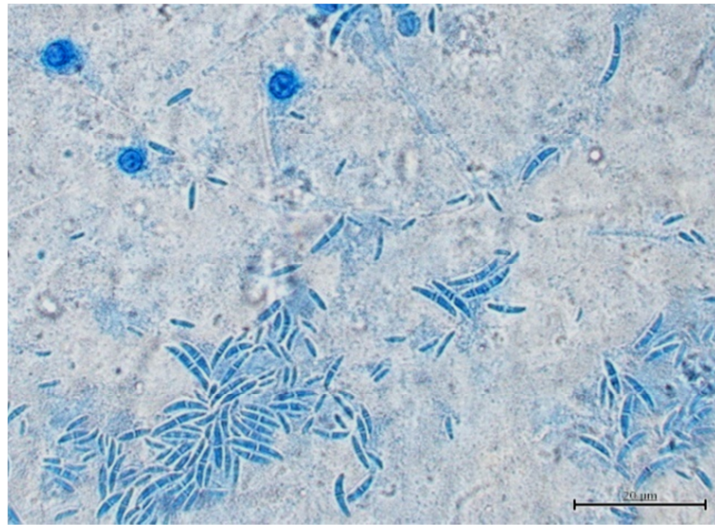
4.2.1. *Fusarium oxysporum* Schlechtendal, 1824

Koloniler PDA'da hızlı büyümekte, bol havai misel oluşturmakta, gevşek ve pamuksu gelişmektedir. Kültür renkleri ise mor, açık mor, menekşe ve şeftali renklerdir. *F. oxysporum* izolatının PDA'daki koloni gelişiminin görüntüsü Şekil.4.5.'te verilmiştir.

Mikrokonidileri 0-1 bölmeli, silindirik, oval ve elipsoid'dir. Makrokonidiler ise 3-4 bölmeli oraksı, çok az kavisli, apikal hücre, kancalı ve bazal hücreler oldukça belirgin saptır. Klamidiospor ise termikal veya interkalar, tek, çift, 2 ve daha fazla kısa zincir ya da küme şeklindedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. *Fusarium oxysporum* izolatının PDA'daki koloni gelişiminin görüntüsü (A: üstten, B: alttan)

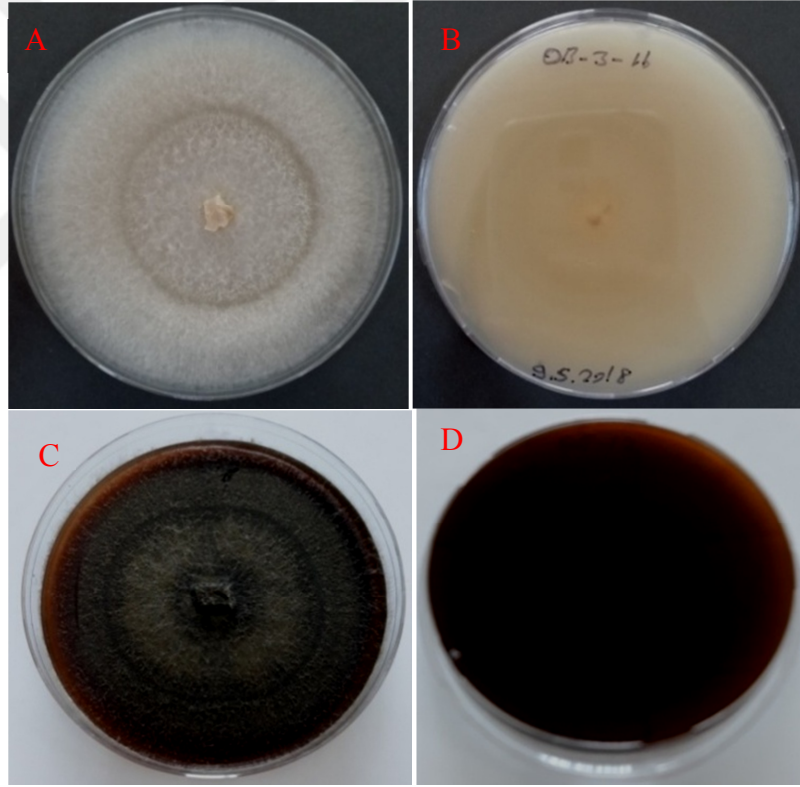


Şekil 4.6. *Fusarium oxysporum*'un makro, mikrokonidileri ve klamidiosporları (bar: 20µm)

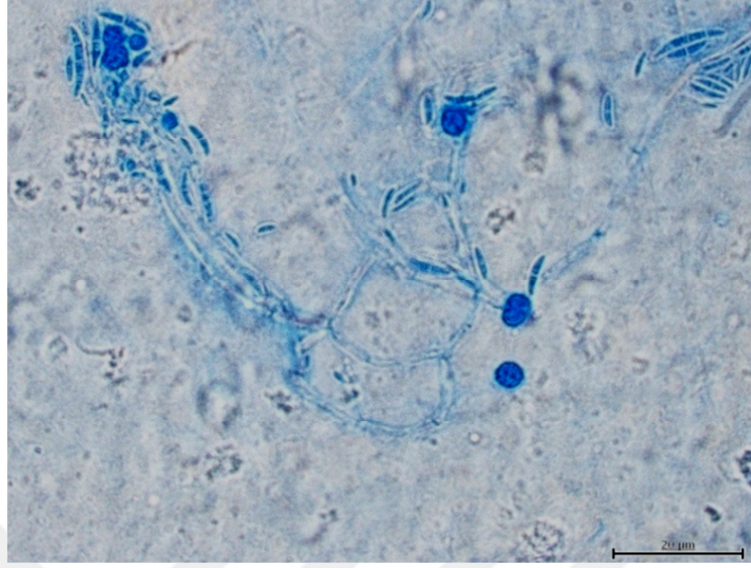
4.2.2. *Fusarium solani* Sacc., Michelia, 1881

Koloniler PDA'da hızlı gelişmektedir. Havai miseller genellikle seyrek, lokal olarak pamuksu gelişmektedir. Kültür renkleri ise krem, deve tüyü, kahve, açık kahve, grimsi, beyaz veya yeşilimsi renkte koloni altı rengi ise deve tüyü rengindedir (Şekil 4.7.).

Mikrokonidiler 1-2 hücreli, oval, elipsoid ve silindirik şekilde oluşmaktadır. Makrokonidiler ise eğik, apikal hücre kısa ve küt, bazal hücre sapı belirgin değildir. Makrokonidiler genellikle 3 bölmeli olarak gelişmektedir. Klamidospor ise bol terminal ya da interkalar şeklinde oluşmaktadır (Şekil 4.8.).



