



T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

HATAY İLİ PATLİCAN ÜRETİM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İZOLATLARI İÇERİSİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİK

HATİCE YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

ŞUBAT -2008



T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

HATAY İLİ PATLİCAN ÜRETİM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *Fusarium*  
*oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İZOLATLARI İÇERİSİNDE GENETİK  
ÇEŞİTLİLİK

HATİCE YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY  
ŞUBAT -2008

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HATAY İLİ PATLİCAN ÜRETİM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İZOLATLARI İÇERİSİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİK**

HATİCE YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Sibel DERVİŞ Danışmanlığında Hazırlanan Bu Tez 12/02/2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Sibel DERVİŞ	Doç.Dr. Halit YETİŞİR	Yrd.Doç.Dr.E.Mine SOYLU
Başkan	Üye	Üye

Bu tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır

**Kod No:**

Prof.Dr. Necat AĞCA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca Desteklenmiştir.

Proje No: 07-M-0203

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, Çizelgelerin, Şekil ve Fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. <i>Fusarium oxysporum</i> ile İlgili Çalışmalar.....	4
2.2. <i>Verticillium dahliae</i> ile İlgili Çalışmalar.....	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2.Yöntem.....	10
3.2.1. Hasta Bitkilerden <i>Fusarium oxysporum</i> ve <i>Verticillium dahliae</i> İzolasyonları	10
3.2.2. <i>Fusarium oxysporum</i> ve <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarının Kodlanması .....	11
3.2.3. Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları .....	12
3.2.3.1. <i>Fusarium oxysporum</i> 'da Nitrate-nonutilizing ( <i>nit</i> )Mutant'ların Üretimi .....	12
3.2.3.2. <i>Verticillium dahliae</i> 'de Nitrate-nonutilizing ( <i>nit</i> ) Mutant'ların Üretimi .....	13
3.2.3.3. <i>Fusarium oxysporum</i> ve <i>Verticillium dahliae</i> 'de <i>Nit</i> Mutantlarının Karakterizasyonu.....	14
3.2.3.4. <i>Verticillium dahliae</i> 'de Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk. ....	15
3.2.3.5. <i>Fusarium oxysporum</i> 'da Komplementasyon veVejetatif Uyumluluk.....	17
3.2.4. Patojenisite Testleri.....	17
3.2.4.1. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatlarına Karşı Kemer Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri.....	17
3.2.4.2. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarına Karşı Çukurova 1518 Pamuk Çeşidinde Patojenisite Testleri.....	18
3.2.4.3. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarına Karşı Aydın Siyahı Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri.....	18
3.2.4.4.Patojenisitelerin Değerlendirilmesi.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	20
4.1. Patlıcan Alanlarında Sörvey Çalışmaları ve Gözlenen Simptomlar .....	20
4.2. Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları .....	26
4.2.1. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatları Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları.....	26
4.2.1.1. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatlarında Nitrate-Nonutilizing ( <i>nit</i> ) Mutantların Üretimi .....	26
4.2.1.2. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatlarında Nitrate-Nonutilizing <i>nit</i> Mutantlarının Karakterizasyonu .....	31
4.2.1.3. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatlarında Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk.....	31
4.2.2. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatları Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları.....	33
4.2.2.1. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarında Nitrate-Nonutilizing ( <i>nit</i> )	

Mutantların Üretimi .....	33
4.2.1.2. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarında <i>Nit</i> Mutantlarının Karakterizasyonu .....	34
4.2.1.2. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarında Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk .....	34
4.3. Patojenisite Testleri .....	37
4.3.1. <i>Fusarium oxysporum</i> İzolatlarına Karşı Kemer Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri .....	37
4.3.2. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarına Karşı Çukurova 1518 Pamuk Çeşidinde Patojenisite Testleri .....	38
4.3.3. <i>Verticillium dahliae</i> İzolatlarına Karşı Aydın Siyahı Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri .....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	40
KAYNAKLAR .....	44
TEŞEKKÜR .....	49
ÖZGEÇMİŞ .....	50

**ÖZET****HATAY İLİ PATLİCAN ÜRETİM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İZOLATLARI İÇERİSİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİK**

2005 ve 2006 yıllarında, Hatay ili patlıcan alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunlukları için sörveyler yapılmıştır. *Fusarium oxysporum* izolatları 16 farklı tarladaki solgun patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkilerinden izole edilmiştir. %1,5 ve %2 oranında KClO<sub>3</sub> eklenmiş Patates Dekstroz Agar (PDA) ve minimal ortamları (MM), *F. oxysporum* klorat dayanıklı mutantlarını üretme kapasiteleri yönünden test edilmiştir. %1,5'lük KClO<sub>3</sub> eklenmiş PDA en yüksek klorat dayanıklı mutant üretimini sonuçlamıştır. *F. oxysporum* izolatlarından seçilen *nit* mutantları heterokaryon oluşumu yönünden kendi aralarında testlenmiştir; 16 izolat arasında, deneysel olarak VCGI olarak düzenlenen tek bir VCG grubu saptanmıştır. EgpFo03 izolatının *nit* mutantları testlenen izolatların *nit* mutantları ile birleşme olmadığından; sadece bu izolat, bu grup içerisine dahil edilmemiştir. EgpFo03'te dahil olmak üzere bütün izolatlar Kemer patlıcan çeşidine farklı düzeylerde patojenik olmuştur. Solgun patlıcan bitkilerinden 10 adet *Verticillium dahliae* izolatı elde edilmiş; nitrate-nonutilizing mutantlar ve vejetatif uyum grupları (VCGs) 1A, 2A, 2B, 3, 4A ve 4B'nin referans tester izolatları yardımıyla bu izolatlar vejetatif uyumluluk analizlerinde kullanılmıştır. 10 adet *V. dahliae* izolatından, dört adedi VCG2B'ye, dört adedi VCG2A'ya ve 2 adedi VCG4B'ye düzenlenmiştir ancak izolatlar arasında VCG3, VCG1A ve VCG4A tanımlanmamıştır. *V. dahliae* VCG'si ve patotipi arasında bir korelasyon olup olmadığını testlemek için, üç adet çok üyeli VCG'yi temsil eden bu izolatların patojenisiteleri; serada, duyarlı patlıcan (*S. melongena* cv. Aydın Siyahı) ve pamuk çeşitleri (*Gossypium hirsutum* cv. Çukurova 1518) üzerinde testlenmiştir. Hem patlıcan hem de pamuğa virülens, VCG'ler içerisindeki izolatlar arasında çeşitlilik göstermiş ve VCG2A izolatlarının pamuğa düşük düzeyde virülensliği dışında VCG'ler arasında patojenisitede farklılık görülmemiştir. Aynı VCG içerisinde virülenslik düzeyindeki çeşitlilik patlıcan solgunluk hastalığı etmeni *V. dahliae*'nin özelleşmiş formların aksine genetik olarak izole olmadığını göstermiştir. Böylece, patlıcan yetiştiricileri için *V. dahliae* VCG'leri pratik olarak bir öneme sahip görünmemektedir. Hatay ili çapında yapılan bu çalışma patlıcandan elde edilen hem *F. oxysporum* hem de *V. dahliae* izolatlarının vejetatif uyum grupları hakkındaki ilk verileri sunmuştur.

2008, 50 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** patlıcan, solgunluk, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, VCG'ler, virülens

## ABSTRACT

**GENETIC DIVERSITY WITHIN *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae* ISOLATIONS COLLECTED FROM EGGPLANT FIELDS IN HATAY PROVINCE**

During 2005 and 2006, eggplant fields in Hatay province were surveyed for *Fusarium* and *Verticillium* wilt. *Fusarium oxysporum* isolates were collected from wilted eggplants (*Solanum melongena* L.) in 16 different fields. Potato dextrose agar (PDA) and minimal mediums (MM) amended with %1,5 and %2 KClO<sub>3</sub> were tested for the capacity of yielding chlorate resistant mutants of *F. oxysporum*. PDA amended with %1,5 KClO<sub>3</sub> yielded the highest ratio of chlorate resistant mutants. The selected *nit* mutants of all *F. oxysporum* isolates were tested among themselves for heterokaryon formation; only one vegetative compatibility group, tentatively designated as VCGI, was detected among 16 isolates. Only the isolate EgpFo03 was not included in that group since the *nit* mutants of this isolate did not complement with any *nit* mutants of the tested isolates. All isolates including EgpFo03 were pathogenic to eggplant cv. Kemer at different levels. Ten isolates of *Verticillium dahliae* from wilted eggplants were collected and used for vegetative compatibility analysis using nitrate non-utilizing mutants and reference tester strains of vegetative compatibility groups (VCGs) 1A, 2A, 2B, 3, 4A and 4B. Of the 10 *V. dahliae* isolates, four were assigned to VCG2B, four to VCG2A, two to VCG4B whereas VCG3, VCG1A and VCG4A were not defined among isolates. In order to test if there is a correlation between VCG and pathotype in *V. dahliae*, pathogenicity of all isolates representing the three multimember VCGs were tested for their aggressiveness against susceptible eggplant cultivar (*S. melongena* cv. Aydın Siyahı) and a susceptible local cotton cultivar (*Gossypium hirsutum* cv. Çukurova 1518) in the greenhouse. Virulence to both eggplant and cotton varied between isolates within VCG's, and there was no difference in pathogenicity between VCG's except little virulence of VCG2A isolates to cotton. Diversity in virulence within the same VCG confirms that eggplant-wilt causal agent is not isolated genetically, in contrast to specialized forms. Therefore, for eggplant growers in practice, *V. dahliae* VCG's do not seem to be of importance. This study presented the first data on the vegetative compatibility groups of both *F. oxysporum* and *V. dahliae* isolates from eggplant in Hatay province.

2008, 50 Pages

**Key Words:** eggplant, wilt, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, VCGs, virulence

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark	Arkadaşları
CDA	Czapex Dox Agar
da	Dekar
DI	Ortalama Hastalık İndeksi
g	Gram
ha	Hektar
het	Heterokaryon
KClO <sub>3</sub>	Potasyum Klorat
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MKÜ	Mustafa Kemal Üniversitesi
MM	Minimal Medium (Minimal Ortam)
NaNO <sub>2</sub>	Sodium Nitrite
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
NaOH	Sodyum Hidroksit
Nit	Nitrate-Nonutilizing Mutants (Nitrat Kullanamayan Mutantlar)
°C	Santigrat derece
ort	Ortalama
PDA	Potato Dextrose Agar
sp.	Türleri
spp.	Türü
V. albo-atrum	Verticillium albo-atrum
VCG	Vegetative Compatibility Group (Vejetatif Uyum Grubu)
VCGs or VCG's	Vegetative Compatibility Groups (Vejetatif Uyum Grupları)
WAC	Su Agarı Chlorate Ortamı
+	Tam Heterokaryosis Zonu Oluşum Durumu



- Zon Oluşmaması Durumu
- ± Zayıf Heterokaryosis Zonu Oluşum Durumu

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 3.1.</b> Heterokaryosis testlemelerinde VCG'leri önceden karakterize edilen <i>Verticillium dahliae</i> izolatlarının özet bilgisi.....	<b>16</b>
<b>Çizelge 4.1.</b> Hatay ilinde patlıcan bitkilerinden elde edilen fungal izolatların lokasyon ve koordinatları.....	25
<b>Çizelge 4.2.</b> Patlıcan bitkilerinden elde edilen <i>Fusarium oxysporum</i> izolatlarının klorat dayanıklı sektör, nit mutantı, <i>nit1</i> , NitM ve <i>nit3</i> sayıları.....	27
<b>Çizelge 4.3.</b> Patlıcan bitkilerinden elde edilen <i>Fusarium oxysporum</i> izolatlarından elde edilen mutant sayılarının, üzerinde oluştukları %1,5 KCIO <sub>3</sub> + PDA, % 2 KCIO <sub>3</sub> + PDA, %1,5 KCIO <sub>3</sub> + MM ve %2 KCIO <sub>3</sub> + MM ortamlarına göre dağılımları.....	28
<b>Çizelge 4.4.</b> <i>Fusarium oxysporum</i> izolatları için, inkübasyonun 9. gününde mutant oluşturmuş kolonilerin wild-type ve mutant kısım koloni çapları (mm) ortalamaları.....	29
<b>Çizelge 4.5.</b> Hatay ilinin değişik yörelerinden toplanan 16 adet <i>Fusarium oxysporum</i> izolatının farklı fenotipli nit mutantları arasındaki heterokaryosis çalışmaları.....	32
<b>Çizelge 4.6.</b> Patlıcan bitkilerinden elde edilen <i>Verticillium dahliae</i> izolatlarının klorat dayanıklı sektör, nit mutantı, <i>nit1</i> , NitM ve <i>nit3</i> sayıları.....	34
<b>Çizelge 4.7.</b> Hatay ilinin değişik yörelerinden toplanan NitM, <i>nit1</i> veya <i>nit3</i> (sıtr başlıkları) fenotipli bazı <i>Verticillium dahliae</i> patlıcan izolatları (sütun başlıkları) ile uluslar arası tester izolatlar arasındaki heterokaryosis çalışmaları.....	36
<b>Çizelge 4.8.</b> Hatay ilinde patlıcandan elde edilen <i>Verticillium dahliae</i> izolatlarının vejetatif uyum grupları	36
<b>Çizelge 4.9.</b> <i>Fusarium oxysporum</i> izolatları ile inokule edilen Kemer çeşidi patlıcandaki hastalık reaksiyonu.....	38
<b>Çizelge4.10</b> Farklı VCG'lere ait <i>Verticillium dahliae</i> izolatlarıyla inokule edilen Çukurova 1518 çeşidinin pamuktaki hastalık reaksiyonu.....	39
<b>Çizelge4.11</b> Farklı VCG'lere ait <i>Verticillium dahliae</i> izolatları ile inokule edilen Aydın Siyahı çeşidi patlıcandaki hastalık reaksiyonu.....	40

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
<b>Şekil 3.1.</b>	<i>Verticillium dahliae</i> 'nin iki hifi arasında heterokaryon oluşumu..... 17
<b>Şekil 4.1.</b>	<i>Fusarium oxysporum</i> ile ağır infekteli bir tarlada patlıcan bitkilerinde gözlemlenen kurumalar..... 22
<b>Şekil 4.2.</b>	Hatay İli Samandağ ilçesinde <i>Fusarium oxysporum</i> ile infekteli yapraklarını dökmüş patlıcan bitkileri..... 22
<b>Şekil 4.3.</b>	Hatay İli Belen ilçesinde <i>Fusarium oxysporum</i> ile infekteli ve sağlıklı patlıcan bitkilerinin gövdelerinin enine kesiti ..... 23
<b>Şekil 4.4.</b>	Hatay İli Reyhanlı ilçesinde <i>Verticillium dahliae</i> ile infekteli patlıcan bitkileri yapraklarında sararma ve nekrozlar..... 23
<b>Şekil 4.5.</b>	Hatay İli Dörttyol ilçesinde <i>Verticillium dahliae</i> ile infekteli solgunluk ve gelişme geriliği gösteren patlıcan bitkileri..... 24
<b>Şekil 4.6.</b>	<i>Verticillium dahliae</i> etmeni tarafından hastalandırılmış patlıcan bitkisi gövdesinin enine kesitindeki vasküler renk değişimi..... 24
<b>Şekil 4.7.</b>	%1,5 KClO <sub>3</sub> + MM ortamında wild-type bir koloniden mutant oluşumu..... 30
<b>Şekil 4.8.</b>	%1,5 PDA + KClO <sub>3</sub> ortamında tek bir wild-type koloniden birden fazla mutant oluşumu..... 30
<b>Şekil 4.9.</b>	Patlıcan <i>Fusarium oxysporum</i> izolatları EgpFo06 ve EgpFo20 komplementer nit mutantları arasında heterokaryon oluşumu..... 35
<b>Şekil 4.10.</b>	Patlıcan <i>Verticillium dahliae</i> izolatu EgpVd06'nın 1 numaralı nit mutanıtı ile Türk nit mutantları Ch01 ve CotVd19(2) arasında heterokaryon oluşumları..... 35

## 1. GİRİŞ

Solanaceae familyasına ait sebzeler tipik olarak ılıman iklimli bölgelerde açık alanlarda yetiştirilen ürünleridir. Bu familyaya ait önemli bitkilerden biri olan patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çin ve Hindistan'dan sonra en fazla patlıcan üreten üçüncü ülke olan Türkiye'de, özellikle Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirilmekte olup Hatay İli genelinde de çok önemli bir sebzedir (Fao, 2003). Ayrıca İç Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde bazı alanlarda da yetiştirilir.

Ülkemizde patlıcan üretimi hem açık alanlarda hem serada yapılabilmekte, fakat iklim ve toprak isteği yanında bakım şartları ve ekim nöbeti tercihinden dolayı her bölgede yetiştirilememektedir. Türkiye 2006'da 924.165 ton patlıcan üretmiş (Tuik, 2006) ve 34 ton kuru patlıcan ihraç etmiştir. Gelir, yaklaşık olarak 157.000 US \$'dır (Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2003). Hatay İli sebze üretim alanı 2006 yılı verilerine göre 355.560 dekadır. İlimizde patlıcan, 28.560 dekar alanda yetiştirilmekte olup, üretim 100.000 tondur (Tuik, 2006). Patlıcan üretimi tüm Akdeniz Ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de artan sera alanı nedeniyle devamlı olarak genişlemektedir. Patlıcanın 247.224 tonu örtü altı sebzeçiliğinde üretilmektedir. Antalya bu üretimin 178.630 tonla %72'sini gerçekleştirmektedir. Mersin, Muğla, Hatay ve Adana sırasıyla 41.428, 13.868, 6.039 ve 5.525 ton patlıcan üretimleri ile bunu takip eden illerdir (Tuik, 2005). Türkiye'de patlıcan üretimi, geniş alanlarda ve seralarda yapılan ticari amaçlı üretimin yanında, dar alanlarda lokal pazara yada aile tüketimine yönelik olarak yapılmaktadır. Yetiştirilen çeşitler açısından büyük bir çeşitlilik bulunmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de gerek yerel populasyonların ıslahı gerekse melezleme ve hibrit ıslahı yolu ile elde edilmiş, yerli veya adaptasyon denemeleri ile bölgeye uyum sağlamış, üretimleri yapılan birçok patlıcan çeşidi bulunmaktadır.

Önemli bir düzeyde sebze üretimi yapılan ülkemizde ve Hatay ilinde *Fusarium* ve *Verticillium* solgunlukları ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Çiftçilerin çaresizce seyirci kaldığı solgunluk hastalıklarının en önemlileri arasında toprak kökenli funguslardan *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* bulunmaktadır. Etkili bir kimyasal ilacı olmadığı bilinen bu hastalıklar ile mücadelede, çiftçilerin yanlış yönlendirilmeleri veya ticari istismarların etkisiyle bilinçsizce yapılan ilaçlamalar

yüzünden; hem çevre hem de ekonomi zarar görmektedir. Etkili entegre mücadele yönetim stratejileri önermek için *F. oxysporum* ve *V.dahliae* izolatlarının genetik yapılanmaları ve dolayısıyla virülens spektrumlarının bilinmesi önemlidir.

*F. oxysporum*'da yüksek düzeyde çeşitlilik vardır ve genellikle bir tür kompleksi olarak değerlendirilir. Yaklaşık olarak 100 adet f. sp. vardır. Ribosomal RNA geni intergenomik spacer'ı (IGS) ihtiva eden moleküler dizilimi gen bankasında mevcuttur. Fakat *F. oxysporum* f.sp. *melongenae*'nın *F. oxysporum* kompleksi içinde f. sp.'lerle ilişki analizi henüz yayınlanmamıştır.

Fungal bir iletim demeti patojeni olan *F. oxysporum* izolatları arasındaki çeşitliliği karakterize etmede patojenisite veya ırk ayrımının yapılması sürdürülmesi gerekli çalışmalardır. Bununla birlikte VCG'lerini belirlemek, bu tür fungal izolatlar arasındaki çeşitliliği tanımlamada yararlı bir diğer araçtır. Genetik markörler olarak tanımlanan vejetatif uyumluluk grupları, *F. oxysporum* izolatlarını ayırmak için kullanılmaktadır (Correll, 1991; Fernandez ve ark., 1994).

*Fusarium* spp. *Verticillium* spp. içinde genetik çeşitliliği açıklamak için vejetatif uyum gruplarına başvurulmaktadır. Vejetatif uyumluluk, izolatların karşılıklı hifsel anastomose olabilme yeteneğini ifade eder. Anastomosis birbirlerine yanaşmış hiflerden dışarıya doğru gelişen özel yan dallar arasında meydana gelir. Birleşen sonuç hücreler H-şeklinindedir ve iki çekirdeklidir. Burada oluşan hücreler ortak bir sitoplazma içinde her iki ebeveyn izolatın çekirdeklerini içeren canlı birleşmiş hücreler şeklindedir. Hif boyunca hücreden hücreye çekirdek göçü olmaz ve iki çekirdekli hücreler çoğalma göstermezler. Birbiriyle anastomose olabilen veya heterokaryon oluşturabilen izolatlar bir vegetative compatibility group=vejetatif uyum grubu (VCG)'na dahil edilirler. Farklı izolatlar arasında anastomosis rastgele bir olay olmayıp, bazı özel genetik mekanizmalarla yönetilir. Burada vejetatif uyumluluk, kromozomlar üzerinde bulunan het (heterokaryon) veya vic (vegetative incompatibility) olarak isimlendirilmiş çoklu gen lokuslarının yönetimi altındadır. Laboratuarda uygun mutant izolatlar, heterokaryonlar yaratmak için bir araya getirilebilmektedir. Fungal nitrate-nonutilizing (*nit*) mutantları heterokaryon testleriyle *Fusarium* ve *Verticillium* izolatları içerisinde vejetatif uyumu belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Vejetatif olarak uyumlu izolatlar, genetik olarak birbirlerine benzerdirler. Bu nedenle vejetatif uyum ve heterokaryon oluşumu *Fusarium* ve *Verticillium* izolatları içindeki genetik benzerliklerin veya

varyasyonun anlaşılmasında ve bu hastalıklarla mücadele yöntemlerinin iyileştirilmesinde bizlere yardım eder. VCG'ler; 'forma speciales'leri (f.sp), ırkları ve patojenisite gruplarını teşhis etmede yararlı olabilir. *F. oxysporum*'da belirli bir VCG içerisindeki izolatlar genellikle aynı f.sp.'ye ait olmuştur. Buna karşın tek bir f. sp. bir veya daha fazla VCG'yi içerebilmiştir. *F. oxysporum*'un pek çok VCG'si uluslar arası kabul edilen bir numaralama sisteminde 4 veya 5 haneli seri numaralarıyla adlandırılmıştır. Örneğin domates solgunluğuna neden olan *F.o. lycopersici* İsrail'de hem ırk1 hem de ırk2'yi içeren ve bütün dünyada yayılmış bir VCG olan VCG (0030) içerisinde toplanmıştır (Katan, 1996). Patlıcanda Fusarium solgunluğuna neden olan *F.o. melongenae* ise VCG 0170 olarak kodlanmıştır (Katan, 1996). *V. dahliae* genellikle konukçuya özelleşme göstermez; bu yüzden forma speciales, ırk veya patotip gibi alt grupların teşhisi zordur. *V. dahliae* için fizyolojik ırklar, yalnızca domateste; patotipler ise yalnızca pamukta tanımlanmıştır. Çoğunlukla da belirgin patotiplerin oluşumundan ziyade, virülens patotiplerinin bir devamlılığı söz konusudur. Bu açıdan vejetatif uyumluluğun tespiti çok pratik bir önem taşımaktadır. Bu kapsamda yapılan populasyon genetiği çalışmaları ile patojenin bölgeler arası genetik ve patojenik karakterizasyon yapısı uluslar arası düzeyde aydınlatılmış ve özellikle de ülkemizde bu alanda çalışabilecek ıslahçılara çok temel veriler sunulmuştur. Çünkü ıslah çalışmalarında genetik karakterizasyonu yapılmış izolatlarla çalışmak, dayanıklı veya tolerant çeşitlerin seçiminde veya geliştirilmesinde yanılmalara engel olacaktır.

Bu çalışmada amacımız: (i) Hatay İli'nde yetiştirilen patlıcan bitkilerinden elde edilen *F. oxysporum* ve *V. dahliae* izolatları içerisinde VCG çeşitliliğini (ii) farklı VCG'lerden *V. dahliae* izolatlarının patlıcan ve pamuk bitkileri üzerinde virülensliklerini (iii) farklı VCG'lerden *F. oxysporum* izolatlarının patlıcan bitkileri üzerinde virülensliklerini belirlemek olmuştur.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. *Fusarium oxysporum* ile İlgili Çalışmalar

Puhalla (1985) herhangi bir mutajen kullanmaksızın *F. oxysporum*'un 21 izolatından nitrat kullanamayan *nit* mutantları elde etmiştir. Aynı izolatden elde edilen bazı *nit* mutantları minimal agar ortamında bir diğer mutant ile birleşerek heterokaryon oluşturmuştur. Burada kullanılan minimal agar ortamı azot kaynağı olarak sodyum nitrat içermektedir. Her bir izolattan alınan izolatlar klorat içeren minimal ortama (Minimal ortam+1.6g/1 asparagin ve 15g/1 KClO<sub>3</sub>) ekilmiştir. Bu ortamda normalde ince bir gelişim gösteren *F. oxysporum* izolatları içinde hızlı gelişen kısımlar nitratı kullanamayan *nit* mutantları olarak değerlendirilmiştir. Her bir izolatden elde edilen *nit* mutantlarının bazıları *nitA* ve bazıları *nitB* olarak isimlendirilmiştir. Minimal agarda aynı izolatden kaynaklanan *nitA* ve *nitB* mutantlarına ait ince gelişmelerin kaynaşmış oldukları yerde yoğun havai misel gelişimi heterokaryon oluşumu olarak değerlendirilmiş ve VCG ile patotip arasında yakın bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmiştir.

Correll ve ark. (1987) *F. oxysporum*'un 7 izolatından 1300'ün üzerinde *nit* mutanı elde etmişlerdir. Vejetatif olarak uyumlu *nit* mutantları minimal ortamda heterokaryon oluşturarak bir diğerini tamamlayabilmiştir. İki *nit* mutantının heterokaryon oluşturduğu yerde yoğun havai misel gelişimi gözlenmiştir.

VCG analizi, bir *F. oxysporum* popülasyonunda aynı konukçu türlerindeki patojen olan ve olmayan izolatları birbirinden ayırmak (Appel ve Gordon, 1994; Gordon ve Okamoto, 1992; Katan ve Katan, 1988) ırkları ayırmak (Bosland ve Williams, 1987; Larkin ve ark. 1990) ve popülasyonlardaki genetik homojenitenin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Elias ve Schneider, 1991; Jacobson ve Gordon, 1988; Ploetz ve Correll, 1988).

Vejetatif uyumluluk, popülasyonun patojen olmayan kısmının karakterizasyonuna da fırsat vermektedir. Güçlü moleküler araçların bir bütün olarak kullanımı ile birlikte VCG' ler konusunda yapılan çalışmalar, bu etmenin patolojisi, popülasyon biyolojisi ve

ırk ilişkilerini anlama konusunda önemli bir katkı yapmıştır (Correll, 1991; Kistler ve ark., 1997).

*F. oxysporum* f.sp. *melongenea* solgunluk hastalığı gösteren patlıcan (Solanaceae familyasından *Solanum melongene*) bitkisinde Matuo ve Ishigami tarafından 1958'de ilk defa tanımlanmıştır. İnokulasyon çalışmalarında bu izolat diğer Solanaceae bitkilerini (domates, tütün, patates ve biber) infekte edememiştir. *F. oxysporum* f.sp. *melongenea*, Altınok (2005) tarafından ülkemizde patlıcanlarda rapor edilmiştir. Patlıcanda *F. oxysporum* daha önceleri Çin'de (Tai 1979, Zhuang ve ark., 2005), Kore'de (Cho ve Shin, 2004), Kenya'da (Nattrass, 1961), Yunanistan'da (Holevas ve ark., 2000), İtalya'da (Richardson, 1990) ve Fiji'de (Firman, 1972) rapor edilmiştir. *F. oxysporum*, *Solanum melongena* var. *esculentum*'da Alfieri ve ark. (1984) tarafından rapor edilmiştir. Patlıcanda Fusarium solgunluğuna neden olan *F. oxysporum* f. sp. *melongenea*, Katan (1996) tarafından f.sp. kodu 017 ve ait olduğu VCG numarası 0170 olarak kodlanmıştır ve bu VCG koduna ait herhangi bir izolat dünya gen bankasında bulunmamaktadır.

## 2.2. *Verticillium dahliae* ile İlgili Çalışmalar

*V. dahliae* tarafından neden olunan solgunluk Türkiye'de zeytin (Dervis ve ark., 2007) ve pamuk (Derviş ve Biçici, 2005; Derviş ve ark. 2008; Göre, 2007) gibi ürünlerde önemli kayıplar meydana getirmiştir. *Verticillium* solgunluğu patlıcanda yaygın ve en yıkıcı hastalıklardan biridir (Bletsos ve ark.,1999). Patojen toprak kökenlidir ve kök uçlarının kılcal kökleri boyunca konukçuyu istila eder (Huisman ve Gerik, 1989). Bu solgunluk hastalığı patlıcanda yavaş ilerler. Patlıcanda *V. dahliae* tarafından neden olunan *Verticillium* solgunluğu meyve tutma döneminin başlangıcından itibaren meydana gelir (Xu ve ark., 2000). Bitkilerin boyunun kışalmasına ve damarlar arası sararmaya, solgunluğa ve yaprakların kurummasına neden olur. Bitkiler bu durumlarda genellikle canlılığını sürdürür fakat birkaç tanesi ölebilir. *V. dahliae*, patlıcanda sarı-bronz yaprak lekelerine, iletim demetlerinde renklenmeye, verim kayıplarına, bitki gelişiminde gerilemeye, meyve kalitesinde kayıplara sebep



olmaktadır (Karaginnidis ve ark., 2002). Alt gövde boyuna kesildiğinde vasküler kahverengi renk değişimi (Anson, 2004); yaprak, sap veya gövde parçalara ayrıldığında, rengini kaybetmiş doku gözlemlenebilir (Huang ve ark., 2004). Rotasyon sistemleri pratik olarak uygulanamaz. Çünkü sebze üretimine ayrılan alanlarda genellikle yoğun bir tarımsal faaliyet yürütülür (Cirulli ve ark., 1990).

Vejetatif uyumluluk *V. dahliae* populasyonlarındaki genetik çeşitliliği anlamada önemli olmasına rağmen, 1990'a kadar sıklıkla çalışılmamıştır. Çünkü herhangi bir komplementasyon çalışması için mutantlar üretmek, seçmek, karakterize etmek, test etmek ve ayrıca sentetik koşullar altında oluşturulan zorlanmış heterokaryonların genetik analizlerini yapmak gerekmektedir.