Şekil 4.7. *Fusarium solani*'nin PDA'daki koloninin gelişiminin görüntüsü (A,C: üstten, B,D: alttan)

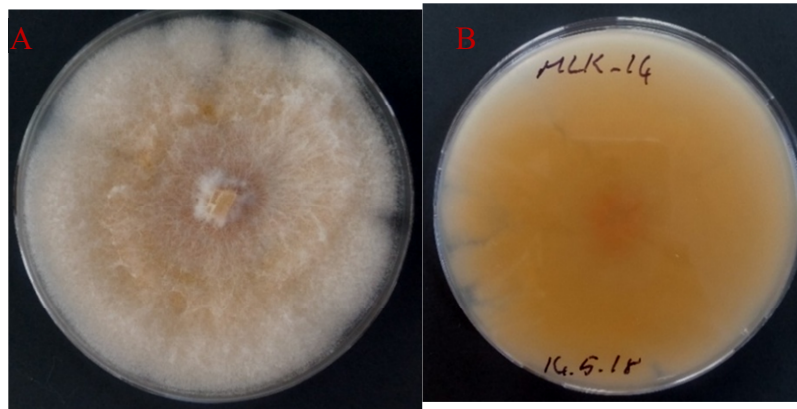


Şekil 4.8. *Fusarium solani* 'nin makro, mikro konidileri ve klamidiosporları (bar: 20µm)

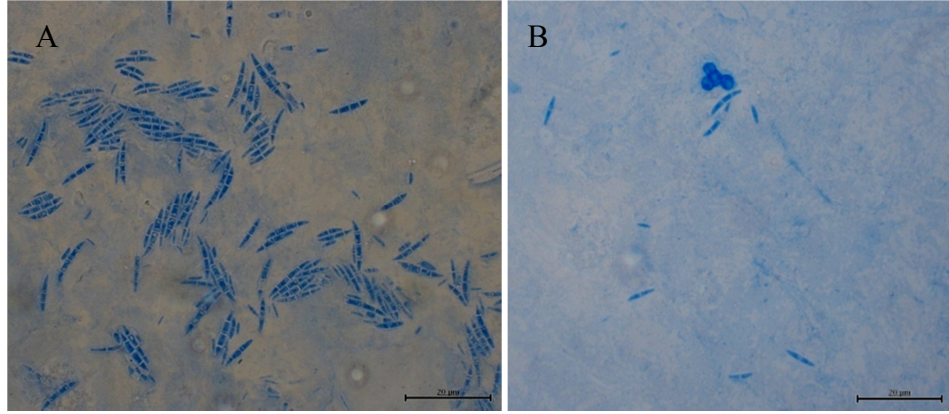
4.2.3. *Fusarium incarnatum* (Desm.) Sacc., 1886 (accepted name)

Etmen PDA'da bol havai misel oluşturmaktadır. Bazen keçe gibi, bazen seyrek, beyazımsı şeftali renkte ya da sarımsı kahverengi, koloni altı ise sarımsı renkte olmaktadır. Şekil 4.9. verilmiştir.

Makrokonidileri ise çok uzun ve çok ince olup tipik olarak orak şeklindedir. Yapılan ölçümlerde 4-5 bölmeli makrokonidileri vardır. Mikrokonidiler 1-2 hücreli, oval, elipsoid ve silindirik şekilde oluşmaktadır. Klamidiospor çoğunlukla yuvarlak, interkalar olarak tek, çift, zincir veya küme şeklinde oluşmaktadır (Şekil 4.10.).



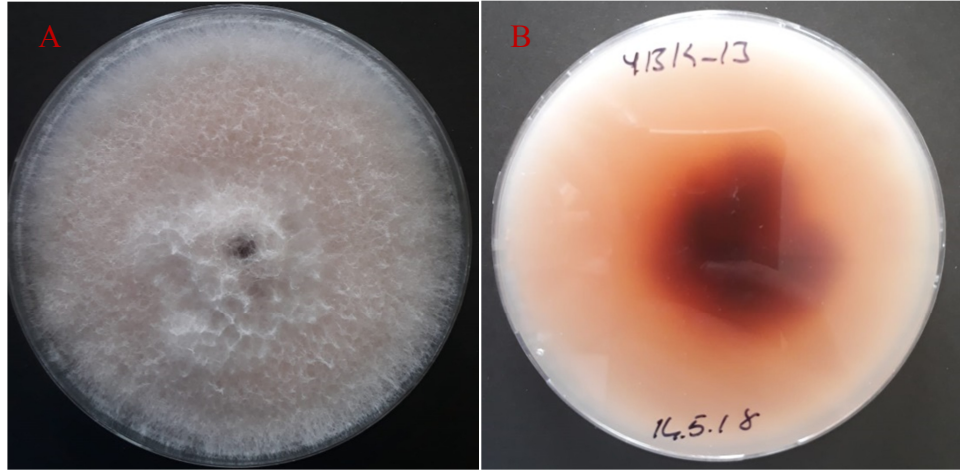
Şekil 4.9. *Fusarium incarnatum* 'un PDA'daki koloni gelişim görüntüsü (A: üstten, B: alttan)



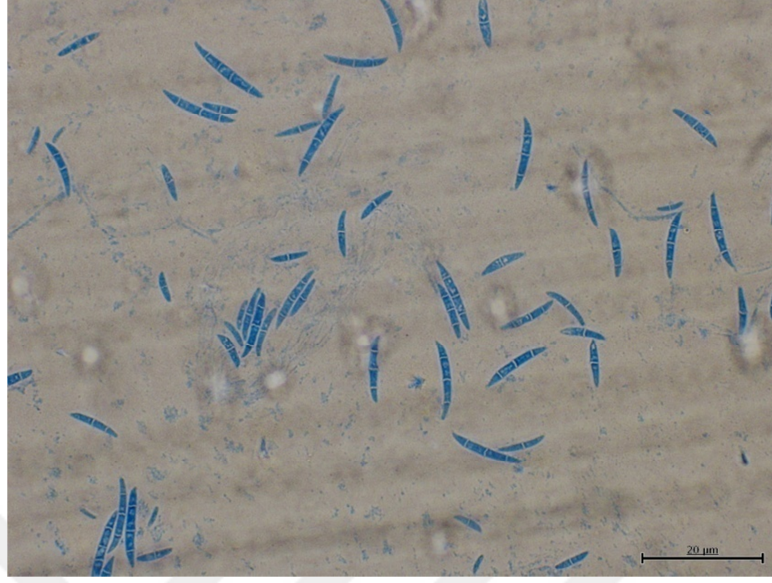
Şekil 4.10. *Fusarium incarnatum*'un makro, mikro konidileri (A) ve klamidiosporları (B) (bar: 20µm)

4.2.4. *Fusarium fujikuroi* Nirenberg, 1976

Bol miktarda kabarık havai misel oluşturan koloniler PDA'da hızlı gelişmektedir. Koloni rengi soluk pembe beyazımsı renktedir. Makrokonidiler başlangıçta agar yüzeyinde hızlı bir gelişim göstermektedir (Şekil 4.11.). Mikrokonidi oluşumu oldukça sınırlı olmakla birlikte 1 septalı olup, makrokonidileri genellikle 3-5 septalıdır. Klamidiospor oluşumu gözlemlenmemiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.11. *Fusarium fujikuroi*'nin PDA'daki koloni gelişim görüntüsü (A: üstten, B: alttan)



Şekil 4.12. *Fusarium fujikuroi*'nin makro ve mikro konidileri (bar: 20µm)

Bu çalışmada yapılan izolasyonlarda *Fusarium* spp. en fazla elde edilen türler olmakla birlikte *R. solani*, binükleik *Rhizoctonia* ve *Verticillium* türleri de izolasyonlarda elde edilen diğer fungus türleri olmuştur. Benzer şekilde domates ekim alanlarında genellikle çok sayıda fungusun izole edildiği yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur.

Yusufeli (Artvin) ve Uzundere (Erzurum)'de seralarda yetiştiriciliği yapılan domateslerde görülen fungal etmenleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, *Alternaria alternata*, *A. solani*, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora* sp., *Pythium deliense*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *R. solani*, iki nükleuslu *Rhizoctonia* ve *Stemphylium botryosum* tespit edilmiştir (Eken ve Demirci, 1998). Domates yetiştirilen alanlarda kök ve kök boğazı çürüklüğü ile solgunluk hastalığına neden olan fungusların ciddi verim kayıplarına sebep olduğu belirtilmiş ve hastalıklı bitkilerden *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani*, *R. solani* ve *Verticillium dahliae* fungusları izole edilmiştir. 3 farklı çeşit ile kurulan patojenite denemesinde *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani*, *R. solani* ve *V. dahliae*'nin patojen fungus türleri olduğu tespit edilmiştir (Ozan ve Maden, 2004). Başka bir çalışmada, domates bitkisinde %13,33 *F. oxysporum*, %10 *P. ultimum* var. *ultimum*, %6,66 *A. alternata*, %10 *A. solani*, %10 *R. solani*, %20 *F. solani* fungusları izole edilmiştir (Kırbağ ve Turan, 2006). Domateste fungal hastalık

etmenlerinin yaygınlık oranı ve hastalık şiddetini belirlemek için yapılan bir diğer çalışmada; *R. solani*, *R. tuliparum*, *F. solani*, *C. coccodes*, *Rhizopus stolonifer* ve *Phoma destructiva* izole edilmiştir (Gürhan ve Üstüner., 2017). Van’da 2014 yılında domates bitkilerinin köklerinden funguslar izole edilmiş ve bu funguslar *Sclerotinia* spp., *Alternaria* spp., *Macrophomina* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Aspergillus* spp. ve *Trichoderma* spp. olarak teşhis edilmiştir (Ok, 2018).

Bu çalışmada izolat sayısı bakımından yüksek oranda elde edilen *F. oxysporum*, bu çalışmaya benzer çalışmalarda da domatesten sıklıkla izole edilen *Fusarium* türü olmuştur. Hindistan’da toplanan toprak ve bitki örneklerinden 60 *Fusarium* izolatı elde edilmiş ve bu izolatlar arasından 39’u morfolojik ve moleküler olarak *F. oxysporum* olarak tanılanmıştır (Joshi *et al.*, 2013). Samsun’da 2005-2006 yıllarında domatesin kök ve gövde çürüklük hastalıklarını tespit etmek için yapılan bir çalışmada 773 fungal izolat arasından *F. oxysporum* en yüksek izole edilen fungus türü olmuştur. Aynı çalışmada; *F. culmorum*, *F. flocciferum*, *F. javanicum* ve *F. graminearum* izolatları da elde edilmiştir (Erol and Tunalı, 2007).

4.3. Patojenite Testi

Hastalıklı bitkilerden elde edilen *Fusarium* türlerine ait izolatlar ile kurulan patojenite denemesine ait genel görüntü Şekil.4.13.’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Patojenite testinde kullanılan domates bitkilerinden genel görüntü

Fusarium spp.'nin domates bitkilerinde yaptığı solgunluk belirtileri ilk olarak 15 gün sonra ortaya çıkmıştır. Bitki alt yapraklardan başlayarak yukarı doğru solmaya başlamıştır. Kök çürüklüğünün belirtileri ise kökte ve saçaklarda incelme, renk değişikliği ve lezyonlar olarak kendini göstermiştir. Denemede kullanılan *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. fujikuroi* ve *F. incarnatum*'a ait izolatlar kontrol bitkileri ile kıyaslanmıştır. Patojenite denemesi sonucunda bitkinin boy ve kök uzunluğu (cm), yaş ve kuru ağırlıkları (g) ölçülmüş ve hastalık şiddeti % olarak hesaplanmıştır. Patojenite denemesine ait görüntüler Şekil 4.14.-4.18.'de verilmiştir.



Şekil 4. 14. *Fusarium* spp.'nin domates bitkisinde neden olduğu solgunluk



Şekil 4. 15. Hastalıklı domates bitkilerin topraktan çıkarılması (A) ve köklerin suyla yıkanması (B)



Şekil 4.16. Hastalıklı domates bitkilerinin kök (A) ve boylarının (B) ölçümü



Şekil 4.17. *Fusarium* spp.'nin bitkide yaptığı solgunluk (A) ve kontrol bitkisinin görüntüsü (B)



Şekil 4.18. *Fusarium* spp.'nin kökte oluşturduğu lezyon (A) ve kökün zayıflaması (B)

Fusarium izolatları ile kurulan patojenite deneme sonucunda elde edilen veriler istatistik analize tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Domates bitkisinin skala değeri, boy uzunluğu, kök uzunluğu, yağ, kuru ağırlığı ve hastalık Şiddeti zerine 30 farklı izolatin etkisini incelemek için yapılan denemede; verilerin varyans analizine uygunluğunu normallik testi olan Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile değerlendirilmiğ olup; verilerinin normal dağılığ gösterdiği anlağılmığtır ($p>0,05$). Varyansların homojenliği Levene Homojenlik testiyle değerlendirilmiğ olup, varyansların homojen olduğu anlağılmığtır ($p>0,05$). Bu durum, varyans analizinin yapılabileceğini gstermiğtir. Varyans analiz testi olan ANOVA testi ile farklı izolat uygulamalarının kök uzunluğu, boy uzunluğu, yağ ağırlığı, kuru ağırlığı için önemli olduğu grlmğtr ($p=0,000$). İzolatlar arası farklılıklar Duncan oklu karęılařtırma testi ile değerlendirilmiğ olup, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle gsterilmiğtir. İzolatlar varyans analizinin parametrik olmayan karęılıęı olan Kruskal Wallis-H testi ile değerlendirilmiğ olup, izolatların skala değeri üzerine önemli bir etkisinin olduğu gzlemlenmiğtir ($p=0,000$). Skala değerleri için gruplar arası farklılıklar ikili karęılařtırma testi olan Mann Whitney-U ile değerlendirilmiğ olup, gruplar arası farklılıklar farklı harflerle gsterilmiğtir.