*V. dahliae*'de vejetatif uyumluluğu belirleyen çalışmalar iki temel yaklaşım olmuştur. Birinci yaklaşımda çeşitli coğrafik orijin ve konukçu bitkilerden izolatlar elde edilmiştir. İkinci olarak çalışmalar spesifik ürünlerle ilgili özel coğrafik bölgelerde oluşan populasyonlara yoğunlaşmıştır. İlk çalışmalarda, Puhalla (1979) 34 konukçu bitki türü ve 115 ülkeden toplanan 86 izolatu auxotrophic ve mikrosklerot renk mutantları arasındaki komplementasyona göre 16 VCG içerisine gruplandırmıştır. Phulla'nın bazı izolatları için vejetatif uyumluluk *nit* mutantları kullanılarak yeniden değerlendirildiğinde komplementer heterokaryosis'in yoğunluğu daha yüksek olmuştur. Sonuçta 21–24 izolatu kapsayan iki alt örneğin her biri içerisinde yalnızca 4 VCG tanınmış (Joaquim ve Rowe, 1990), bu VCG lere seri numaraları (VCG1, VCG2, VCG3 ve VCG4) verilmiştir. Daha sonraki iki çalışma VCG1, 2, ve 4'ü tanımada birbiriyle uyum içerisinde olmuş, fakat VCG3 (Joaquim ve Rowe, 1990) ve VCG5 (Strausbaugh ve ark., 1992)'le ilgili olarak birbirinden farklılık göstermişlerdir. Phulla'nın tüm koleksiyonunun komplementasyonu değiştirmeye yönelik modifikasyonlarla *nit* mutantları kullanılarak yeniden değerlendirilmesi VCG1, 2 ve 4'ü doğrulamış fakat VCG 3 ve 5'i doğrulamamıştır (Bell, 1994). Komplementasyonun yoğunluğuna ve gücüne dayanarak, 3 VCG'nin her biri daha sonra A ve B olarak düzenlenen iki alt gruba bölünmüştür. VCG1 ve 2'de A ve B arasında komplementasyon alt gruplar içinde olduğunda daha yavaş ve daha zayıf olmuştur. VCG4'te A ve B arasında herhangi bir komplementasyon oluşmamış fakat bazı izolatlar her iki alt grupta da (A ve B) 4A ve 4B arasında köprü yaparak uyumlu olmuştur. Birlikte değerlendirildiğinde, bu çalışmalar *V. dahliae* içinde 3 VCG'nin tanınmasıyla sonuçlanmıştır. 3 VCG'yi (VCG1,

VCG2 ve VCG4) temsil eden izolatlardan üretilen komplementer *nit* mutantları, yeni izolatları VCG'lere ve alt gruplara ayırmak için komplementasyon (heterokaryosis) testlerinde referans izolatler olarak kullanılmıştır. *V. dahliae* içinde VCG'leri ve alt grupları ayırt etmek için dünya çapında yaygın olarak kullanılan referans izolatlerin çoğu Phulla'nın koleksiyonundan üretilmiştir ve Ohio State University, OARDC, Wooster'da geliştirilmiştir (Rowe, 1995). *V. dahliae*'nin bazı ilave koleksiyonlarının çalışmalarında (Chen, 1994; Daayf ve ark., 1995), bütün uyumlu izolatlar 3 VCG'den birine tayin edilebilmiş ve yeni bir VCG grubu çıkmamıştır. Son zamanlarda, California'da biberi infekte eden *V. dahliae* izolatları arasında VCG6 tanımlanmıştır (Bhat ve ark., 2003). Önceki sonuçlarla birlikte bu bulgular *V. dahliae* içinde sınırlı bir VCG çeşitliliği olduğunu göstermiştir.

Çeşitli koleksiyonlardan toplanan izolatların incelenmesi, VCG çeşitliliğinin derecesini tahmin etmede yardımcı olsa da, özel durumlarda *V. dahliae* popülasyonlarının kompozisyonu ve çeşitliliği üzerinde bilgi vermemektedir. Bu durum araştırmacıları, spesifik ürünlerle ilgili veya özel coğrafik bölgelerde oluşan popülasyonlara odaklanan çalışmalara yönlendirmiştir. A.B.D'de California'da patateste *V. dahliae* popülasyonlarının geniş ölçüde sörveyleri VCG4'ün yaygınlığını (alt grup A ve B) ve VCG1 ve VCG2'nin nadiren oluştuğunu göstermiştir (Joaquim ve Rowe, 1990). Benzer şekilde VCG 4B'nin İsrail'deki patates tarlalarında baskın olduğu bulunmuştur (Korolev ve ark., 1997). Patateste *V. dahliae*'nin üniformluğunun aksine; dağılımları izolat ve coğrafya ile değişse de pamuk izolatları arasında 3 farklı VCG bulunmuştur. Puhalla'nın koleksiyonundaki bütün yaprak dökken izolatlar (Puhalla ve Hummel, 1983) VCG 1'e ait olmuştur (Joaquim ve Rowe, 1990). Bu gruplama Orta Asya (Daayf ve ark., 1995), İspanya ve Çin'den (Korolev ve ark., 2001a) yaprak dökken izolatlarla doğrulanmıştır. Dünya çapında pamuk yetiştirilen bölgelerden elde edilen yaprak dökmeyen izolatların VCG2 ve VCG4'e dahil olduğu bulunmuştur.

*V. dahliae*'nin pek çok VCG'leri ve alt grupları çeşitli bölgelerden rapor edilmiş olsa da bunların coğrafik durumlarının tesadüfi olmadığı görülür. *Verticillium* popülasyonları sürekli dinamik bir durumda olduğundan, VCG'lerin coğrafik dağılımı onların epidemiyolojisiyle yakından ilgilidir. Puhalla'nın koleksiyonunda (Puhalla ve Hummel, 1983) yapılan incelemeler, VCG2'nin 5 kıtanın hepsinde oluştuğunu göstermektedir. VCG1 izolatları öncelikle Güneydoğu Amerika, Kanada ve

Avustralya'dan gelmiştir. Puhalla'nın koleksiyonunun yarısından çoğu Kuzey Amerika kaynaklıdır. Oysa Asya, Afrika, Avustralya ve Güney Amerika kıtaları ise çok az izolatla temsil edilmiştir. Bu nedenlerle gözlenen VCG dağılım deseni dünya çapında bir durumun göstergesi olamaz. Güney ve Güneydoğu ABD'ye özgü olduğu düşünülen VCG1 Peru, İspanya, Orta Asya ve Çin'de rapor edilmiştir (Bell, 1992; Katan, 2000). VCG1 daha sonraları ABD'nin daha kuzey kısımlarında da bulunmuştur (Chen, 1994). California'da VCG2 pamukta (Bell, 1992), ve VCG4 patatesten (Strausbaugh ve ark., 1992) baskın olmuştur. Kuzey Amerika'da yetiştirilen patateslerde VCG4'ün baskın olduğu belirtilmiştir (Joaquim ve Rowe, 1991). Patlıcanda *V. dahliae* izolatlarının VCG'leri konusunda diğer ülkelerden az sayıda izolat bazı çalışmalara dâhil edilmiştir:

Bhat ve Subbara (1999) patlıcandan bir izolatu VCG4'e dâhil etmiş ve bu izolatların konukçuya özelleşme ve diğer konukçularda ayırt edici patojenisite gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bao ve ark. (1998) İsrail'de farklı konukçulardan 33 *V. dahliae* izolatu arasında iki belirgin VCG teşhis etmişlerdir. İlk gruba ait izolatlar pamuk (8 izolat), patlıcan (3 izolat), krizantem (3 izolat) ve zeytin (1 izolat) bitkilerinden alınan izolatları içermiştir.

Başka bir çalışmada aynı VCG'ye (VCG4) ait olan patlıcan, biber ve patates izolatları farklı coğrafik lokasyonlardan alınmıştır ve moleküler düzeyde de farklı olmuşlardır (Bhat ve ark., 2003). Bu durum, bu izolatların aynı klonal hata ait olmadığını göstermiştir. Bu *V. dahliae*'nin RAPD bantlanma desenlerinin patojenisite gruplarına karşılık geldiğini belirten Koike ve ark. (1996)'nın çalışmalarının aksi bir durumu göstermiştir. Böylece *V. dahliae*'nin bir lokasyondan diğerine yayılımı aynı VCG'den izolatlar arasında artmış virülensle yeni *V. dahliae* izolatları üretebilecek genetik rekombinasyon riski nedeniyle önemlidir.

Korolev ve ark. (2000) patlıcandan 31 *V. dahliae* izolatından 7 tanesini VCG2B'ye, 4 tanesini VCG2A'ya ve 20 tanesini ise VCG4B'ye düzenlemişlerdir. Zhengjun ve ark. (1998)'nin 1980'lerde patlıcandan topladıkları 4 izolatu, VCG2'ye ait olmuştur. Daayf ve ark. (1995) Guadeloupe ve Reunion'dan iki adet patlıcan *V. dahliae* izolatının VCG4'e ait olduğunu ortaya koymuştur. Korolev (1998)'in yaptığı çalışmada, pamuk dışında diğer konukçulardan VCG2B izolatları; patlıcanda, pamukta oluşturduğundan daha şiddetli hastalık belirtileri oluşturmuştur. Bu, virülenslikte farklılık gösteren alt grupların varlığını göstermiştir.

Tsror ve ark. (2001) VCG'nin tek başına etkisini değerlendirmek için patates, pamuk ve patlıcandan VCG'lerle, patates ve domates üzerindeki patojenisite testi verilerini ayrı ayrı kıyaslamışlardır. Her üç konukçudan VCG4B izolatları patatesten en virulent ve VCG2A izolatları ise domateste en virulent olmuştur. Bu sonuçlar patojenisitenin VCG ile alakalı olduğu hipotezini doğrulamıştır. A.B.D'de yapılan bazı çalışmalar (Joaguim ve Rowe, 1991; Strausbaugh, 1993) patatesten VCG4 izolatlarının; diğer VCG'lere kıyasla, patatesten yüksek düzeyde virulent olduğunu göstermiştir. Korolev ve ark. (2000) patlıcan ve pamuk inokulasyonlarında, testledikleri izolatların patojenisitelerinde varyasyonlar gözlemiştir. Zhengjun ve ark. (1998). Çin'de yüksek düzeyde infekteli pamuk tarlaları yakınındaki patlıcandan elde ettikleri 4 izolatı, VCG2 olarak tanımlamış ve patlıcandaki semptomları pamuktakilere benzer olduğunu rapor etmişlerdir.

Türkiye'de pamuktan izole edilen *V. dahliae* izolatlarının VCG çeşitliliği üzerindeki ilk çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nden 70 pamuk izolatının 39 adedinin VCG2B'ye, 19 adedinin VCG2A'ya ve üç adedinin ise VCG4B'ye ait olduğu belirtilmiştir (Derviş ve Biçici, 2005). Bir izolat self-incompatible olmuş ve kalan izolatların durumu ise belirsiz kalmıştır. Derviş ve ark. (2007) 207 zeytin izolatının %90,9'unun VCG1A, geri kalanının ise VCG2A ve VCG4B olduğunu belirlemişlerdir. Derviş ve ark. (2008) 100 pamuk izolatı ile çalışmış; 49 *V. dahliae* izolatını VCG1A'ya, 39 izolatı VCG2B'ye, dokuz izolatı VCG2A'ya ve 3 izolatı VCG4B'ye dahil etmişlerdir.

Bugüne kadar Türkiye'de patlıcandan *V. dahliae*'nin vejetatif uyumluluğu hakkında Derviş ve ark. (2005)'nin bildirdikleri tek bir izolat dışında herhangi bir rapor sunulmamıştır. Bu çalışmanın amacı Hatay'da farklı lokasyonlarda yetiştirilen patlıcanlardan elde edilen *F. oxysporum* ve *V. dahliae* populasyonları içinde genetik çeşitliliği VCG yaklaşımını kullanarak saptamak; farklı VCG'lere dahil olan izolatların patlıcan ve pamuk bitkilerindeki virülesliklerini belirlemek olmuştur.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2006–2007’de Haziran-Eylül aylarında Hatay ilinde açıkta patlıcan üretiminin yoğun olarak yapıldığı Dört Yol, Belen, Kırıkhan, Altınözü, Reyhanlı, Hassa, Erzin, Samandağ, İskenderun ve Antakya merkez ilçeleri ve köylerindeki ekim alanlarında, MKÜ Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji-1 laboratuvarı ve Bahçe Bitkileri Bölümü seralarında yürütülmüştür.

#### 3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Hatay ilçeleri ve köylerindeki ekim alanlarından alınan bitki örnekleri ile bunlardan izole edilen *Fusarium* ve *Verticillium* hastalık etmenleri oluşturmuştur. Patojenisite testlerinde kullanılan patlıcan çeşitleri tohumları (Aydın Siyahı ve Kemer çeşitleri), MKÜ Bahçe Bitkileri Bölümünde Doç. Dr. Halit Yetişir ve pamuk tohumları ise Özbuğday tohum firmasından sağlanmıştır.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Hasta Bitkilerden *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İzolasyonları

Sörveyler sırasında hastalık belirtilerine rastlanılan alanlarda bitkilerin gövde, dal, yaprak sapı veya köklerinden örnekler alınarak her örnek ayrı kağıt torbalara konularak buzluk içerisinde muhafaza edilmiştir. Şüpheli örnekler fazla bekletilmeden laboratuvara getirilmiş ve her bir bitki örneğinden hastalıklı bitki dokuları yavaş akan çeşme suyu altında yıkanmış ve %0.5 NaOCl’de 1–2 dakika yüzeyden steril edildikten sonra steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu yapılan 5–6 mm

büyükluğündeki doku parçaları 100 mg l<sup>-1</sup> streptomycin sulphate ilave edilmiş PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamına ekilerek 22-24<sup>0</sup>C’de 4–5 gün inkübe edilmiştir. Petri kapları, 27<sup>0</sup>C’de bir hafta süreyle inkübe edildikten sonra hastalıklı doku parçalarından gelişen olası *Fusarium* ve *Verticillium* kolonileri PDA ortamı kullanılarak saflaştırılmıştır. *F. oxysporum* kolonilerinin tanısı, ışıklı mikroskop yardımı ile Booth (1971), Domsch ve ark. (1980) ve Nelson ve ark. (1986)’nın önerdiği taksonomik kriterlere göre makro ve mikro konidiler, konidiofor yapıları, klamidospore şekilleri esas alınarak yapılmıştır. *V. dahliae* kolonileri ise renk, mikrosklerot varlığı, büyüme hızı, konidiofor, filid ve konidi özellikleri esastan Smith (1965)’e göre tanımlanmıştır ve ilerideki çalışmalarda kullanılmak üzere numaralandırılmıştır. Tüm fungal izolatlar sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere +4<sup>0</sup>C’de buzdolabında eğik PDA ve Czapek Dox agar (CDA) tüpleri içerisinde, daha uzun süreli saklamalar içinse kağıt kültürlerde –80<sup>0</sup>C’de derin dondurucular içerisinde muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm besiyerleri 121<sup>0</sup>C’de 15 dk. otoklav edilmiştir.

### **3.2.2. *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* İzolatlarının Kodlanması**

Tüm izolatlar laboratuarda izole edilmiş oldukları konukçuların (İngilizce isimleri) ve etmenin ilk harfleri esas alınarak numara ve harflerle işaretlenmiştir. ‘Egp’ harfi ile başlayan izolatlar Egplant (patlıcan)’ı temsil etmektedir. Örneğin EgpFo31 (patlıcan)’den izole edilen (Egp) ve stok no’su 31 olan *F. oxysporum* (Fo) izolatu demektir. EgpVd12 (patlıcan)’den izole edilen (Egp) ve stok no’su 12 olan *V. dahliae* (Vd) izolatu demektir.

### 3.2.3. Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları

#### 3.2.3.1. *Fusarium oxysporum*'da Nitrate-nonutilizing (*nit*) Mutant'ların Üretimi

Bu çalışmalar için *F. oxysporum* izolatlarının tek spor izolasyonları Nelson ve ark. (1986)'na göre yapılmıştır. Klorata dayanıklı olan sektörler, potasyum klorat eklenmiş ve tek azot kaynağı olarak sodyum nitrat içeren Puhalla'nın minimal ortamı (MM) veya potasyum klorat eklenmiş PDA ortamı üzerinde seçilmiştir (Puhalla, 1986). Önceden PDA besi ortamında geliştirilmiş olan kültürlerden alınan 2 mm<sup>3</sup>'lük miselyal parçacıklar, içinde %1,5 ve %2'lik KClO<sub>3</sub> bulunan minimal ortam (MM) ve PDA dökülmüş petri kaplarının tam ortasına gelecek şekilde aktarılmıştır (Puhalla, 1985; Corell ve ark., 1987). 3–5 günlük inkübasyondan sonra başlangıçta yavaş gelişen koloniler içinde hızlı gelişen, klorata dayanıklı alanlar tespit edilmiştir. Klorat içeren ortamda *Fusarium*'ların vahşi kültürleri (wild type) gelişemezler, çünkü bünyelerinde bulunan nitrat indirgeyen enzimi, kloratı kendileri için son derece zehirli olan klorite çevirir. Nitratı kullanamayan mutantlar kloratı toksik bir madde olan klorite indirgeyemezler, bu yüzden klorata dayanıklıdırlar. Sonuçlar vahşi kültür-koloni çapları ve mutant boyu ölçümleri ile 9. gün değerlendirilmiş ve KClO<sub>3</sub> içeren MM veya PDA'da oluşan mutant sayıları kaydedilmiştir. 9. günün sonrasında oluşan mutantlarda vahşi kültür-koloni çapları ve mutant boyu ölçümleri yapılmamıştır.

Hızlı gelişen bu alanlardan kloratsız MM içeren petrilere bir bakteri özesi yardımı ile ortam içermeyen mutant kısımlar aktarılmış ve buradan gelişen koloniler incelenerek ince ve havai miselyum içermeyen koloniler *nit* mutantları olarak ayrılmıştır (Corell ve ark., 1987).

### 3.2.3.2. *Verticillium dahliae*'de Nitrate-nonutilizing (*nit*) Mutant'ların Üretimi

Bu çalışmalarda kullanılmak üzere *V. dahliae* izolatlarının tek spor izolasyonları Bell (1992)'e göre yapılmıştır. Klorat dayanıklı sektörlerin elde edilmesinde su agar klorat ortamı (WAC) kullanılmıştır. Su agar klorat ortamının hazırlanmasında %2,25–4 potasyum klorat (KClO<sub>3</sub>), %0,02 glikoz, %2 teknik agar kullanılmıştır. *V. dahliae* izolatlarının bir haftalık PDA ortamında geliştirilen taze kültürlerinden alınan 2 mm çaplı miseliyal agar diski, 9 cm çaplı petrilere dökülen WAC ortamlarının merkezine yerleştirilmiştir. Bu petrilere 24°C'de 15–30 gün inkübe edilmiştir. Testlenen izolatlarda onların klorat duyarlılığına bağlı olarak bu ortam üzerinde iki tip koloni büyümesi ve sektör oluşumu gözlenmiştir. İnkübasyon sonunda klorata dayanıklı sektörler asimetric veya oval şekilli, ortam yüzeyinde ince ve hızlı gelişen miselyuma sahip koloniler halinde belirmiştir. Diğer yandan çoğu genetik olarak bir değişime uğramamış izolat büyümesi inkübasyonun 10-14'üncü gününde inokulum diski civarında ancak 3-4 mm'ye erişebilmiştir. Sınırlı gelişen, bu genetik olarak değişime uğramamış kolonilerden çıkmış hızlı büyüyen klorat dayanıklı sektörler halinde gelişen bu mutantlar ayrı ayrı, tek karbon kaynağı olarak nitrat içeren minimal ortama transfer edilmiştir. Minimal ortam (MM) olarak Czapek Dox Agar (CDA) kullanılmış ve bu ortam 5 cm çaplı petrilere dökülmüştür. Aktarma işlemi WAC'de mutantın olduğu sektör kısımlarından konidilerin bir bakteri özesi yardımıyla alınarak MM üzerine zikzak şeklinde çizilmesiyle yapılmıştır.

MM ortamında 6–7 gün inkübasyon sonrasında ince, yaygın, havai olmayan gelişme gösteren koloniler auxotrophic *nit* mutantları olarak kabul edilmiştir. Burada auxotrophic mutant, bir veya çok spesifik substansların ilavesinden sonra minimal ortam üzerinde sadece büyüebilecek olan biyokimyasal bir mutantı ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, büyümek için bazı amino asitlerin veya vitaminlerin bir dış kaynaktan alınmasını gerektiren organizmayı ifade eder, şöyle ki genetik olarak bir değişime uğramamış izolattan farklı olarak mutasyonla oluşmuş spesifik izolatlarda bu bileşiklerin sentezlenme kapasitesi olmadığı söylenir. Minimal ortamda, pek çok dayanıklı sektör onların nitratı kullanma kapasitesinde olmadığını gösteren yayılma fakat ince gelişimli koloniler vermiştir. Bununla birlikte WAC'de sektör oluşturan bazı



mutantlar, MM ortamında 6-7 gün inkübasyon sonrasında kabarık, havai gelişim gösteren prototrophic koloniler halinde büyümüşür. Prototrophic izolatler, özel vitaminler veya amino asitler ile ilgili besinsel isteklerinde genetik olarak bir değişime uğramamış izolatden farklı olmayan mutant izolatlerdir. Genetik olarak bir değişime uğramamış izolat gibi, onlar bu bileşikleri sentezleme kapasitesindedirler. Diğer bir deyişle prototrophic bir organizma, sadece inorganik substanslardan oluşmuş bir ortamda gelişme kapasitesinde olan veya en azından hidrokarbon bileşikleri verildiğinde serbest azot asimilasyonu için yarışan bir organizmadır. MM ortamında bu tarz bir gelişim gösteren mutantlar, *nit* mutatlari olarak kabul edilmemiştir. Bununla birlikte bütün *nit* mutantlari, PDA'da genetik olarak bir değişime uğramaksızın gelişim gösteren koloniler halinde yani prototrophic organizmalar gibi büyümüşlerdir. Tek konidi izolatlerinden üretilen *nit* mutantlari diğer kültürler gibi (Joaquim ve Rowe, 1990) +4°C'de buzdolabında eğik PDA ve Czapek Dox agar (CDA) tüpleri içerisinde, daha uzun süreli saklamalar içinse kağıt kültürlerde -80°C'de derin dondurucular içerisinde ve liyofilize edilmiş kültürler halinde saklanmışlardır.

### **3.2.3.3. *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae*'de Nit Mutantlarının Karakterizasyonu**

*Nit* mutantlarının kısmi fenotiplerini belirlemek için azot içeren hypoxanthine ve NaNO<sub>2</sub> kimyasallari kullanılmıştır. Hypoxanthine içeren ortam 1lt minimal ortam üzerine 0,2 g hypoxanthine eklenmesiyle elde edilmiştir. NaNO<sub>2</sub> (Sodyum nitrit) içeren ortam ise 1lt minimal ortam üzerine 0.5g NaNO<sub>2</sub> eklenmesiyle hazırlanmıştır. Hypoxanthine üzerinde seyrek olarak büyüyen mutantlar NitM olarak, hypoxanthine üzerinde bol büyüyen mutantlar *nit1* olarak sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte NaNO<sub>2</sub> üzerinde seyrek olarak büyümesine rağmen hypoxanthine üzerinde havai olarak büyüyen mutantlar *nit3* olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma Korolev ve Katan (1997) ve Correll ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır.

### 3.2.3.4. *Verticillium dahliae*'de Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk

*V. dahliae*'de fenotipik olarak ayrı olduğu belirlenen tamamlayıcı auxotrophic *nit* mutantları minimal ortam üzerine birbirinden 3cm uzaklıkta olacak şekilde ekilmiş ve 24°C'de 14-28 gün inkübe edildikten sonra prototrophic büyüme için değerlendirme yapılmıştır. İki mutant arasında anastomosis oluştuğunda heterokaryotik hücre içinde her bir nükleusun normal yani genetik olarak bir değişime uğramamış allelinin diğer nükleusun mutant allelinin yerini alması beklenir, bu da genetik olarak bir değişime uğramamış gibi fonksiyon gösterme kabiliyetine sahip tamamlayıcı heterokaryotik bir hücreyle sonuçlanır. Bu gibi heterokaryotik hücreler aynı hifler içinde bazı bitişik nükleuslu mutant hücrelerin normal gelişimini de destekleyebilir. Böyle iki mutantın kavuştuğu ve stabil bir heterokaryonun oluştuğu yerde yoğun ve havai bir vahşi tip miselyumun oluşması heterokaryosisi yani komplementasyonu kanıtlamıştır (Şekil 3.1 ve 4.10). Bu tür bir heterokaryosis ile iki izolatin aynı VCG grubuna ait olduğuna karar verilmiştir. Kombinasyonlar arasında tam bir heterokaryosis zonu oluşumu '+□' ile gösterilmiştir. Hiç zon oluşmaması durumunda ise '-' simgesi kullanılmıştır. Testlerin bir kısmında ise bazı izolatlarda arasında hem geç oluşan hem de ince, kabarıklık olmayan zayıf bir zon oluşumu gözlenmiştir. Bu grup zon oluşumu '±' simgesi ile ifade edilmiştir. Çalışmada, her izolattan elde edilen yaklaşık üçer adet tek spor izolatu kullanılmıştır. Komplementasyon ve vejetatif uyum grubu çalışmalarında bütün izolatlarda *nit* mutantları, önceden grupları tanımlanmış uluslararası izolatlarla testlenmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Heterokaryosis testlemelerinde VCG'leri önceden karakterize edilen *Verticillium dahliae* izolatlarının özet bilgisi

Izolat	Orijin	Mutant fenotipi	VCG	Konukçu	Referans
T9	USA	NitM	1A	Pamuk	JOAQUİM ve ROWE, 1990
CotVd19	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	1A	Pamuk	DERVİS ve ark., 2007
OVd13	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	1A	Zeytin	DERVİS ve ark., 2007
ep8	İsrail	NitM	2A	Patlıcan	KOROLEV ve ark., 2000
Cka1	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	2A	Pamuk	DERVİS ve BİCİCİ, 2005
OVd211	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	2A	Zeytin	DERVİS ve ark., 2007
cot11	İsrail	NitM	2B	Pamuk	KOROLEV ve ark., 2000
Ch01	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	2B	Pamuk	DERVİS ve BİCİCİ, 2005

**Çizelge 3.1.** (devamı) Heterokaryosis testlemelerinde VCG'leri önceden karakterize edilen *Verticillium dahliae* izolatlarının özet bilgisi

Izolat	Orijin	Mutant fenotipi	VCG	Konukçu	Referans
70-21	USA	NitM	3	Biber	JOAQUİM ve ROWE, 1990
131M	USA	NitM	4A	Patates	JOAQUİM ve ROWE, 1990
171	USA	<i>nit1</i>	4A	Patates	JOAQUİM ve ROWE, 1990
Pt15M	İsrail	NitM	4B	Patates	KOROLEV ve ark., 2000
OVd60	Türkiye	<i>nit1</i> ve NitM	4B	Zeytin	DERVİS ve ark., 2007

Ayrıca her izolatın *nit1* ve NitM fenotipli mutantları, heterokaryon self-compatibility'nin denemesi için birbiriyle testlenmiştir. Her testleme en az iki kere tekrarlanmıştır.

Testlerde kuvvetli ve stabil heterokaryon oluşturabildiği tespit edilmiş olan yerel izolatlar referans izolatlar olarak seçilmiştir. Seçilen bu izolatlarla diğer yerel izolatların *nit* mutantları arasında da heterokaryosis testleri kurulmuş ve bütün bu izolatlar uluslar arası sisteme göre gruplandırılmışlardır.



**Şekil 3.1.** *Verticillium dahliae*'nin iki hifi arasında heterokaryon oluşumu ( ok uçları anastomosisi gösteriyor)

### 3.2.3.5. *Fusarium oxysporum*'da Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk

*F. oxysporum*'da eşleştirilme testleri Corell ve ark. (1987)'nin belirttikleri gibi, tüm izolatlardan elde edilen NitM fenotipleri ile *nit1* ve *nit3*'lerin ayrı ayrı eşleştirilmesi şeklinde yapılmıştır. Bunun için petrilerin tam ortasına nitM fenotiplerden bir tane ve bunun etrafına *nit1* ve *nit3* fenotipli mutantlardan birer tane miselyal parçacık yerleştirilerek 25°C'de 6–7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Puhalla, 1985). İnkübasyon süresinin ardından mutant kolonilerin birbirine temas ettikleri noktalarda sıkı, havai miselyumlu oluşumlar gözlenerek, hangi mutantlar arasında bu şekilde anastomosis var ise kaydedilmiştir. Bu şekilde anastomosis oluşturan izolatlar aynı VCG olarak değerlendirilmiştir (Corell ve ark., 1987).

### 3.2.4. Patojenisite Testleri

#### 3.2.4.1. *Fusarium oxysporum* İzolatlarına Karşı Kemer Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri

*F. oxysporum* izolatları için patojenite testlerinde, Biles ve Martyn (1989) tarafından modifiye edilen kök daldırma inokulasyon metodu kullanılmıştır. Denemeler 10 adet *F. oxysporum* izolatı ile gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.9). İzolatların patojenisiteleri, fideler beş-altı yapraklı dönemdeki Kemer (*Solanum melongena* L.) çeşidi patlıcan bitkileri üzerinde test edilmiştir. Makasla tıraşlanan kökler her izolatın konidi süspansiyonu ( $1 \times 10^6$  konidi / ml steril H<sub>2</sub>O) içerisine 10 dak daldırılmıştır. Fakat kontrol bitkiler aynı muameleyle sadece steril su içerisine daldırılmıştır. Daha sonra fideler steril torf-perlit (1:1:1,v/v/v) içeren 10 cm çapındaki saksılara (her izolat için 4 tekerrür ve her tekerrürde 2 bitki) şaşırtılmışlardır. İnokulasyondan 4 hafta sonra her bitkideki hastalık şiddeti, 0–4 skalasına göre (0 = simptom yok, 1 = %1–33, 2 = %34–66, 3 = %67–99 ve 4 = ölü bitki) değerlendirilmiştir.

### 3.2.4.2. *Verticillium dahliae* İzolatlarına Karşı Çukurova 1518 Pamuk Çeşidinde Patojenisite Testleri

Farklı VCG'lere ait patlıcan izolatları kök daldırma inokulasyon metoduyla pamuk bitkilerinde testlenmiştir. Denemeler 10 adet *V. dahliae* izolatı ile gerçekleştirilmiştir: VCG2A'ya ait 4 izolat, VCG2B'ye ait 4, VCG4B'ye ait 2 izolat kullanılmıştır. Çukurova 1518 pamuk çeşidi tohumları kumlu toprak içeren viollere ekilmiştir. Bitkiler sera koşullarında 14-h fotoperyotla  $270 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'lik florasan ışıkta  $22-26^{\circ}\text{C}$ 'de yetiştirilmiştir. Nispi nem aydınlıkta %50 -%90, karanlıkta ise %60- %100 olmuştur. Fideler çıkıştan 2-4 gün, ekimden 7-14 gün sonra ise topraktan çekilmiş kökleri yıkanıp tıraşlanmış ve  $10^6$  konidi  $\text{ml}^{-1}$ 'lik inokulum süspansiyonuna 3 dak süreyle daldırılmıştır. İnokule edilmemiş kontrol bitkiler ise aynı süreyle steril distile su içine daldırılmıştır. Daha sonra fideler 12 cm çaplı saksılara (her izolat için 4 tekerrür ve her tekerrürde 2 bitki) şaşırtılmıştır. Bitkilerin bakım işlemleri rutin olarak yapılmıştır. İnokulasyondan 5 hafta sonra simptom gelişimi için bitkiler her gün gözlenmiştir. Her bitkideki hastalık şiddeti 0-4 skalasına göre (0 = simptom yok, 1 = 1-33%, 2 = 34 to 66%, 3 = 67-99%, ve 4 = ölü bitki) değerlendirilmiştir.

### 3.2.4.3. *Verticillium dahliae* İzolatlarına Karşı Aydın Siyahı Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri

Patlıcandan elde edilen VCG2A, VCG2B ve VCG4B'ye ait *V. dahliae* izolatları, kök daldırma inokulasyon metoduyla patlıcan bitkilerinde testlenmiştir. Denemeler 10 adet izolatla gerçekleştirilmiştir: VCG2A'ya ait 4 izolat, VCG2B'ye ait 4, VCG4B'ye ait 2 izolat kullanılmıştır.

Aydın Siyahı patlıcan çeşidi tohumları kumlu toprak içeren viollere ekilmiştir. Bitkiler sera koşullarında 14-h fotoperyotla  $270 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'lik florasan ışıkta  $22-26^{\circ}\text{C}$ 'de yetiştirilmiştir. Nispi nem aydınlıkta %50 -%90, karanlıkta ise %60- %100 olmuştur. Fideler toprak yüzeyine çıkıştan 5-6 gün sonrasında topraktan sökülmüş kökleri yıkanıp

tırışlanmış ve  $10^6$  konidi  $\text{ml}^{-1}$ 'lik inokulum süspansiyonuna 4–5 dak süreyle daldırılmıştır. İnokule edilmemiş kontrol bitkiler ise aynı süreyle steril distile su içine daldırılmıştır. Daha sonra fideler steril torf-perlit (1:1:1,v/v/v) içeren 10 cm çapındaki saksılara saksılara (her izolat için 4 tekerrür ve her tekerrürde 2 bitki) şaşırtılmışlardır. Bitkiler ihtiyacı kadar sulanmış; inokulasyondan 4 hafta sonra her bitkideki hastalık şiddeti 0–4 skalasına göre (0 = simptom yok, 1 = %1–33, 2 = %34–66, 3 = %67–99 ve 4 = ölü bitki) değerlendirilmiştir.