Çizelge 4.3. Patojenite denemesi sonucu *Fusarium* izolatlarının domateste hastalık şiddeti (%), boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık üzerine etkileri

<i>Fusarium</i> spp.	İzolat No	Boy Uzunluğu (cm) (ort±std hata)	Kök Uzunluğu (cm) (ort±std hata)	Yaş Ağırlığı (g) (ort±std hata)	Kuru Ağırlığı (g) (ort±std hata)	Skala Değeri* (ort±std hata)	Hastalık Şiddeti (%)
<i>F. oxysorum</i>	HMK-2-6	27,5 ± 2,9 ^{b-g}	16,25 ± 0,85 ^{abcd}	5,54 ± 0,54 ^{a-d}	1,05 ± 0,2 ^{a-g}	3,75 ± 0,25 ^c	75
	KZGK-1-16	25,5 ± 2,1 ^{abcde}	18 ± 0,91 ^{abcd}	5,6 ± 0,48 ^{a-d}	0,89 ± 0,09 ^{a-f}	2,5 ± 0,29 ^{bcd}	50
	MLK-12	33,75 ± 3,42 ^{d-l}	21,25 ± 1,11 ^{def}	7,08 ± 0,62 ^{a-d}	1,22 ± 0,14 ^{b-i}	3,25 ± 0,25 ^{cde}	65
	MLK-10	41,25 ± 1,31 ^{i-k}	18,5 ± 1,71 ^{a-f}	8,73 ± 1,27 ^{cde}	1,67 ± 0,27 ^{h-k}	2,75 ± 0,25 ^{bcd}	55
	MLK-2-9	25,5 ± 2,06 ^{abcde}	14 ± 1,96 ^a	4,37 ± 0,67 ^{ab}	0,67 ± 0,12 ^{ab}	2,5 ± 0,29 ^{bcd}	50
	OB-4-7	36,25 ± 2,25 ^{f-j}	20 ± 1,22 ^{b-f}	6,49 ± 0,84 ^{a-d}	1,35 ± 0,07 ^{d-i}	3,25 ± 0,25 ^{cde}	65
	OB-4-2	37,75 ± 1,93 ^{g-j}	21 ± 2,52 ^{def}	7,9 ± 1,16 ^{b-e}	1,61 ± 0,15 ^{g-k}	3 ± 0,41 ^{cde}	60
	ÖZDK-3-6	39,5 ± 2,66 ^{h-k}	18 ± 1,41 ^{abcd}	11,67 ± 2,86 ^{ef}	2,02 ± 0,38 ^{ikl}	3,25 ± 0,25 ^{cde}	65
	ÖZDK-2-2	40,75 ± 5,01 ^{i-k}	17,75 ± 2,66 ^{abcd}	8,67 ± 2,67 ^{cde}	1,39 ± 0,27 ^{c-i}	3 ± 0,41 ^{cde}	60
	<i>F. solani</i>	ARK-1-2	44,75 ± 5,48 ^{jk***}	23,75 ± 1,89 ^{ef}	14,42 ± 0,59 ^f	2,33 ± 0,19 ^l	2,5 ± 0,29 ^{bcd**}
AYK-11		24,75 ± 2,78 ^{abcd}	15,75 ± 1,03 ^{abcd}	5,08 ± 0,34 ^{abc}	0,81 ± 0,08 ^{a-e}	3 ± 0 ^{cde}	60
BTK-2-4		49,5 ± 5,8 ^k	20 ± 2,04 ^{b-f}	9,32 ± 2,26 ^{de}	1,8 ± 0,21 ^{l-1}	3,25 ± 0,25 ^{cde}	65
HMK-8		18,75 ± 2,95 ^{ab}	14,75 ± 1,89 ^{abc}	4,06 ± 0,36 ^{ab}	0,58 ± 0,06 ^a	3 ± 0,58 ^{cde}	60
KLLK-12		27 ± 1,78 ^{a-f}	13,75 ± 2,66 ^a	3,93 ± 0,36 ^{ab}	0,63 ± 0,04 ^{ab}	3,25 ± 0,25 ^{cde}	65
KLLK-10		16,5 ± 2,72 ^a	14,25 ± 0,85 ^{ab}	3,01 ± 0,8 ^a	0,54 ± 0,15 ^a	2,75 ± 0,25 ^{bcd}	55
KRK-4		39,25 ± 0,48 ^{h-k}	20 ± 0,91 ^{b-f}	8,69 ± 1,17 ^{cde}	1,85 ± 0,13 ⁱ⁻¹	2,25 ± 0,25 ^{bc}	45
KS-2-7		21,63 ± 2,21 ^{abc}	15,88 ± 0,52 ^{abcd}	4,83 ± 0,19 ^{abc}	0,74 ± 0,05 ^{abc}	3,25 ± 0,48 ^{cde}	65
KS-2-8		21 ± 2,48 ^{abc}	15,38 ± 1,07 ^{abcd}	3,8 ± 0,58 ^{ab}	0,69 ± 0,07 ^{ab}	2,75 ± 0,25 ^{bcd}	55
KS-2-11		39,5 ± 4,48 ^{h-k}	17,75 ± 1,03 ^{abcd}	8,59 ± 0,58 ^{cde*}	1,93 ± 0,2 ⁱ⁻¹	2,75 ± 0,25 ^{bcd}	55
OB-12		35,75 ± 1,31 ^{e-j}	18,25 ± 1,38 ^{a-e}	7,17 ± 0,43 ^{b-d}	1,34 ± 0,11 ^{c-i}	3 ± 0,41 ^{cde}	60
OB-4-15		39,5 ± 4,48 ^{h-k}	17,75 ± 1,03 ^{abcd}	8,59 ± 0,58 ^{cde}	1,93 ± 0,2 ⁱ⁻¹	3 ± 0,41 ^{cde}	60
ÖZDK-9		30 ± 2,86 ^{c-1}	16,75 ± 1,38 ^{abcd}	6,94 ± 0,67 ^{a-d}	0,87 ± 0,1 ^{a-f}	2,75 ± 0,25 ^{bcd}	55
SÇK-2		39 ± 2,16 ^{h-k}	20 ± 3,14 ^{b-f}	6,97 ± 1,15 ^{a-d}	0,97 ± 0,13 ^{a-f}	3 ± 0 ^{cde}	60
SÇK-3		29 ± 0,58 ^{b-h}	15,38 ± 1,72 ^{abcd}	5,16 ± 0,31 ^{abc}	0,77 ± 0,07 ^{a-d}	3,5 ± 0,29 ^{de}	70

Çizelge 4.3 Devamı

<i>F. incarnatum</i>	BTK-6	40,25 ± 1,93 ^{1-k}	20,5 ± 0,65 ^{c-f}	11,46 ± 2,58 ^{ef}	2,15 ± 0,17 ^{kl}	1,75 ± 0,63 ^b	35
	MLK-7	33,75 ± 3,42 ^{d-1}	18 ± 1,35 ^{abcd}	6,95 ± 1,4 ^{a-d}	1,15 ± 0,17 ^{a-h}	3 ± 0,41 ^{cde}	60
	MLK-14	33,25 ± 2,63 ^{d-1}	16,25 ± 1,03 ^{abcd}	8,74 ± 0,56 ^{cde}	1,48 ± 0,46 ^{f-j}	2,75 ± 0,25 ^{bcde}	55
<i>F. fujikuroi</i>	HMK-2-2	22,13 ± 2,63 ^{abc}	17,25 ± 1,31 ^{abcd}	5,48 ± 1,49 ^{a-d}	0,88 ± 0,24 ^{a-f}	2,25 ± 0,25 ^{bc}	45
	YÇK-12	26,75 ± 1,7 ^{a-f}	14 ± 2,16 ^a	4,76 ± 0,58 ^{abc}	0,66 ± 0,07 ^{ab}	2,5 ± 0,29 ^{bcd}	50
	YBK-13	28,5 ± 5,68 ^{b-g}	18 ± 1,08 ^{abcd}	5,17 ± 0,79 ^{abc}	0,76 ± 0,09 ^{a-d}	2,75 ± 0,25 ^{bcde}	55
KONTROL	36 ± 2,92 ^{c-j}	24 ± 3,19 ^f	5,5 ± 0,8 ^{a-d}	1,15 ± 0,16 ^{a-h}	0 ± 0 ^a	0	0
Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