#### **3.2.4.4.Patojenisitelerin Değerlendirilmesi**

Ortalama hastalık indeksi (DI), her izolat için 8 bitkinin hastalık şiddetinin ortalamasıyla hesaplanmıştır. Hastalık indeksi verilerinin istatistiki analizleri, SPSS 13.0 (SPSS Institute, 2004) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testleri ( $P<0.05$ ) kullanılarak varyans analizi yapılmıştır.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Patlıcan Alanlarında Sörvey Çalışmaları ve Gözlenen Simptomlar

2006-2007 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında 36 lokasyonda değişik patlıcan tarlalarında yapılan sörveyler sonucunda patlıcan tarlalarından 10 adet *V. dahliae*, 16 adet *F. oxysporum*, altı adet *Fusarium* spp., 1 adet *Bipolaris* spp., bir adet *Macrophomina* spp. ve bir adet de *Rhizoctonia* spp. izolatu elde edilmiştir. *V. dahliae* izolatlari en fazla Reyhanlı İlçesi ve köylerindeki (4 adet) tarlalarda tespit edilirken diğeri *V. dahliae* izolatlari Altınözü (1 adet), Dörtüol (2 adet), Belen (1 adet), Erzin (1 adet) ve Hassa (1 adet) ilçelerinden elde edilmiştir. *F. oxysporum* izolatlari ise İskenderun Arsuz'dan (1 adet), Altınözü'nden (1 adet) ve Antakya Merkez ilçesi köylerinden (2 adet) elde edilirken, en fazla yaygınlık Samandağ İlçesinde gözlenmiştir. Samandağ İlçesi'nde özellikle Çevlik ve Tekebaşı köylerinde *Fusarium oxysporum*'un çok şiddetli simptomlarına rastlanmıştır. Samandağ İlçesi'nde Meydan'dan 1, Çevlik'ten 5 ve Tekebaşı Köyü'nden 4 adet *F. oxysporum* izolatu elde edilmiştir. *Fusarium* spp. izolatlari Hassa, Dörtüol, İskenderun ve Antakya ilçelerindeki bitkilerden elde edilmiştir. *F. oxysporum* etmeninin hastalandırdığı bitkilerin tamamen kuruduğı (Şekil 4.1), yapraklarını döktüğü gözlenmiştir. Hastalığın yoğun ve şiddetli olduğı Samandağ ilçesindeki bazı tarlalarda, tarla içerisindeki bitkilerin büyük bir kısmının yapraklarını döktüğü ve ani bitki ölümleri şeklinde simptomlar gözlenmiştir (Şekil 4.2).



**Şekil 4.1.** *Fusarium oxysporum* ile ağır infekteli bir tarlada patlıcan bitkilerinde gözlenen kurumalar



**Şekil 4.2.** Hatay İli Samandağ ilçesinde *Fusarium oxysporum* ile infekteli yapraklarını dökmüş patlıcan bitkileri

*F. oxysporum* ile infekteli bitkilerin sap ve gövdeleri parçalara ayrıldığında iletim demetlerinde homojen bir renk değişimi gözlenmiştir (Şekil 4.3). *F. oxysporum* etmeni tarafından bitkilerde yaprak dökümü, Altinok (2005) tarafından belirtilmiş olup,



bu çalışmayla da desteklenmiştir. *F. oxysporum* patlıcan bitkilerinde ilk defa 1958’de Matuo ve Ishigami tarafından kaydedilmesine rağmen, literatürde bugüne kadar bunu destekleyen çok az sayıda çalışma yapılmıştır.



**Şekil 4.3.** Hatay İli Belen ilçesinde *Fusarium oxysporum* ile infekteli (alt) ve sağlıklı (üst) patlıcan bitkilerinin gövdelerinin enine kesiti

Verticillium solgunluğunda en karakteristik belirtiler alt yapraklarda başlayan sararma, yaprak kenarında V-şeklinde genişleyen karakteristik bir desene sahip lezyonlar, bu kahverengi nekrotik dokuyu çevreleyen geniş düzensiz bir sararma (Şekil 4.4), kısmi solgunluk, boy kısalması (Şekil 4.5) ve iletim demetinin kahverengi renklenmesi (Şekil 4.6) olarak gözlenmiştir. Bu gözlemlerimiz, Anson (2004) ve Huang ve ark. (2004)’nın yaptıkları çalışmaları desteklemiştir. Verticillium solgunluk hastalığının ilimiz genelinde Fusarium solgunluğuna kıyasla çok yıkıcı olmadığı ve bitkilerin bu hastalığı tolere edebildiği görülmüştür.



**Şekil 4.4.** Hatay İli Reyhanlı ilçesinde *Verticillium dahliae* ile infekteli patlıcan bitkilerinin yapraklarında sararma ve nekrozlar



**Şekil 4.5.** Hatay İli Dörtüyl ilçesinde *Verticillium dahliae* ile infekteli solgunluk ve gelişme geriliği gösteren patlıcan bitkileri



**Şekil 4.6.** *Verticillium dahliae* etmeni ile infekteli patlıcan bitkisinin gövdesinin enine kesitinde iletim demetlerindeki renk değişimi

**Çizelge 4.1.** Hatay ilinde patlıcan bitkilerinden elde edilen fungal izolatların lokasyon ve koordinatları

İzolat Adı	Etmen	Lokasyon	Koordinat (°, ', ")
EgpB2	<i>Bipolaris spp.</i>	Yayladağı	36 55 00 N; 36 00 00 E
EgpFo03	<i>F. oxysporum</i>	Hacıpaşa Köyü-Altınözü	36 07 00 N; 36 15 00 E
EgpFo07	<i>F. oxysporum</i>	Meydan-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo12	<i>F. oxysporum</i>	Çevlik-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo13	<i>F. oxysporum</i>	Tekebaşı Köyü-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo15	<i>F. oxysporum</i>	Çevlik-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo16	<i>F. oxysporum</i>	Tekebaşı Köyü-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo17	<i>F. oxysporum</i>	Tekebaşı Köyü-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo18	<i>F. oxysporum</i>	Çevlik-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo19	<i>F. oxysporum</i>	Tekebaşı Köyü-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo20	<i>F. oxysporum</i>	Çevlik-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo21	<i>F. oxysporum</i>	Çevlik-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo30	<i>F. oxysporum</i>	Kırıkhan	36 30 00 N; 36 20 00 E

**Çizelge 4.1.** (devamı) Hatay ilinde patlıcan bitkilerinden elde edilen fungal izolatların lokasyon ve koordinatları

<b>İzolat Adı</b>	<b>Etmen</b>	<b>Lokasyon</b>	<b>Koordinat ( °, ', '' )</b>
EgpFo31	<i>F. oxysporum</i>	Karaali-Antakya	36 14 00 N; 36 07 00 E
EgpFo32	<i>F. oxysporum</i>	Anayazı-Antakya	36 14 00 N; 36 07 00 E
EgpFo33	<i>F. oxysporum</i>	Yaylıca-Samandağ	36 07 00 N; 35 56 00 E
EgpFo39	<i>F. oxysporum</i>	Arsuz-İskenderun	36 26 00 N; 35 51 00 E
EgpF7	<i>Fusarium spp.</i>	Madenboyu Köyü-Antakya	36 14 00 N; 36 07 00 E
EgpF8	<i>Fusarium spp.</i>	Şenköy-Antakya	36 05 00 N; 36 05 00 E
EgpF9	<i>Fusarium spp.</i>	İskenderun	36 37 00 N; 36 08 00 E
EgpF10	<i>Fusarium spp.</i>	Payas-Dörtyol	36 51 00 N; 36 11 00 E
EgpF11	<i>Fusarium spp.</i>	Hassa	36 48 00 N; 36 30 00 E
EgpF12	<i>Fusarium spp.</i>	Akbez-Hassa	36 48 00 N; 36 30 00 E
EgpM2	<i>Macrophomina</i>	Baldıran Köyü-Kırıkhan	36 30 00 N; 36 20 00 E
EgpR2	<i>Rhizoctonia spp.</i>	Melekli Köyü-Antakya	36 14 00 N; 36 07 00 E
EgpVd06	<i>V. dahliae</i>	Hacıpaşa Köyü-Altınözü	36 07 00 N; 36 15 00 E
EgpVd12	<i>V. dahliae</i>	Reyhanlı	36 16 00 N; 36 35 00 E
EgpVd18	<i>V. dahliae</i>	Dörtyol	36 51 00 N; 36 11 00 E
EgpVd21	<i>V. dahliae</i>	Reyhanlı	36 16 00 N; 36 35 00 E
EgpVd22	<i>V. dahliae</i>	Dörtyol	36 51 00 N; 36 11 00 E
EgpVd53	<i>V. dahliae</i>	Kömürçukuru-Belen	36 32 00 N; 36 11 00 E
EgpVd54	<i>V. dahliae</i>	Kayıboyu Köyü-Reyhanlı	36 16 00 N; 36 35 00 E
EgpVd55	<i>V. dahliae</i>	Reyhanlı	36 16 00 N; 36 35 00 E
EgpVd62	<i>V. dahliae</i>	Hassa	36 48 00 N; 36 30 00 E
EgpVd63	<i>V. dahliae</i>	Erzin	36 59 00 N; 36 10 00 E

## 4.2. Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları

### 4.2.1. *Fusarium oxysporum* İzolatları Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları

#### 4.2.1.1. *Fusarium oxysporum* İzolatlarında Nitrate-Nonutilizing (*nit*) Mutant'ların Üretimi

Hastalıklı patlıcan bitkilerinden elde edilen 16 adet *F. oxysporum* izolatı ile gerçekleştirilmiştir. 16 adet *F. oxysporum* izolatından 164 klorat-dayanıklı sektör üretilmiştir (Çizelge 4.2); 5–16 replikasyonda, her izolat 5–16 klorat-dayanıklı sektör üretmiştir. *F. oxysporum*'un her izolatı için, 4–14 sektör *nit* mutanlığı olarak karakterize edilmiştir. 164 klorat dayanıklı sektörden elde edilen *nit* mutanlığı sayısı 128 olmuştur (%78,1).

**Çizelge 4.2.** Patlıcan bitkilerinden elde edilen *Fusarium oxysporum* izolatlarının klorat dayanıklı sektör, *nit* mutanlığı (*nit1*, NitM ve *nit3*) sayıları

İzolat	Klorat dayanıklı sektör	<i>nit</i> mutanlığı	<i>nit1</i>	nitM	<i>nit3</i>
EgpFo03	8	6	2	1	3
EgpFo07	6	5	2	1	2
EgpFo12	12	8	3	2	3
EgpFo13	9	6	1	2	3
EgpFo15	10	9	5	3	1
EgpFo16	7	4	1	1	2
EgpFo17	15	12	8	-	4
EgpFo18	13	8	4	1	3
EgpFo19	5	5	1	1	3
EgpFo20	12	10	3	1	6
EgpFo21	9	9	3	5	1
EgpFo30	11	7	1	2	4
EgpFo31	16	14	10	-	4
EgpFo32	14	12	1	3	8
EgpFo33	9	5	1	2	2
EgpFo39	8	8	4	-	4
Toplam	164	128	50	25	53

*F. oxysporum* izolatlarından elde edilen mutant sayıları, üzerinde oluştukları %1,5 KClO<sub>3</sub> + PDA, % 2 KClO<sub>3</sub> + PDA, %1,5 KClO<sub>3</sub> + MM ve %2 KClO<sub>3</sub> + MM ortamları dikkate alınarak kıyaslandığında; %1,5 KClO<sub>3</sub> + PDA ortamı, en yüksek mutant oluşturma oranını (%64,06) vermiştir. Klorat dayanıklı sektör oluşturma kapasitesinin etkinliği açısından bunu sırasıyla %21,09 ile % 2 KClO<sub>3</sub> + PDA, % 7,8 ile %1,5 KClO<sub>3</sub> + MM ve %5,5 ile %2 KClO<sub>3</sub> + MM ortamları takip etmiştir (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Patlıcan bitkilerinden elde edilen *Fusarium oxysporum* izolatlarından elde edilen mutant sayılarının, üzerinde oluştukları %1,5 KClO<sub>3</sub> + PDA, % 2 KClO<sub>3</sub> + PDA, %1,5 KClO<sub>3</sub> + MM ve %2 KClO<sub>3</sub> + MM ortamlarına göre dağılımları

İzolat	Klorat dayanıklı mutant	%1,5 PDA + KClO <sub>3</sub>	% 2 PDA + KClO <sub>3</sub>	%1,5 MM + KClO <sub>3</sub>	% 2 MM + KClO <sub>3</sub>
EgpFo03	6	3	1	1	1
EgpFo07	5	3	1	1	-
EgpFo12	8	5	2	1	-
EgpFo13	6	3	3	-	-
EgpFo15	9	6	2	1	-
EgpFo16	4	4	-	-	-
EgpFo17	12	8	2	-	2
EgpFo18	8	4	1	2	1
EgpFo19	5	5	-	-	-
EgpFo20	10	8	1	1	-
EgpFo21	9	4	3	-	2
EgpFo30	7	5	-	2	-
EgpFo31	14	7	5	-	-
EgpFo32	12	8	3	-	1
EgpFo33	5	4	-	1	-
EgpFo39	8	5	3	-	-
Toplam	128	82	27	10	7

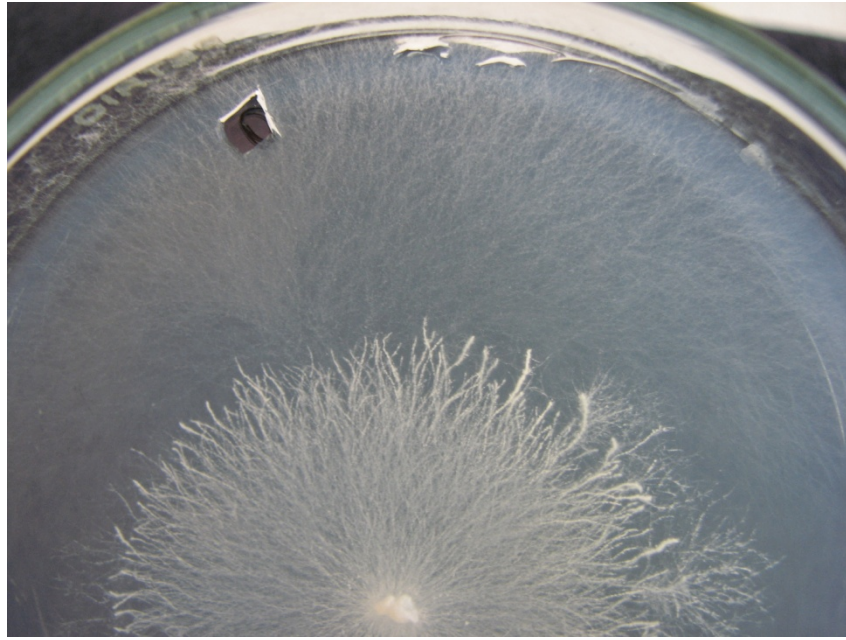
PDA+KClO<sub>3</sub> ortamlarında mutantlar prototrophic yani wild type koloni gelişim şekline benzemiş fakat daha ince bir gelişim göstermiştir (Şekil 4.7). MM+KClO<sub>3</sub> ortamlarında mutant oluşumları *V. dahliae*'de olduğu gibi oldukça ince gelişmiştir (Şekil 4.7) Mutant oluşumları, genellikle altıncı ve yedinci günlerde ve gelişimleri sınırlı kalan kolonilerde başlamıştır. İnkübasyonun 9. gününde gerçekleştirilen ölçümlerde wild type koloni çapı PDA+KClO<sub>3</sub> ortamlarında 1–12 mm arasında değişirken, mutant çapı 6–78 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). MM+KClO<sub>3</sub> ortamlarında 8–40 mm arasında değişirken, mutant çapı 8–34 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Daha sonra wild-type koloni çapları sabit kalıp artmazken, mutant kısımlar zamanla tüm petriyi kaplamıştır. Ayrıca her ortamın da farklı konsantrasyonlarında tek bir wild-type koloniden birden fazla mutant oluşabildiği gözlenmiştir (Şekil 4.8).

**Çizelge 4.4.** *Fusarium oxysporum* izolatları için, inkübasyonun 9. gününde mutant oluşturmuş kolonilerin wild-type ve mutant kısım koloni çapları (mm) ortalamaları

İzolat	%1,5 PDA + KClO <sub>3</sub>		% 2 PDA + KClO <sub>3</sub>		%1,5 CDA + KClO <sub>3</sub>		% 2 CDA + KClO <sub>3</sub>	
	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı
EgpFo03	2	12	1	12	14	25	10	8
EgpFo07	1	18	1	18	17	20	-	-
EgpFo12	5	11	4	6	8	16	-	-
EgpFo13	2	27	2	27	-	-	-	-
EgpFo15	4	21	3	19	34	25	-	-
EgpFo16	11	14	7	-	-	-	-	-
EgpFo17	5	20	1	21	-	-	23	17
EgpFo18	2	14	2	25	15	34	24	12
EgpFo19	7	78	4	-	-	-	-	-
EgpFo20	2	21	2	18	24	11	-	-
EgpFo21	3	12	3	17	-	-	40	9
EgpFo30	12	17	4	-	13	12	-	-

**Çizelge 4.4.** (devamı) *Fusarium oxysporum* izolatları için, inkübasyonun 9. gününde mutant oluşturmuş kolonilerin wild-type ve mutant kısım koloni çapları (mm) ortalamaları

İzolat	%1,5 PDA + KClO <sub>3</sub>		% 2 PDA + KClO <sub>3</sub>		%1,5 CDA + KClO <sub>3</sub>		% 2 CDA + KClO <sub>3</sub>	
	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı	wild-type koloni	mutant çapı
EgpFo31	3	15	3	18	-	-	-	-
EgpFo32	6	12	5	15	-	-	10	17
EgpFo33	2	7	1	-	24	17	-	-
EgpFo39	3	38	3	35	-	-	-	-
Ortalama	4,4	21,1	2,9	19,3	18,6	20,0	21,4	12,6



**Şekil 4.7.** %1,5 KClO<sub>3</sub> + MM ortamında wild-type bir koloniden mutant oluşumu





**Şekil 4.8.** %1,5 PDA + KClO<sub>3</sub> ortamında tek bir wild-type koloniden birden fazla mutant oluşumu

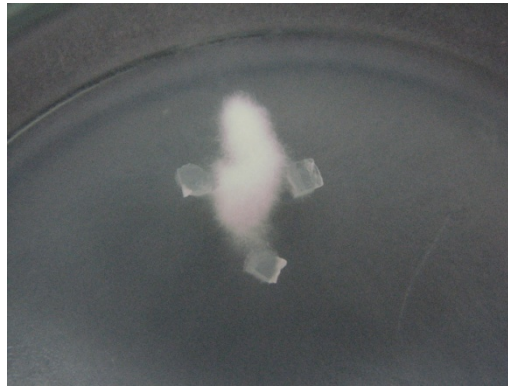
#### 4.2.1.2. *Fusarium oxysporum* İzolatlarında Nitrate-nonutilizing (*Nit*) Mutantlarının Karakterizasyonu

*Nit* mutantlarının %41,4'i *nit3* fenotipinde, %39,1'i *nit1* fenotipinde, düşük bir yüzdesi ise (%19,5) NitM fenotipinde olmuştur. Bütün *nit* mutantları PDA'da vahşi tip gelişim göstermiştir (Çizelge 4.2).

#### 4.2.1.3. *Fusarium oxysporum* İzolatlarında Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk

Bu grup denemelerde deneysel olarak VCGI olarak düzenlenen tek bir grup oluşmuştur. Bu gruptaki izolatların farklı fenotipleri birbiriyle kuvvetli bir şekilde heterokaryon oluşturmuştur (Şekil 4.9). EgpFo03 izolatu heterokaryon kendine uyumlu

olmasına rağmen diğer bütün izolatlarla negatif reaksiyonlar vererek grup dışı kalmıştır. Benzer şekilde EgpFo21 izolatu *nit* mutantları oluşan gruptaki izolatların farklı fenotipleri ile kuvvetli bir şekilde anastomosiz olmayarak zayıf reaksiyonlar vermiştir. Bir izolat, bir grup içerisindeki bütün izolatlarla yarım reaksiyonlar veriyorsa, bu gruba dahil edilmektedir; bu yüzden EgpFo21 izolatu Grup1’de yer almıştır. Bu testlemelere ait detaylar izelge 4.5’de verilmiştir. İzolatlar arsındaki pozitif reaksiyonlar, ilimizde yetiştirilen patlıcanları infekte eden *F. oxysporum* populasyonları içerisinde genetik olarak yüksek bir homojenliğin olduğunu göstermiştir.



**şekil 4.9.** Patlıcan *Fusarium oxysporum* izolatları EgpFo06 ve EgpFo20 komplementer *nit* mutantları arasında heterokaryon oluşumu

Patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna neden olan *F. oxysporum* f. sp. *melongenae*, Katan (1996) tarafından f.sp. kodu 017 ve ait olduğu VCG numarası 0170 olarak kodlanmıştır. Yanıpatlıcan bitkilerinden *F. oxysporum* izolatları, bugüne kadar tek bir VCG numarası ile düzenlenmiştir. Katan (1996)’ın bu çalışmasında sadece bu etmene ait VCG numarası belirtilmiş fakat kaç izolatla çalışıldığı belirsiz kalmıştır. Bunun dışında *F. oxysporum* izolatlarına ait herhangi bir çalışma kaydedilmemiştir. Yaptığımız çalışmada da tüm patlıcan izolatları tek bir VCG grubuna dâhil olmuştur. Sadece EgpFo03 Grup dışı kaydedilmiştir. Çalışmamızda tek bir izolat dışında bu VCG içerisindeki bütün *F. oxysporum* izolatlarının birbiriyle kuvvetli bir şekilde komplemente olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, VCGI olarak düzenlediğimiz bu grup içerisinde homojen bir populasyonun varlığını gösterebilir.

**Çizelge 4.5.** Hatay ilinin değişik yörelerinden toplanan 16 adet *Fusarium oxysporum* izolatının farklı fenotipli *nit* mutantları arasındaki heterokaryosis çalışmaları

	EgpFo0 3	EgpFo0 7	EgpFo1 2	EgpFo1 3	EgpFo1 5	EgpFo1 6	EgpFo1 7	EgpFo1 8	EgpFo1 9	EgpFo2 0	EgpFo2 1	EgpFo3 0	EgpFo3 1	EgpFo3 2	EgpFo3 3	EgpFo3 4
EgpFo03	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EgpFo07	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo12	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo13	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo15	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo16	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo17	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo18	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo19	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo20	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo21	-	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
EgpFo30	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo31	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo32	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo33	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+
EgpFo39	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+

+ = Yoğun prototrophic gelişim, heterokaryon oluşumu; - = prototrophic gelişim yok; ±=zayıf heterokaryosis

#### 4.2.2. *Verticillium dahliae* İzolatları Vejetatif Uyum Grubu Çalışmaları

##### 4.2.2.1. *Verticillium dahliae* İzolatlarında Nitrate-nonutilizing (*nit*) Mutant'ların Üretimi

Bu grup çalışmalarda 10 adet *V. dahliae* izolatından 149 klorat-dayanıklı sektör üretilmiştir (Çizelge 4.6); 6–20 replikasyonda, her izolat 7–24 klorat-dayanıklı sektör üretmiştir. *V. dahliae*'nin her izolatı için, 3–12 sektör *nit* mutanı olarak fenotiplenmiştir. Bazı *nit* mutantları vahşi tipe dönme eğilimi göstermiştir. 149 klorat dayanıklı sektörden elde edilen *nit* mutanı sayısı 72 olmuştur.

**Çizelge 4.6.** Patlıcan bitkilerinden elde edilen *Verticillium dahliae* izolatlarının klorat dayanıklı sektör, *nit* mutanı (*nit1*, NitM ve *nit3*) sayıları

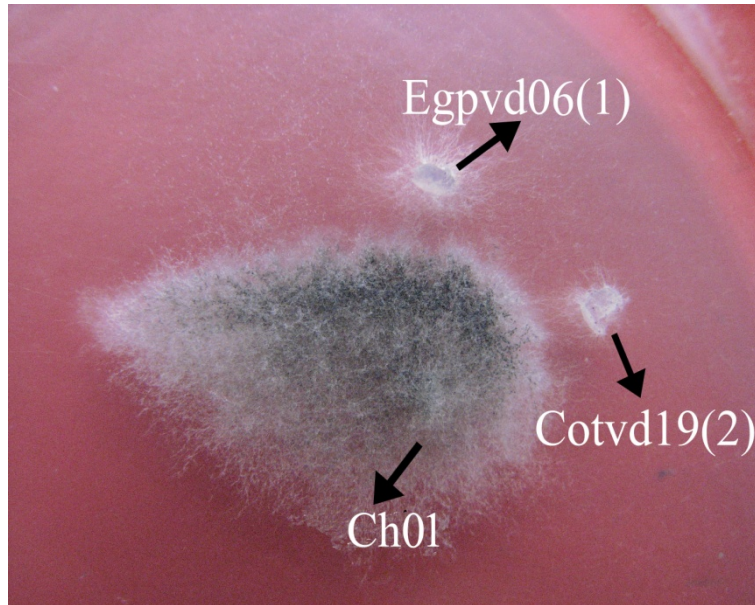
İzolat	Klorat dayanıklı sektör	<i>nit</i> mutanı	<i>nit1</i>	NitM	<i>nit3</i>
EgpVd06	7	7	5	2	-
EgpVd12	24	12	9	3	-
EgpVd18	21	8	7	1	-
EgpVd21	8	3	1	2	-
EqpVd22	23	10	4	1	5
EgpVd53	7	4	2	2	-
EgpVd54	16	8	4	2	2
EgpVd55	8	4	4	-	-
EgpVd62	20	6	4	-	2
EgpVd63	15	10	6	2	2
Toplam	149	72	46	15	11

#### 4.2.2.2. *Verticillium dahliae* İzolatlarında Nitrate-Nonutilizing (*nit*) Mutant'ların Karakterizasyonu

*Nit* mutantlarının %63,9'u *nit1* fenotipinde, %20,8'i NitM fenotipinde, düşük bir yüzdesi ise (% 15,3) *nit3* fenotipinde olmuştur (Çizelge 4.2). Bütün *nit* mutantları PDA'da vahşi tip gelişim göstermiştir

#### 4.2.2.3. *Verticillium dahliae* İzolatlarında Komplementasyon ve Vejetatif Uyumluluk

Vejetatif uyumluluk testlemelerinde 7–28 gün içerisinde kuvvetli heterokaryonlar oluşmuş (Şekil 4.10), izolatlar VCGs 2B, 2A ve 4B içerisine sınıflandırılmıştır.



**Şekil 4.10.** Patlıcan *Verticillium dahliae* izolatı EgpVd06'nın 1 numaralı *nit* mutanlığı ile Türk *nit* mutanlığı Ch01 ve CotVd19(2) arasında heterokaryon oluşumları

Bu grup denemelerde 10 yerel izolatın *nit* mutanlığı uluslararası ve daha önceki çalışmalarımızda gruba belirlenen tester izolatlarla (Çizelge 3.1) testlenmiştir. 10

izolatın hiçbirisi VCG1A'nın uluslar arası *nit* mutanı T9 ile ve referans Türk izolatları CotVd19 ve OVd13 ile kuvvetli heterokaryonlar üretmemiştir (Çizelge 4.7). VCG1A'ya tayin edilen izolatlar, diğer VCG'lerin tester'leriyle negatif reaksiyonlar vermiştir. Dört izolat VCG2A'nın uluslar arası *nit* mutanı ep8 ve Türk *nit* mutantları OVd211 ve Cka1 ile kuvvetli heterokaryonlar üretmiştir (Çizelge 4.7). VCG2A'ya tayin edilen izolatlar VCG2B altgrubu ve diğer VCG'lerin tester'leriyle negatif reaksiyonlar vermiştir. Dört adet izolat VCG2B'ye ait uluslar arası *nit* mutanı cot11 ve Türk *nit* mutantları Ch01 ile pozitif heterokaryonlar üretmiştir. VCG2B'ye tayin edilen bu izolatlar VCG2'nin diğer altgrubu A ve diğer VCG'lerin tester'leriyle negatif reaksiyonlar vermiştir. İki izolat VCG4B'ye dâhil edilmiş çünkü bu izolatlar VCG4B'nin uluslar arası *nit* mutantları Pt15M ve Türk *nit* mutanı OVd60 ile kuvvetli heterokaryonlar üretmiştir. Bu izolatlar diğer VCG4'ün A altgrubu ve diğer VCG'lerin tester'leriyle negatif reaksiyonlar vermiştir. İzolatlar arasında VCG4A ve VCG3 tanımlanamamıştır. Çünkü bütün izolatlar VCG4A (171 ve 131M) ve VCG3 (70-21) *nit* testerleri ile anastomose olmakta başarısız olmuştur (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Hatay ilinin değişik yörelerinden toplanan NitM, *nit1* veya *nit3* (sütun başlıkları) fenotipli bazı *Verticillium dahliae* patlıcan izolatları (sütun başlıkları) ile uluslar arası tester izolatlar arasındaki heterokaryosis

	1A			2A			2B		4A		4B		3
	T9	CotVd19	OVd13	Ep8	Cka1	OVd211	Cot11	Ch01	131	171	Pt15	OVd60	70-21
EgpVd06	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
EgpVd12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
EgpVd18	-	-	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-	-
EgpVd21	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
EgpVd22	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
EgpVd53	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
EgpVd54	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
EgpVd55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
EgpVd62	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
EgpVd63	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-

+ = Yoğun prototrophic gelişim, heterokaryon oluşumu; - = prototrophic gelişim yok; ± = zayıf heterokaryosis

Her ilçede farklı VCG'lere ait izolatların sayısı: Dört Yol, 2B (2 izolat); Altınözü, 2B (1 izolat); Belen, 2A (1 izolat) ve Reyhanlı, 2A (2 izolat) ve 4B (2 izolat); Erzin 2B (1 izolat); Hassa 2A (1 izolat) olmuştur (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** Hatay ilinde patlıcandan elde edilen *Verticillium dahliae* izolatlarının vejetatif uyum grupları

İzolat İsmi	VCG	Lokasyon
EgpVd06	2B	Hacıpaşa Köyü-Altınözü
EgpVd12	4B	Reyhanlı
EgpVd18	2B	Dört Yol
EgpVd21	2A	Reyhanlı
EgpVd22	2B	Dört Yol
EgpVd53	2A	Kömürçukuru-Belen
EgpVd54	2A	Kayıboyu Köyü-Reyhanlı
EgpVd55	4B	Reyhanlı
EgpVd62	2A	Hassa
EgpVd63	2B	Erzin

*V. dahliae* izolatları heterokaryosis testlemelerin sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde 10 adet *V. dahliae* izolatından 4 adedinin (%40) VCG2A'ya, 4 adedinin (%40) VCG2B'ye, 2 adedinin (%20) VCG4B'ye ait olduğu görülmüştür. Önceden birkaç ülkede patlıcan bitkilerinden elde edilen *V. dahliae* izolatları arasında sadece VCG 4 (Bhat ve Subbarao, 1999; Bhat ve ark., 2003; Korolev ve ark., 2000; Daayf ve ark., 1995) ve 2 (Korolev ve ark., 2000; Zhengjun ve ark. 1998) belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamız, diğer ülkelerden sunulan, patlıcan bitkilerinden elde edilen *V. dahliae* VCG'leri hakkındaki verilerle paralellik göstermiştir. Çünkü ilimizdeki patlıcanlardan da sadece VCG2 (2A ve 2B alt grupları) ve VCG4 (4B alt grubu) saptanmıştır.