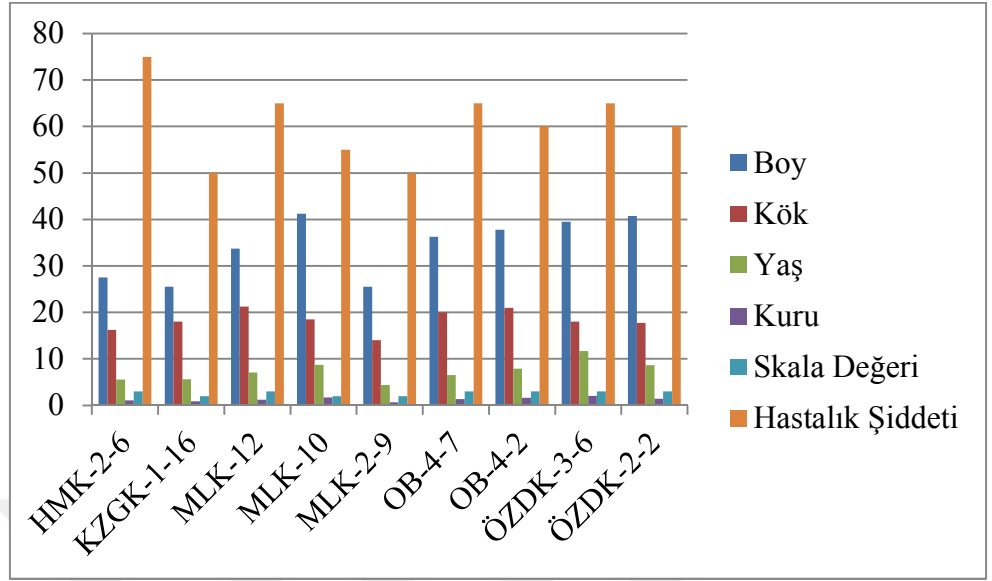
*:Bitkiler 0-5 skalası kullanarak değerlendirilmiştir.

** :Hastalık şiddeti 0-5 skalası üzerinden yüzde olarak Tawsend-Hauberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

*** Farklı harfler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

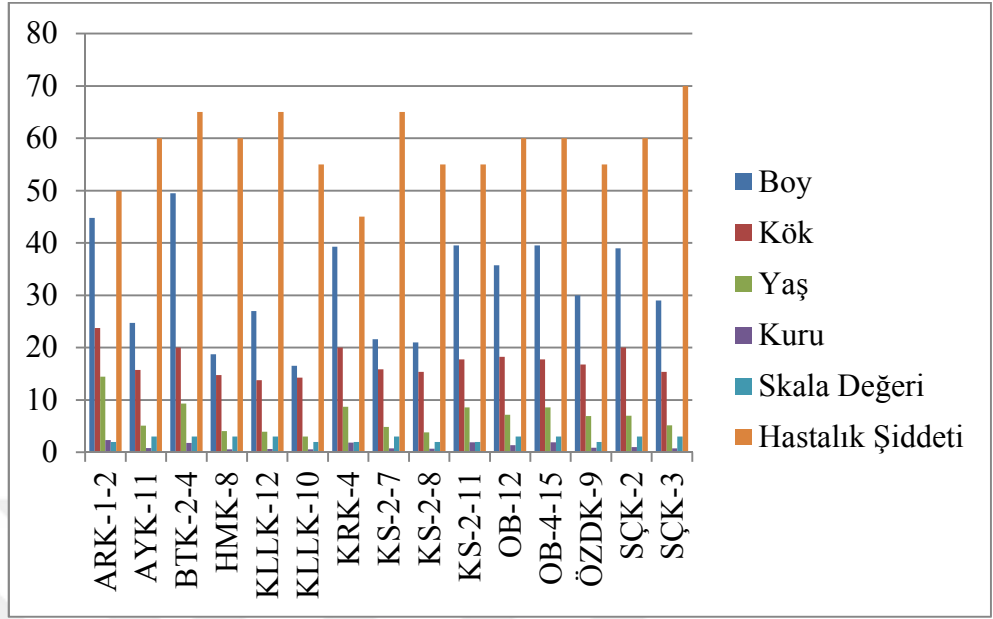
Domates bitkilerinde meydana gelen hastalık simptomu 0-5 skalası üzerinden değerlendirilmiş ve bitkilerde farklı oranlarda hastalık şiddetinin ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu farklılık farklı tür ve izolatlar arasında ortaya çıkabildiği gibi aynı türün izolatları arasında da ortaya çıkmıştır. Patogenite denemesinde en yüksek hastalık şiddetine %75 ile HMK-2-6 kodlu *F. oxysporum* izolatı sahip olmuştur. Denemede kullanılan diğer *F. oxysporum* izolatlarının hastalık şiddeti ise %50-65 arasında değişim göstermiştir.

İzolatlar boy uzunluğu açısından değerlendirildiğinde MLK-10 (41,25 cm) ve ÖZDK-2-2 (40,75 cm) izolatlarının kontrol bitkisinden daha yüksek bir oranda olması dikkat çekmektedir. *Fusarium oxysporum* izolatlarından kök uzunluğu en uzun olan izolat MLK-12 (21,25 cm) iken en kısa olan ise MLK-2-9 (14 cm) izolatıdır. Yaş ağırlığına en fazla ÖZDK-3-6 (11,67 g) izolatı sahip iken en az ağırlığına MLK-2-9 (4,37 g) izolatı sahip olmuştur. Kuru ağırlıkları arasında en fazla olan ÖZD-3-6 (2,02 g) en az olan ise MLK-2-9 (0,67 g)'dur (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. *Fusarium oxysporum* izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri

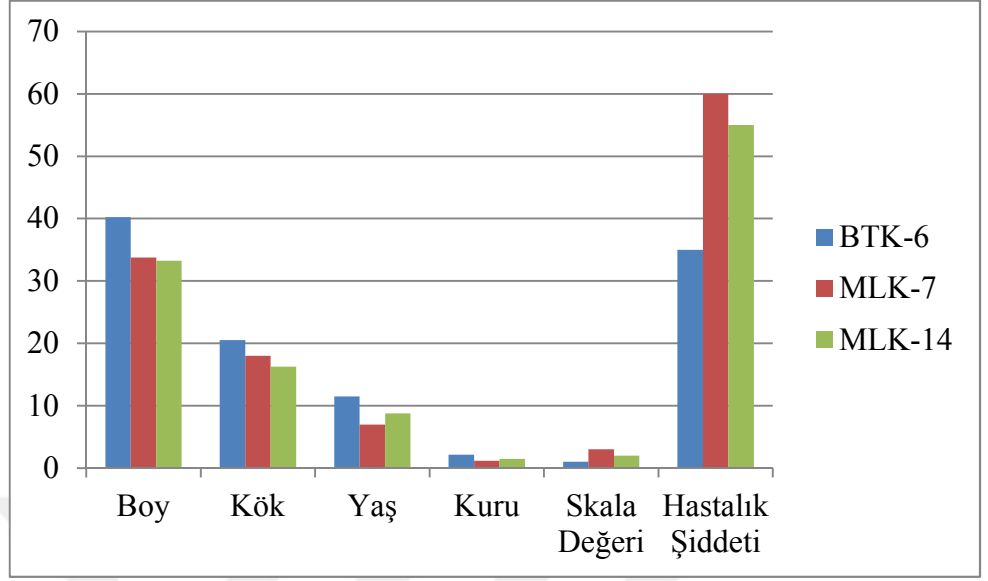
Fusarium solani izolatlarını genel olarak değerlendirdiğimizde hastalık şiddetinin %45-70 arasında değiştiği görülmektedir. SÇK-3 kodlu izolat %70'lik oranı ile *F. solani* izolatları arasında en yüksek hastalık şiddetine sahip olmuştur. %45 ile en düşük hastalık şiddetine sahip olan KRK-4 izolatı, boy uzunluğu, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık bakımından istatistiki olarak kontrolden farklı grupta yer almıştır. Bu izolat hariç diğer tüm *F. solani* izolatları %50'nin üzerinde hastalık şiddetine sahip olarak kontrolden farklı grupta yer almıştır. KLLK-12 kök uzunluğunu en fazla azaltan izolat olurken (13,75 cm), KLLK-10 boy uzunluğunu en fazla azaltan (16,5 cm) izolat olmuştur. Şekil 4.20. grafiğinde değerler verilmiştir.