### 4.3. Patojenisite Testleri

#### 4.3.1. *Fusarium oxysporum* İzolatlarına Karşı Kemer Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri

Kemer patlıcan çeşidi üzerinde patlıcandan elde edilen Grup 1 izolatları ve Grup dışı EgpFo03'e ait izolatlarla gerçekleştirilen denemelerde, ilk belirtiler inokulasyondan 9 gün sonra görülmüş, inokulasyondan 3 hafta sonra ise yeşil aksam belirtileri gözlemleri alınmıştır. 10 adet *F. oxysporum* izolatu ile gerçekleştirilen denemelerde, patlıcan bitkileri bütün izolatlara duyarlı olmakla birlikte, en şiddetli hastalık belirtilerini Grup 1'e dâhil olmayan EgpFo03 ve Grup 1 içerisinde yer alan EgpFo07, EgpFo12, EgpFo13 ve EgpFo17 izolatları göstermiştir (F=22.382, df=9,70, P=0.0001). Tüm izolatlar içerisinde en düşük seviyede hastalık oluşumlarına EgpFo31 ve EgpFo39 numaralı izolatlar neden olmuştur (F=22.382, df=9,70, P=0.0001) (Çizelge 4.9.).

**Çizelge 4.9.** *Fusarium oxysporum* izolatları ile inokule edilen Kemer çeşidi patlıcandaki hastalık reaksiyonu

İzolatlar	VCG	DI <sup>a</sup> ±SE <sup>b</sup>
EgpFo03	-	4,0±0,0 a
EgpFo07	Grup 1	3,8±0,2 a
EgpFo12	Grup 1	3,8±0,2 a
EgpFo13	Grup 1	3,6±0,2 a
EgpFo17	Grup 1	3,5±0,2 a
EgpFo16	Grup 1	3,4±0,2 ab
EgpFo19	Grup 1	2,8±0,3 bc
EgpFo18	Grup 1	2,6±0,4 c
EgpFo31	Grup 1	1,0±0,4 d
EgpFo39	Grup 1	0,8±0,3 d

<sup>a</sup> Hastalık indeksleri (DI). Farklı harflerle temsil edilen ortalamalar Duncan Çoklu karşılaştırma testi'ne (P<0.05) göre istatistikî olarak birbirinden farklıdır.

<sup>b</sup> Standart Hata (SE)



#### 4.3.2. *Verticillium dahliae* İzolatlarına Karşı Çukurova 1518 Pamuk Çeşidinde Patojenisite Testleri

On adet *V. dahliae* izolatı, duyarlı pamuk çeşidi Çukurova 1518'de (*Gossypium hirsutum*) farklı düzeylerde patojenik olmuştur. İlk belirtiler inokulasyondan 2 hafta sonra gelişmiştir. DI değerleri kullanılarak gerçekleştirilen istatistikî analizlerde en şiddetli hastalık belirtisini tüm bitkilerin ölümüne neden olan VCG2B'ye ait EgpVd06 izolatı oluşturmuştur. Bütün izolatlar, inokulasyonlarda tipik yaprak klorozu ve nekrozu belirtilerine neden olmuştur. Genel anlamda VCG2B ve 4B'deki izolatlar, VCG2A'daki izolatlardan daha virulent olmuştur ( $F=2,989$ ,  $df=9, 345$ ,  $P=0.0001$ ). VCG2A ve VCG4B'ye ait izolatlar arasında, istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ( $F=2,989$ ,  $df=9, 345$ ,  $P=0.0001$ ) (Çizelge 4.10). EgpVd62 tüm izolatlar içerisinde en düşük hastalık oluşumuna neden olmuştur. Kontrol bitkilerde herhangi bir semptom gelişmemiştir.

**Çizelge 4.10.** Farklı VCG'lere ait *Verticillium dahliae* izolatlarıyla inokule edilen Çukurova 1518 pamuk çeşidinde hastalık reaksiyonu

İzolatlar	VCG	DI <sup>a</sup> ±SE <sup>b</sup>
EgpVd06	2B	4,0±0,0 a
EgpVd12	4B	3,1±0,3 ab
EgpVd18	2B	3,1±0,1 ab
EgpVd22	2B	3,0±0,2 abc
EgpVd55	4B	3,0±0,5 abc
EgpVd63	2B	2,9±0,4 abc
EgpVd21	2A	2,4±0,5 bc
EgpVd53	2A	2,1±0,4 bc
EgpVd54	2A	2,0±0,5 bc
EgpVd62	2A	1,8±0,5 c

<sup>a</sup> Hastalık indeksleri (DI). Farklı harflerle temsil edilen ortalamalar Duncan Çoklu karşılaştırma testi'ne ( $P<0.05$ ) göre istatistikî olarak birbirinden farklıdır.

<sup>b</sup> Standart Hata (SE)

### 4.3.3. *Verticillium dahliae* İzolatlarına Karşı Aydın Siyahı Patlıcan Çeşidinde Patojenisite Testleri

Aydın Siyahı patlıcan çeşidi üzerinde 10 adet izolatla gerçekleştirilen denemelerde, patlıcan bitkileri bütün izolatlara duyarlı olmakla birlikte, en şiddetli hastalık belirtilerini VCG2B'ye ait EgpVd06 izolatı neden olmuştur ( $F=6,215$ ,  $df=9,70$ ,  $P=0,0001$ ). EgpVd53 tüm izolatlarda içinde en düşük şiddette hastalık oluşumuna neden olmuştur. Patlıcandan elde edilen izolatlarda VCG'ler arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Farklı VCG'lere ait *Verticillium dahliae* izolatları ile inokule edilen Aydın Siyahı çeşidi patlıcandaki hastalık reaksiyonu

İzolatlar	VCG	DI <sup>a</sup> ±SE <sup>b</sup>
EgpVd06	2B	4,0±0,0 a
EgpVd12	4B	3,4±0,2 ab
EgpVd54	2A	3,3±0,2 ab
EgpVd22	2B	3,1±0,1 b
EgpVd55	4B	3,0±0,5 bc
EgpVd63	2B	2,9±0,2 bc
EgpVd21	2A	2,8±0,3 bcd
EgpVd62	2A	2,3±0,2 cde
EgpVd18	2B	2,0±0,5 de
EgpVd53	2A	1,8±0,3 e

<sup>a</sup> Hastalık indeksleri (DI). Farklı harflerle temsil edilen ortalamalar Duncan Çoklu karşılaştırma testi'ne ( $P<0.05$ ) göre istatistikî olarak birbirinden farklıdır.

<sup>b</sup> Standart Hata (SE)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak Hatay ilinde yetiştiriciliği yapılan patlıcan bitkilerinde sorun olan solgunluk hastalıklarının, hem *V. dahliae* hem de *F. oxysporum* fungal etmenleri tarafından neden olunduğu tespit edilmiştir. Toprak kökenli her iki hastalık etmeninin görülme yoğunluğunda toprak yapısı etkili olmuştur. *V. dahliae* etmeni daha çok killi, alkali ve drenajı iyi olmayan, ağır topraklara (Anonymous, 2008) sahip olan Reyhanlı İlçesi ve çevresinde yoğunluk kazanmıştır.

Patlıcan alanlarında saptanan *Verticillium* solgunluğu son yıllarda süre gelen pamuk monokültürü ile yüksek oranda ilişkilendirilebilir. Çünkü *V. dahliae*, konukçuya özelleşme göstermeyen bir fungustur ve aynı tarlada duyarlı diğer konukçuların devamlı ekimi toprak inokulumunda bir artışa yol açar (Garber, 1973).

Buna karşın *F. oxysporum* kumlu, asidik ve hafif topraklarda tarım yapılan Samandağ ve yöresinde daha etkili hastalık belirtileri oluşturmuştur (Anonymous, 2008). *F. oxysporum* etmeninin hastalandırdığı patlıcan bitkilerinde hastalık seyri çok ağır olmuş ve bitkide yaprak dökülmelerine ve kurumalara neden olmuştur.

%1,5 ve %2 oranında  $KClO_3$  eklenmiş PDA ve MM, *F. oxysporum* klorat dayanıklı mutantlarını üretme kapasiteleri yönünden testlendiğinde, %1,5  $KClO_3$  eklenmiş PDA, en yüksek klorat dayanıklı mutant üretimini sonuçlamıştır. Bu sonuç, bu konuda ülkemizde veya diğer ülkelerde patlıcanda *Fusarium* solgunluğu çalışacak araştırmacılar için kolaylık sağlayabilecek önemli bir veridir.

Mevcut çalışma ülkemizde patlıcandan elde edilen *V. dahliae* (Derviş ve Biçici, 2005'in çalışmalarında kullandıkları tek patlıcan izolatu dışında) ve *F. oxysporum* izolatları arasında vejetatif uyum grupları hakkındaki ilk verileri sunmaktadır. Bu bölgeden elde edilen *V. dahliae* izolatları arasında çok üyeli VCG'ler (VCG2A, VCG2B ve VCG4B) tanımlanmıştır. VCG2 en geniş grup olmuş, tüm izolatların %80'ini ihtiva etmiştir. VCG4B izolatların %20'sini ihtiva etmiştir. VCG1, VCG3 ve VCG4A ilimizde örneklenen alanlar içerisinde saptanamamıştır. Sonuç olarak, ilimizde çeşitli lokasyonlardan patlıcan bitkileri *V. dahliae*'nin üç temel VCG'si ile (VCG1A, 2A ve 4B) infektelidir ve böylece inokulum kaynakları olarak hizmet edebilirler. *V. dahliae*'nin VCG dağılımı ve bunlarla alakalı virülenslik düzeyleri, potansiyel zararın

ve kontrol önlemlerinin daha doğru bir şekilde değerlendirmesini mümkün kılacaktır ve yeni ekim alanlarında pratik önemde olacaktır.

Aydın Siyahı patlıcan çeşidi ve Çukurova 1518 pamuk çeşidi, ilimiz patlıcanlarından elde edilen *V. dahliae* izolatlarına karşı kontrole kıyasla az veya çok duyarlı olmuşlardır. Hem patlıcan hem de pamuk bitkilerine virülens, VCG'ler içerisindeki izolatlar arasında çeşitlilik göstermiş ve VCG2A izolatlarının pamuğa düşük düzeyde virülensliği dışında VCG'ler arasında patojenisitede farklılık görülmemiştir. Gerek aynı VCG içerisinde virülenslik düzeyindeki çeşitlilik, gerekse az sayıda izolatla sınırlı bir bölgede çalışılmış olmasına rağmen saptanan çok üyeli VCG'ler patlıcan solgunluk hastalığı etmeni *V. dahliae*'nin, özelleşmiş formların aksine genetik olarak izole olmadığını göstermiştir. Böylece, patlıcan yetiştiricileri için *V. dahliae* VCG'leri pratik olarak bir öneme sahip görünmemektedir. Yetiştiricilik yapılan alanlardaki patlıcan bitkilerinden elde edilen 3 VCG grubunun arasında virülenslik olarak bir fark gözlenmemesi, dayanıklı bir hat bulunması durumunda, bu çeşidin hepsine birden dayanıklı olabileceğini de gösterebileceğinden, bu pozitif bir durum olarak da algılanabilir. Dar bir bölgeden elde edilen bu sonuçlar bölge geneline kaydırıldığında ve patojenisite çalışmaları daha fazla çeşit ve izolatla gerçekleştirildiğinde belki de daha kesin sonuçlar elde edebilme şansımız olacaktır.

Kemer patlıcan çeşidi, *F. oxysporum* izolatlarına oldukça duyarlı olmuştur. Benzer sonuçlar, Yunan patlıcan çeşitleri için Bletsos ve ark. (1997) tarafından rapor edilmiştir. *F. oxysporum* izolatları ile inokule edilen bitkilerde hastalık belirtileri *V. dahliae* ile inokule edilen bitkilere oranla daha erken gelişmiş, hastalık şiddeti daha yüksek olmuş ve bitkiler *V. dahliae* izolatları ile inokule edilenlerden daha erken ölmüştür. *F. oxysporum* izolatları yaprak dökme belirtileri de göstererek, virülens özelliklerinde oldukça belirgin olmuştur. Bu yüzden böyle bir patotipin varlığı, ülkemiz ve Akdeniz havzasındaki diğer ülkeler için oldukça önemli ve tehdit edicidir. Çünkü bir toprak kökenli patotip bir bölgede görüldüğü zaman, bunun yayılması hastalık için uygun koşullar altında ve sulama gibi diğer kültürel pratiklerle oldukça hızlı olabilmektedir. Hastalığın kontrolünde, aynı tarlanın *Fusarium solgunluğuna* duyarlı patlıcan çeşitleri ile ekilmemesi, ekim nöbetine gidilmesi ve gelecekte bu hastalığa dayanıklı veya tolerant çeşitlerin geliştirilmesi de önerilebilir.

Patlıcan üretiminde özellikle de örtü altı yetiştiricilikte bu solgunluk hastalıkları ile mücadelede çiftçilerimiz için önerebileceğimiz uygulamalar genellikle etkili olurken, bazen de sorunu çözmede pratik bir yöntem olamamaktadır.

Toprak kaynaklı sorunlara karşı, serada sebze yetiştiriciliğinde topraksız tarımdan faydalanılmaktadır. Kullanımı son yıllarda başlamış olmakla birlikte giderek yaygınlık kazanmaktadır. Toprak dezenfeksiyonu gereğini ortadan kaldırması nedeniyle, çevre dostu bir üretim şeklidir. Topraksız tarımın faydası bitkilerin beslenmesi için kullanılan besin solüsyonu ve yetiştirme ortamlarının sterilize edilebilmesinden kaynaklanmaktadır. Böylece toprak kökenli *Verticillium* ve *Fusarium* solgunluk hastalıklarının önüne geçilebilmektedir.

Dayanıklı anaç üzerine aşılı fide kullanılabilir (Bletsos ve ark., 2003; Bletsos, 2006). Aşılı fide üretimi son yıllarda örtü altı yetiştiricilikte önemli bir yere gelmiştir. Çünkü dayanıklı çeşit geliştirmek oldukça zordur ve dayanıklılık, etmenin yeni virulent ırklarıyla azaltılabilmekte veya kırılabilir (Kalloo,1993). Bu uygulamalara örnek olarak, dayanıklı domates anacı üzerine duyarlı patlıcan aşılamanın mücadelede etkili olması (Lockwood ve ark., 1970) verilebilir.

Diğer bir alternatif mücadele yöntemlerinden biri olan solarizasyon toprak kökenli patojenlere karşı, toprak dezenfeksiyonu amacıyla uygulanmaktadır. Fiziksel dezenfeksiyon, toprak sıcaklığının yükseltilmesi esasına dayanır. Fakat sıcaklık solarizasyon yapılacak seviyeye yükseldiğinde, tarlada yetiştiricilik devam ettiğinden ekonomik olmamaktadır (Ioannou, 2001).

Ürün rotasyonu *Verticillium* için zordur ve çoğu zaman etkisizdir. Çünkü *Verticillium dahliae* etmeni çok uzun süre toprakta canlı kalabilmektedir (Garber,1973). Fakat bu yöntem, *Fusarium* solgunluğu için daha uygulanabilir. Hastalığın kimyasal kontrolü zordur ve pratik değildir (Talboys, 1981; Ferrari, 1998). Patlıcan bitkilerinde *Verticillium dahliae* tarafından oluşturulan zararları azaltmak için yakın geçmişte kalsiyum cyanamide, toprak sterilizasyonunda yasaklanan metil bromide alternatif olarak kullanılmış ve hastalık şiddetini azaltmada etkili bulunmuştur (Bourbos ve ark., 1997; Bletsos, 2006).

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde patlıcandan elde edilen *V. dahliae* ve *F. oxysporum* izolatlarında VCG dağılımı ve bunların virülenslikleri üzerindeki

bulgularımız Hatay gibi dar bir alanda sınırlı kalmıştır. Bu çalışmalar ülke genelinde düşünülüp daha detaylı çalışıldığında, potansiyel zararın ve kontrol önlemlerinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılacak ve yeni ekim alanlarında pratik önemde olacaktır. Sonuçlarımız, ıslah programlarında dayanıklı ve tolerant patlıcan hatlarını seçme sürecinde ve izolat karakterizasyonunda önemli olabilecek verilere bir ilk teşkil etmiştir.