Şekil 4.20. *Fusarium solani* izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri

Fusarium incarnatum için patojenite sonuçlarını değerlendirildiğinde, en yüksek hastalık şiddetine MLK-7 kodlu izolatın sahip olduğu belirlenirken (%60), BTK-6 kodlu izolatın en düşük hastalık şiddetine (%35) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu haliyle BTK-6 kodlu izolat tüm izolatlar arasında virülensliği en düşük izolat olmuştur.

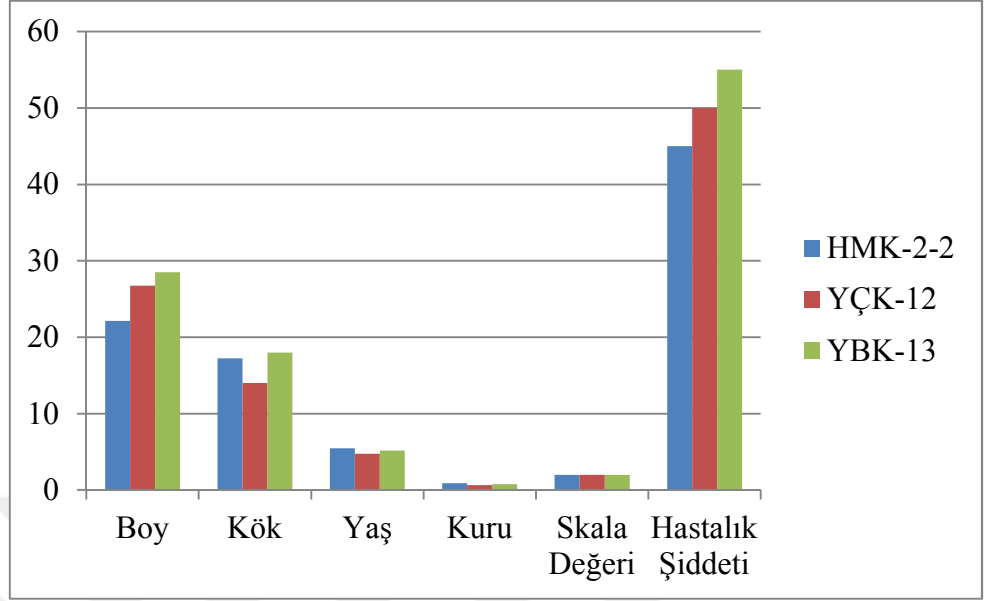
Fusarium incarnatum izolatlarını boy ve kök uzunluğu açısından değerlendirdiğimizde en uzun bitkilerin BTK-6 (boy: 40,25 cm, kök: 20,5 cm) izolatının uygunlandığı bitkiler olduğu tespit edilmiştir. Yaş ağırlık bakımından BTK-6 izolatı (11,46 g) en yüksek, MLK-7 (6,95 g) izolatı en düşük değeri vermiştir. Kuru ağırlıkları arasında en fazla olan BTK-6 (2,15 g) en az olan ise MLK-7 (1,15 g) izolatıdır. Şekil 4.21. grafiğinde değerleri verilmiştir.



Şekil 4.21. *Fusarium incarnatum* izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri

Fusarium fujikuroi'nin 3 izolatının uygulandığı domates bitkilerinde patojenite sonuçları incelendiğinde, hastalık şiddeti açısından benzer sonuçların olduğu görülmektedir. HMK-2-2 kodlu izolat %45 hastalık şiddeti ile patojenite denemesinde düşük virülensliğe sahip bir izolat olarak değerlendirilmiştir. YBK-13 izolatı ise %55'lik oran ile bu grup içinde en yüksek hastalık şiddetine sahip olmuştur. Tüm izolatların, kök uzunluğunu kontrol bitkisine oranla azalttığı tespit edilirken, boy uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık açısından kontrol ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Fusarium fujikuroi izolatlarından YBK-13 izolatı 28,5 cm ile en fazla boy uzunluğuna sahip olmuştur. En az boy uzunluğu ise HMK-2-2 (22,13 cm) izolatına ait olmuştur. Kök uzunluğu açısından en uzun YBK-13 (18 cm) izolatı iken, en az olan izolat ise YÇK-12 (14 cm) izolatı olmuştur (Şekil 4.22.).



Şekil 4.22. *Fusarium fujikuroi* izolatlarının patojenite sonuçlarına göre boy ve kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, skala ve hastalık şiddeti değerleri

Patojenite denemelerinde tespit edilen virülenslik farklılığı benzer çalışmalarda elde edilmiştir. Hindistan’da 39 *F. oxysporum* izolatu ile kurulan patojenite denemesinde hastalık şiddetinin %0-78,74 arasında değiştiği belirlenmiştir. Hatta 5 izolatu non-patojen olduğu vurgulanmıştır (Joshi *et al.*, 2013). Meksika’da domates üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olarak gösterilen *Fusarium* solgunluğu ile ilgili yapılan bir çalışmanın patojenite denemelerinde en agresif tür *F. falciforme* olarak belirlenmesine rağmen izolatlar arasında virülenslik açısından farklılık olduğu tespit edilmiştir (Vega-Gutiérrez *et al.*, 2019). Samsun’da domateste *Fusarium* izolatları ile kurulan denemede *F. oxysporum* f. sp. *radicis*’in %50-82,5 arasında değişen virülensliği ile ciddi zararlara sebep olduğu bildirilmiştir (Erol and Tunalı, 2007). 2007-2008 yılları arasında domates yetiştirilen seralarda *F. oxysporum* hastalığının ortalama hastalık oranı ve şiddeti tespit edilmiştir. Farklı bölgelerden alınan 87 izolat ile yapılan patojenite denemesinde *F. oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*’nin hastalık şiddetinin %18,8 olduğu belirlenirken *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*’sinin hastalık şiddetinin %20,4 olarak tespit edilmiştir (Çolak, 2011).