## KAYNAKLAR

- Alfieri, J.R., Langdon, K.R., Wehlburg, C. and Kimbrough, J.W. 1984. Index of Plant Diseases in Florida (Revised). **Florida Dept. Agric. and Consumer Serv., Div. Plant Ind. Bull.**, 11: 1–389.
- Altinok, H.H. 2005. First report of fusarium wilt of eggplant caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Turkey. **Plant Pathology**, 54: 577.
- Anonymous, 2008. (<http://plantpathology.tamu.edu/Texlab/multi7.html>)
- Anson, R. 2004. Newspaper *Lifestyle* **St. Louis Post - Dispatch**. St. Louis, Mo.: **Jul 3, 2004**. pg. 29
- Appel, S.D. and Gordon, T.R. 1994. Local and regional variation in population of *Fusarium oxysporum* from agricultural field soils. **Phytopathology**, 84: 786–791.
- Bao, J.R, Katan J., Shabi E. and Katan T. 1998. Vegetative compatibility groups in *Verticillium dahliae* from Israel. **European Journal of Plant Pathology**, 104: 263-269.
- Bejarano-Alcázar, J., Melero-Vara, J.M., Blanco-López, M.A. and Jiménez-Díaz, R.M. 1995. Influence of inoculum density of defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* on epidemics of verticillium wilt of cotton in southern Spain. **Phytopathology**, 85: 1474-1481.
- Bell, A.A. 1992. *Verticillium* wilt. In: Hillocks RJ [Ed.] **Cotton Diseases**. C.A.B. International, Oxford, UK. pp 87-126.
- Bell, A.A. 1994. Mechanisms of disease resistance in *Gossypium* species and variation in *Verticillium dahliae*. In: Constable GA and Forrester NW [Ed.]. **Proc World Cotton Res Conf - 1** CSIRO, Melbourne. pp 225-235.
- Biles, C.L. and Martyn R.D. 1989. Local and systemic resistance induced in watermelons by formae speciales of *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, 79: 856–860.
- Bhat, R.G., Smith, R.F., Koike, S.T., Wu, B.M. and Subbarao, K.V. 2003. Characterization of *Verticillium dahliae* isolates and wilt epidemics of pepper. **Plant Disease**, 87: 789–797.
- Bhat, R.G. and Subbarao, K.V. 1999. Host Range of Specificity in *Verticillium dahliae*. **Phytopathology**, 89: 1218–12.
- Bhat, R.G. and Subbarao, K.V. 1999. Pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates on plants other than their own hosts. **Phytopathology**, 86: 12, 1303–1309.
- Bletsos, F.A., Thanassouloupoulos C.C. and Roupakias, D.G. 1999. Water stress and *Verticillium* wilt severity on eggplant (*Solanum melongena* L.). **Journal of Phytopathology**, 147: 243–248.
- Bletsos, F.A., Thanassouloupoulos, C.C. and Roupakias, D.G., 2003. Effect of grafting on growth, yield and *Verticillium* wilt of eggplant. **HortScience**, 38(2): 183-186.
- Bletsos, F.A., 2006. Grafting and calcium cyanamide as alternatives to methyl bromide for greenhouse eggplant production. **Scientia Horticulturae**, 107:325-331.
- Bosland, P. and Williams, P. 1987. An evaluation of *Fusarium oxysporum* from crucifers based on pathogenicity, isozyme polymorphism, vegetative compatibility, and geographic origin. *Can.J.Bot.* 65: 2067-2073.
- Booth, C. 1971. **The genus Fusarium**. CMI, Kew, Surrey, England.

- Bourbos, V.A., Skoudridakis, M.T., Darakis, G.A. and Koulizakis, M., 1997. Calcium cyanamide and soil solarization for the control of *Fusarium solani* f.sp. *cucurbitae* in greenhouse cucumber. **Crop Protect.** 16 (4), 383–386.
- Chen, W. 1994. Vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae* from ornamental woody plants. **Phytopathology**, 84: 214–219.
- Cho, W.D. and Shin, H.D. 2004. List of plant diseases in Korea. Fourth edition. **Korean Society of Plant Pathology**, 779 pages.
- Cirulli, M., Ciccarese, F. and Amenduni, M. 1990. Progress in the search for *Verticillium* wilt resistant eggplant. **Phytopathologia Mediterranea**, 29: 33, 184-190.
- Cohen R., Yarden, O., Katan, J., Rioy, J. and Lisker N. 1987. Paclobutrazol and other plant growth retarding chemicals increase resistance of melon seedlings to *Fusarium* wilt. **Plant Pathology**, 36: 558–564.
- Correll, J. C., Klittich, C.J.R. and Leslie, J.F. 1987. Nitrate nonutilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility tests. **Phytopathology**, 77: 1640-1646.
- Correll, J. 1991. The relationships between formae speciales, races and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, 81: 1061–1064.
- Daayf, F., Nicole, M. and Geiger, J.P. 1995. Differentiation of *Verticillium dahliae* populations on the basis of vegetative compatibility and pathogenicity on cotton. **European Journal of Plant Pathology**, 101 (1): 69–79.
- Dervis, S., Kurt, Ş., and Biçici, M., 2005. Molecular characterization of *Verticillium dahliae* isolates in southern Turkey. **Pakistan Journal of Biological Science**, 8(9): 1233–1236.
- Dervis, S. and Biçici, M. 2005. Vegetative Compatibility Groups in *Verticillium dahliae* Isolates from Cotton in Turkey. **Phytoparasitica**, 33, 157–168.
- Derviş, S., Erten, L., Soylu, S., Tok, F.M., Kurt, Ş., Yıldız, M. and Soylu, E.M. 2007. Vegetative compatibility groups in *Verticillium dahliae* isolates from olive in Western Turkey. **European Journal of Plant Pathology**, 119: 437–447
- Derviş, S., Kurt, Ş., Soylu, S., Erten, L., Soylu, E.M., Yıldız, M. and Tok, F.M. 2008. Vegetative Compatibility Groups of *Verticillium dahliae* from Cotton in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. **Phytoparasitica**, 36: 74–83.
- Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. Pp. 1:850.
- Elias, K.S. and Schneider, R.W. 1991. Vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. **Phytopathology**, 81: 159–161.
- FAO, 2003. Statistical Database. Available: <http://www.fao.org/>.
- 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.
- Ferrari, V., 1998. *Fusarium* and root knot nematodes, two adversaries of melon which are difficult to control chemically. **Informatore-Agrario-Supple**, 54(3): 48-50.
- Firman, I.D. 1972. A list of fungi and plant parasitic bacteria, viruses and nematodes in Fiji. **Phytopathology**, Pp. 15: 1–36.
- Garber, R.H., 1973. Fungus Penetration and Development. In: **Proceedings of a Work Conference in Texas**, U.S.A., 30 August-1 Sept. 1971, pp.69-77.



- Gordon, T.R. ve Okamoto, D. 1992. Population structure and the relationship between pathogenic and nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, 82: 73–77.
- Göre, E. 2007. Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates from the Aegean Region of Turkey. **Phytoparasitica**, 35: 222-231.
- Hazine ve Dis Ticaret Mustesarlığı T. C. 2003. <http://www.hazine.gov.tr/>.Ankara (in Turkish)
- Holevas, C.D., Chitzanidis, A., Pappas, A.C., Tzamos, E.C., Elena, K., Psallidas, P. G., Alivizatos, A.S., Panagopoulos, C.G. and Kyriakopoulou, P. 2000. Disease agents of cultivated plants observed in Greece from 1981 to 1990. **Benaki Phytopathology, Inst.**, Kiphissia, Athens. 191–96.
- Huang, X., Zhao, N. and Zhang, K. 2004, Extracellular enzymes serving as virulence factors in nematophagous fungi involved in infection of the host . Research in **Microbiology**, 155: 811–816.
- Huisman, O., and Gerik, J. 1989. Dynamics of colonization of plant roots by *Verticillium dahliae* and other fungi. In: Tjamos E, Beckman C (eds) **Vascular wilt disease of plants**. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp 1–17
- Ioannou, N., 2001. Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. **J. Hort. Sci. Biotechnol**, 76(4), 396-401.
- Jacobson, D.J., ve Gordon, T.R. 1988; Vegetative compatibility and self-incompatibility within *Fusarium oxysporum* f.sp.melonis. **Phytopathology**, 78:66, 668–672.
- Joaquim, T.R., and Rowe, R.C. 1990. Reassessment of vegetative compatibility relationships among strains of *Verticillium dahliae* using nitrate non-utilizing mutants. **Phytopathology**, 80: 1160-1166.
- Joaquim, T. R. and Rowe, R. C. 1991. Vegetative compatibility and virulence of strains of *Verticillium dahliae* from soil and potato plants. **Phytopathology**, 81: 552-558.
- Kaloo, D., 1993. Eggplant (*Solanum melongena* L.) In: Kaloo, G., Bergh, B.O. (Eds.), **Genetic Improvement of Vegetable Crops**. Pergamon Pres, Oxford, UK, pp.587-604.
- Karagiannidis, N., Bletsos, F. and Stavropoulos, N. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Scientia Horticulturae* 94: 145–156.
- Katan, T. 1996. Vegetative-compatibility groups in populations of *Fusarium oxysporum* in Israel. **Phytoparasitica**, 24: 2.
- Katan, T. 2000. Vegetative compatibility in populations of *Verticillium*- An overview. In: Tjamos, E.C., Rowe, R.C., Heale, J.B., and Fravel, D.R. [Eds.] *Advances in Verticillium Research and Disease Management*. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, MN, USA. pp. 77-94.
- Katan, J. and Katan, T. 1988. Vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* from tissues and the rhizosphere of cotton plants. **Phytopathology**, 78: 852–855.
- Kistler, H. C., Bosland, P. W., Benny, U., Leong, S., and Williams, P. H. 1997. Relatedness of strains of *Fusarium oxysporum* from crucifers measured by examination of mitochondrial and ribosomal DNA. **Phytopathology**, 77: 1289–1293.

- Koike, M., Fujita, M., Nagao, H., Ohshima S. 1996. Electrophoretic karyotyping and mapping of pathotype-specific DNA sequences in Japanese isolates of *Verticillium dahliae*. **American Phytopathological Society**, 80:1111, 1224-1227.
- Korolev, N. 1998. Virulence and VCG diversity in *Verticillium* spp. from plant tissue and soil. **Phytoparasitica**, 26: 266– 267.
- Korolev, N., Katan, J. and Katan, T. 1997. Vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae* and their regional distribution in Israel. (E. J. Tjamos, R. C. Rowe, J. B. Heale, and D. R. Fravel eds.) **1995 Advances in Verticillium Research and Disease Management**. APS Press, St. Paul, Mn., pp. 87-91.
- Korolev, N., Katan, J. and Katan, T. 2000. Vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae* in Israel: Their distribution and association with pathogenicity. Korolev, N., and Katan, T., 1997. Improved medium for selecting nitrate-nonutilizing (*nit*) mutants of *Verticillium dahliae*. **Phytopathology**, 87: 1067–1070.
- Korolev, N., Perez-Artes, E., Bejarano-Alcazar, J., Rodriguez-Jurado, D., Katan, J., Katan, T. and Jimenez-Diaz, R., M., 2001. Comparative study of diversity and pathogenicity among populations of *Verticillium dahliae* from cotton in Spain and Israel. **European Journal of Plant Pathology**, 107: 443–456.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L., and Martin, F.N., 1990. Vegetative compatibility within *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* and its relationship to virulence, aggressiveness, and race. **Can. J. Microbiology**, 36: 352–358.
- Lockwood, J.L., Yoder, O.L. and Bente, M.K., 1970. Grafting eggplants on resistant rootstocks as a possible approach for control of *Verticillium* wilt. **Plant Disease Reporter**, 54:846-848.
- Matuo, T., and Ishigami, K., 1958. On the wilt of *Solanum melongena* L. and its causal fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* n. f. [English translation of Abstract from Japanese]. **Ann. Phytopathology**, Soc. Japan 23: 189–192.
- Natrass, R.M., 1961. Host lists of Kenya fungi and bacteria. **Mycology**. Pp. 81: 1–46.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., Burgess, L.W., Mararas, W., 1986. Isolating, identifying and producing inoculum of pathogenic *Fusarium*. In: **Methods for Evaluating Pesticides for Control of Plant Pathogens** ed: K.D. Hickey, APS press, st. Paul, MN. Pp: 312.
- Ploetz, R.C., and Correll, J.C., 1988. Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. **Plant Disease** 72: 325–328.
- Puhalla, 1986. Identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* on the basis of colony size, virulence, and vegetative compatibility. **Phytopathology**. 76: 396-400.
- Puhalla, J. E., 1979. Classification of isolates of *Verticillium dahliae* based on heterokaryon incompatibility. **Phytopathology**, 69: 1186–1189.
- Puhalla, J.E., Hummel, M., 1983. Vegetative compatibility groups within *Verticillium dahliae*. **Phytopathology**, 73: 1305-1308.
- Puhalla, J. E., 1985. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. **Can. J. Bot.**, 63: 179-183..
- Richardson, M.J. 1990. An Annotated List of Seed-Borne Diseases. Fourth Edition. **International Seed Testing Association**, Zurich.
- Rowe, R.C. 1995. Recent Progress in understanding relationships between *Verticillium* species and subspecific groups, **Phytoparasitica**, 23: 31-38.

- Smith, H.C. 1965. The morphology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*, and *V. tricopos*. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 8: 450-478.
- Strausbaugh, C. A., Schroth, M. N., Weinhold, A. R., and Hancock, J. G., 1992. Assessment of vegetative compatibility of *Verticillium dahliae* tester strains and isolates from California potatoes. **Phytopathology**, 82: 61–68.
- Strausbaugh, C. A., 1993. Assessment of vegetative compability and virulence of *Verticillium dahliae* isolates from Idaho potatoes and tester strains. **Phytopathology**, 83: 1253–1258.
- Tai, F.L., 1979. Sylloge Fungorum Sinicorum. Sci. Press, Acad. Sin., Peking, 1527 pages. Zhuang, W.-Y., Ed. 2005. **Fungi of northwestern China**. Mycotaxon, Ltd., Ithaca, NY, 430 pages.
- Talboys, P.W., 1981. Chemical control of Verticillium wilts. **Proceedings of the Third Intern. Verticillium Symposium**, Bari, Italy, 25-28 August 1981, pp.57.
- Tsror, L., and Levin, A.G. 2003. Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium dahliae* Kleb. isolates from olive in Israel. **Journal of Phytopathology**, 151: 451-455.
- Tuik, 2005. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/>
- Xu, J. R. (2000). MAP kinases in fungal pathogens. **Fungal Genet. Biol.**, 31:137–152.
- Zhengjun, X., Achar, P. N., Benkang, G. 1998. Vegetative compatibility groupings of *Verticillium dahliae* from cotton in Mainland China. **European Journal of Plant Pathology**, 104: 871–876.
- Zhuang, Z., Zhang, J., Wang, Y. and Zheng, X. 2005. Molecular detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* and *Mycosphaerella melonis* in infected plant tissues and soil. **FEMS Microbiology Letters**, 249: 39–47.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir özveri ve sabırla yol gösteren, değerli fikir ve katkılarını esirgemeyerek çalışmalarına ışık tutan danışman sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Sibel DERVİŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Patojenisite ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Halit Yetişir ve Arş.Gör. Fatih TOK'a, tezimin düzeltilmesinde emeği geçen Yrd. Doç. Dr. E. Mine Soylu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında emeği geçen tüm laboratuvar ve çalışma arkadaşlarıma, ayrıca bu araştırmaya parasal destek sağlayan MKÜ Araştırma Fonu'na teşekkür ederim.

İşverenim Sayın Bülent Mıstıkoğlu ve Serkan Mıstıkoğlu'na vermiş oldukları destek ve gösterdikleri anlayıştan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan maddi manevi yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Zeliha AKSU'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her alanında bana büyük bir özveri ve sabırla destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Hatay'ın Erzin İlçesi'nde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladım. 2000 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ni kazandım. 2004 yılında Bitki Koruma bölümünden mezun olup, 2005 yılında M.K.Ü 'nin açmış olduğu yüksek lisans sınavını kazandım. 2006 yılından bu yana Antakya'da Mıstıkoğlu Tarım'da çalışmaktayım.