Patojenite testi sonucu her türü temsil edecek şekilde seçilen bitkilerden reizolasyon işlemi yapılmış ve *Fusarium* spp., yeniden izole edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Domates üretim alanlarında toprak kaynaklı patojenlerin oluşturduğu hastalıklar, önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu patojenler içerisinde yer alan *Fusarium* türleri, dünyanın birçok yerinde oldukça geniş konukçu çevresine sahip olan türlerdir.

Bu çalışma, Iğdır ilinde domates yetiştirilen alanlarda bulunan *Fusarium* türlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Domates üretimi açısından önemli bir potansiyele sahip olan Iğdır ili, ilçeleri ve köylerinde survey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Surveylerde 27 farklı araziden toplanan 426 domates bitkisi kök ve gövdesinden toplam 233 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. *F. oxysporum* (%47,21) en fazla izole edilen tür olmuş, bu türü *F. solani* (%46,36) izlemiştir. Ayrıca az oranda *F. incarnatum* (%3,43) ve *F. fujikuroi* (%3,0) türleri tespit edilmiştir. Çalışmada teşhisleri yapılan *Fusarium* türlerinin gerek morfolojik yapılarının gerekse kültürdeki gelişme özelliklerinin literatür ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Bu türler ile yapılan patojenite denemeleri sonucunda en fazla hastalık şiddetine *F. oxysporum* (%75) sahip olmuşken bunu sırasıyla *F. solani* (%70), *F. incarnatum* (%60) ve *F. fujikuroi* (%55) türleri takip etmiştir.

Özellikle *F. solani* ve *F. oxysporum* izolatlarının yüksek oranda izole edilmesi, Iğdır ili domates yetiştirilen tarlalarda yaygın olarak görülen kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı ile mücadele edilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

Türkiye’de sebze yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır. Bu hızlı artış, beraberinde bazı sorunları da gündeme getirmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın ‘Teknik Talimatları’na göre sebzelerde ekonomik kayıplara neden olan 21 hastalıktan bahsedilmektedir. Bu hastalıklardan bir tanesi olan *Fusarium* solgunluk ve kök boğazı hastalığının önemi kesinlikle göz ardı edilmemelidir.

Hastalıkla mücadelede kültürel önlemler başta olmak üzere diğer mücadele yöntemleri de uygulanmalıdır. *Fusarium* spp. ile mücadelede öncelikle sertifikalı tohum kullanmak önem arz etmektedir. Bir önceki yılın ürünü tohum olarak kullanılacaksa eğer hastalıkla bulaşık arazilerden kesinlikle tohum alınmamalıdır. Tohum ekiminden önce toprak çok iyi bir şekilde işlenmeli ve derin sürümden kaçınılmalıdır. Gübreleme ve sulama işlemleri usulüne uygun olarak yapılmalıdır. Bu amaçla, sık ekimden

kaçınılmalıdır. Salma sulama yapılıyorsa sulama suyu hastalıkla bulaşık olan alanlardan geçmemelidir. Çapalama sırasında bitkinin yaralanmamasına dikkat edilmelidir. Arazilerde hastalıklı bitkiler varsa usulüne uygun olarak numune alınmalı, analiz yaptırılmalı ve sonuçlarına uygun bir şekilde ilaçlama ve gübreleme yapılmalı, arazide bitki artıkları bırakılmamalıdır. Özellikle toprak patojenleri ile bulaşık arazilerde önceden gereken önlemler alınmalı, ayrıca ekimden önce tohum ilaçlaması yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Abak, K., Dasgan, H.Y., Sarı, N., 2000. Güneydogu Anadolu Bölgesinde *Domates Yetiştiriciliği*, TÜB_TAK-TARP Yayınları.
- Agrios, G.N., 1997. *Plant Pathology*. Fourth Edition, Academic Press New York, 635 pp.
- Agrios, G.N., 2005. *Plant Patology*. Fift Edition, Elsevier Academic Press, 922 pp.
- Ajilogba, C. F., Babalola, O. O., Ahmad, F., 2013. *Antagonistic Effects of Bacillus Species in Biocontrol of Tomato Fusarium Wilt*. Department of Biological Sciences, Faculty of Agriculture, Science and Technology North-West University Mafikeng Campus, Private Bag X2046 Mmabatho, 2735 pp.
- Akbar, A., Hussain, S., Ullah, K., Fahim, M., Ali, G. S., 2018. Detection, virulence and genetic diversity of *Fusarium species* infecting tomato in *Northern Pakistan Plosone*, 13(9).
- Akbulut, İ., 2014. *Domates Fusarium solgunluk ve kök-kök boğazı çürüklüğü hastalıklarına karşı biyolojik mücadele yöntemlerinin araştırılması* Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 42.
- Akyalçın, N., 1971. Çukurova Bölgesinde *Sebzelerde Çökerten Hastalığı ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar*, Bitki Koruma Bülteni, 11(1), 33-52.
- Anonim ., 2019 <http://www.bitkisagligi.net>: (8.12.2019).
- Arcagök, M., 2008. *Verticillium ve Fusarium fungal patojenlerinin domates çeşitleri üzerinde patojenik etkilerinin incelenmesi/Pathogenic effects of Verticillium and Fusarium fungal pathogens on various tomato cultivars* (Doctoral dissertation).
- Can, C., Yucel, S., Korolev, N., 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.

- Chang, Y. D., Bin, D. U., Ling, W.A.N.G., Pei, J.I., XIE, Y. J., LI, X. F., Wang, J. M., 2018. A study on the pathogen species and physiological races of tomato Fusarium wilt in Shanxi, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(6), 1380-1390.
- Çınar, A., Çınar, Ö., Biçici, M., 1982. Çukurova’da Bitki Koruma Klinikleri. *III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri*, Adana, 57-67.
- Çolak, A., Biçici, M., 2011. *Doğu Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Fusarium oxysporum Spesiyal Formlarının Simptomatolojik Ayrımı ile Solgunluk ve Kök- Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalıklarının Çıkış, Şiddet ve Yaygınlıklarının Belirlenmesi*, Bitki Koruma Bülteni, 51(4), 331-345.
- Çolak, A., 2011. *Doğu Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Fusarium oxysporum Spesiyal Form ve Irklarının Yaygınlığı, Moleküler Yöntemlerle Ayrımı İle Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü (F. oxysporum f. sp. radicle-lycopersici Jarvis & Shoemaker) Hastalığının Entegre Yönetimi*, Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 176.
- Eken, C., Demirci, E., 1998. Yusufeli (Artvin) ve Uzundere (Erzurum) ilçelerinde seralarda yetiştirilen domates ve hıyarlarda görülen fungal etmenler *2. Sebze Tarımı Sempozyumu*, Tokat, 325-329.
- Erol, F. Y., Tunalı, B., 2007, October. Determination of root and crown rot diseases in tomato growing area of samsun province. In *II International Symposium on Tomato Diseases*, 808 pp. 65-70.
- Filiz, N., 1985. Fusarium ve Verticillium solgunluğuna dayanıklı domates çeşitlerinin araştırılması. *IV. Türkiye Fitopatoloji Kongresi*, İzmir, 63.
- Fravel, D.R., Bailey, B.A., Bao, J., 2002. *Differences in Gene Expression Between Pathogenic and Biocontrol Fusarium* (Master Thesis). USDA, ARS, Beltsville, 25.
- Garret, S.D., 1970. *Pathogenic root – infecting fungi*. Cambridge University Press, 55-79.

- Günay, A., 1981. **Özel Sebze Yetiştiriciliği**, Cilt. 2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, 190, s. 134.
- Hoog, G. S., Guarro, J., Genne., M., Figuearas, J., 2000. Atlas of Clinical Fungi, ve ed., vol. 1. Centraalbureau voor Schimmel cultures, **Utrecht, The Netherlands**.
- Isaac, M. R.,Leyva-Mir, S. G., Sahagún-Castellanos, J., Câmara-Correia, K., Tovar-Pedraza, J. M., Rodríguez-Pérez, J. E., 2018. **Occurrence, identification, and pathogenicity of *Fusarium* spp. Associated with tomato wilt** in Mexico. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 484-493.
- Jones, J.B., Stal, R.E., Zitter, T.A., 1991. **Compendium of Tomato Disease** 73 p. APS Pres. New York.
- Joshi, M., Srivastava, R., Sharma, A. K., Prakash, A., 2013. Isolation and characterization of *Fusarium oxysporum*, a wilt causing fungus, for its pathogenic and non-pathogenic nature in tomato (*Solanum lycopersicum*). ***Journal of Applied and Natural Science***, 5(1), 108-117.
- Kaloo, G., 1988. Breeding vege table crops for tolerance to stress environments. In: Vegetable Breeding. Vol.II. **CRC press, Boca Raton, Florida**, 165-202.
- Kaygısız, H., 2004. **Domates Yetiştiriciliği**, Hasat Yayıncılık, -İstanbul. s. 280.
- Kırbağ, S., Turan, N., 2006. Malatya’da Yetiştirilen Bazı Sebzelerde Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Etmenler. ***Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik, Bilimleri Dergisi***, 18 (2), 159-164.
- Küçükkaya. G., 2012. **Bazı Fungusitlerin Domateste *Fusarium Kök Ve Kök Boğazı Çürüklüğü (Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici Jarvis & Shoemaker) Ne Karşı Etkinliklerinin Araştırılması***, Yüksek Lisan Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 85.
- Mutlu, G., Üstüner, T., 2017. Elazığ ili domates alanlarında fungal hastalıkların yaygınlığı ve şiddetinin saptanması, **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri *Dergisi*** 4(4), 416–425.

- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., Marasas, W.F.O., 1983. *Fusarium species*, an illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, University Park.
- Ok, F., 2018. *Van Gölü havzasında domateste görülen fungal etmenler ve patojeniteleri* Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma, 74.
- Omar, I., O., Neill, T. M., Rosall, S., 2006, Biological control of *fusarium* crown and root rot of tomato with antagonistic bacteria and integrated control when combined with the fungicide carbendazim, *Plant Pathology*, 55, 92–99.
- Ozan, S., Maden, S., 2004. *Ankara İli Domates Ekiliş Alanlarında Solgunluk ve Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Hastalık Etmenleri*. Bitki Koruma Bülteni, 44 (1-4), 105-120.
- Öz, S., 1985. *Ege bölgesinde sebze köklerinden izole edilen Fusarium Link Türleri üzerinde taksonomik araştırmalar*, Bölge Ziraî Mücadelesi Enstitüsü, Bornova İzmir, 68.
- Özer, N., Soran, H., 1991. *Fusarium* Species of Turkey. *Harran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 259-271.
- Özgören, H, Biçici, M., Erkiş, A., 2001. The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and *fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum f. sp lycopersici*. *Turk J. Agric For.* 25, 25-29.
- Ramsey, M. D. O., Brien, R. G., & Pegg, K. G., 1992. *Fusarium oxysporum associated with wilt and root rot of tomato in Queensland; races and vegetative compatibility groups*. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32(5), 651-655.
- Roberts, P.D., Mc. Govern, R. J., Datnoff, L.E. 2000. *Fusarium Crown and Root Rot of Tomato in Florida*. *Plant Pathology* Fact Sheet, 4 p., Florida.

- Summerell, B. A., Leslie, J. F., Backhouse, D., Bryden, W. L., Burgess, L. W., 2001. *Fusarium. Paul E. Nelson Memorial Symposium. In Fusarium. Paul E. Nelson Memorial Symposium.. American Phytopathological Society* (APS Press). P. 1-192.
- Şavur, O. B., 2015. *Domates Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına (Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici Jarvis & Shoemaker) Karşı Arbusküler Mikorhizal Fungus (Amf) ve Salisilik Asit Uygulamalarının Domates (Solanum lycopersicum L.) Bitkisinin Bazı Gelişim ve Verim Parametreleri İle Hastalık Şiddetine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı 126.
- Tigchelaar, E.C., 1986. *Tomato breeding*. In: Breeding Vegetable Crops (Ed. by Basset, M.J.) AVI publishing company, Westport, Connecticut. 135-171.
- Tosun, N., Türküsay, H., Saygılı, H., 2005, Hidrojen Peroksit Hidrojen Peroksit Uygulamalarında Domates Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı (*Clavibacter michiganensis* ssp. *Michiganensis* (Smith) Davis *et al*)'na Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2), 45-56 s.
- TUİK, 2018, Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi (07 Ağustos 2018).
- Yıldız, A. 1999. *Aydın İli domates alanlarında görülen toprak kaynaklı fungal hastalık etmenleri, yaygınlık durumu ve bazı domates çeşitlerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar* (Basılmamış Doktora Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 98.
- Yıldız, A., 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*, 45 364-371.
- Yoksuloğlu, F., 2001. *Domates yetiştiriciliği ve Domates Virüs Hastalıkları*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Yücel, S., 1989. *Domates Fusarium Solgunluğuna (Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici (Sacc.) Synd. And Hans.) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonizm ve Toprak Solarizasyon uygulamalarının Karşılıklı Etkileşiminden Yararlanma Olanakları Üzerine Araştırmalar*. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Müdür Araştırma Yayınları Serisi 64.
- Yücel, S., Çınar, A., 1989. Domates Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Synd. And Hans) karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin ve Toprak Solarizasyon Uygulamalarının Etkileri. Doğa. Turkish Journal of Agricultur and Forestry. Türkiye Tarım ve Ormancılık **Dergisi**, 13, 1372-1393.
- Yücel, S., 1994. Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Sebze Alanlarında Görülen Fungal Hastalıklar, **Bitki Koruma Bülteni**, 34(1-2), S, 23-24.
- Varol, A. F., 2008. *Domates Fide Kök Çürüklüğü Etmenlerine (Pythium spp., Rhizoctonia spp., Fusarium spp.) Karşı Bazı Dezenfektanların Etkililiğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Bornova İzmir, 55.
- Vega-Gutiérrez, T. A., López-Urquidez, G. A., Allende-Molar, R., Amarillas-Bueno, L. A., de Jesús Romero-Gómez, S., López-Orona, C. A., 2019. *Aggressiveness and molecular characterization of Fusarium spp. associated with foot rot and wilt in Tomato in Sinaloa, Mexico*. 3 Biotech, 9(7), 276.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. **Kültür Sebzeleri** (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 440.