T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

GAP BÖLGESİ BİBER YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK ÇÜRÜKLÜK ETMENLERİNİN BELİRLENMESİ, ETKİN PATOJENİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU VE MÜCADELESİNDE MİKORİZANIN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşin BİLGİLİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR danışmanlığında, Ayşin BİLGİLİ'nin hazırladığı **"GAP Bölgesi Biber Yetiştiriciliğinde Kök Çürüklük Etmenlerinin Belirlenmesi, Etkin Patojenin Moleküler Karakterizasyonu ve Mücadelesinde Mikorizanın Etkinliğinin Araştırılması"** konulu bu çalışma 22 /12 / 2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR

Üye: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK

Üye: Prof. Dr. Canan CAN

Üye: Doç. Dr. Ahmet Latif TEK

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hakan FİDAN

Bu Tezin Bitki Koruma Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: HÜBAK-13168

Bu Çalışma Gıda & Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: TAGEM-BS-13 /09-03 /02-06

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ..... İİ
TEŞEKKÜR ..... İİİ
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... İV
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... Vİİ
SİMGELER DİZİNİ ..... İX
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 10
2.1. Biberdeki Kök Çürüklük Etmenleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar 10
2.2. Fungusların Fenotipik ve Moleküler Sınıflandırılması ile İlgili Yapılan Çalışmalar 15
2.3. Mikorizal Fungusların (*Glomus* spp.) Hastalıklar Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar 18
3. MATERYAL ve YÖNTEM 25
3.1. Materyal 25
3.1.1. Fungal izolatların toplanması için kullanılan materyal 25
3.1.2. Patojenisite denemeleri için kullanılan materyal 25
3.1.3. Moleküler çalışmalar ve filogenetik analiz için kullanılan materyal 26
3.1.4. Biyolojik mücadele çalışmaları için kullanılan materyal 26
3.2. Yöntem 26
3.2.1. Arazi çalışmaları (sürvey) 27
3.2.1.1. İzolasyon çalışmaları 30
3.2.1.2. Sterilizasyon çalışmaları 30
3.2.1.3. Besi ortamlarının hazırlanması 30
3.2.1.3.1.Patates dekstroz agar (PDA)……30
3.2.1.3.2.Mısır unu agarı (CMA)……31
3.2.1.3.3.Su agarı (SA)……32
3.2.1.3.4. Eğik agar……32
3.2.1.3.5. Yulaf/Kepek ortamının hazırlanması……32
3.2.1.3.6. *Phytophthora* spp. için tuzaklama metodu……33
3.2.1.4. Kök çürüklük etmenlerinin izolasyonu, teşhisi, inokulum hazırlanması 34
3.2.1.5. İzolatların saklanması 35
3.2. 2. Patojenisite denemeleri ve iklim odası çalışmaları 37
3.2.2.1. Bitkilerin yetiştirilmesi 40
3.2.2.2. *Pythium* spp. patojenisite denemeleri 41
3.2.2.3. *Phytophtora* spp. topraktan ve yapraktan inokulasyon ile patojenisite denemeleri 41
3.2.3. Moleküler analiz ve filogenetik çalışmalar 43
3.2.3.1. *Fusarium* spp. izolatlarının DNA izolasyonu 44
3.2.3.2. *Fusarium* spp. için kullanılan primerler 45
3.2.3.3. PZR yöntemi ile DNA'ların amplifikasyonu 46
3.2.3.4. Elektroforez çalışmaları 48
3.2.3.5. Filogenetik analizler 48
3.2.3.5.1. 2013 yılı örneklerinin filogenetik analizleri……49
3.2.3.5.2. 2014 yılı örneklerinin filogenetik analizleri……50
3.2.4. Biyolojik mücadele çalışmaları 50
3.2.4.1. Patojen inokulumunun hazırlanması ve bitkilere inokulasyonu 51
3.2.4.2. Mikorizal fungus türlerinin uygulanması 52
3.2.4.3. AMF yüzde kök kolonizasyonunun belirlenmesi 52
3.2.4.4. Mikorizal toplam spor sayımı 53
3.2.4.5. Mikoriza x hastalık şiddeti çalışmaları 54
3.2.4.6. Fide morfolojik gelişim parametrelerinin belirlenmesi 55
3.2.4.6.1. Sürgün ve kök boyları, kök boğazı çapı,yaprak sayısı……55
3.2.4.6.2. Sürgün ve kök yaş ağırlıkları……55

3.2.4.6.3. Sürgün ve kök kuru ağırlıkları……55
3.2.4.6.4. Sürgünde ve toprakta makro besin elementi içerikleri……55
3.2.4.6.5. Sürgünde ve toprakta mikro besin elementleri içerikleri……...56
3.2.4.6.6. Yetiştirme toprağında EC ve pH' nın belirlenmesi……57
3.2.4.6.7. İstatistiki değerlerlendirmeler……57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 58
4.1. Arazi Çalışmaları (Sürvey)..... 58
4.1.1. İzolasyon çalışmaları 59
4.1.2. Tanı-teşhis çalışmaları 62
4.2. Patojenisite Denemeleri (İklim Odası Çalışmaları)..... 73
4.2.1. 2013 yılı *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* sp., *Aspergillus niger*, *Phytopthora* sp. izolatlarının patojenisite denemeleri 73
4.2.2. 2013 yılı *Fusarium* spp. izolatları patojenisite denemeleri 75
4.2.3. 2014 yılı *Pythium* spp. izolatları patojenisite denemeleri 78
4.2.4. 2014 yılı *Phytophtora* spp. izolatları patojenisite denemeleri..... 81
4.2.4.1. Biber fidelerine topraktan inokulum verilen *Phytophtora* spp. izolatları 83
4.2.4.2. Biber fidelerine yapraktan inokulum verilen *Phytophtora* spp. izolatları..... 84
4.2.5. 2014 yılı *Fusarium* spp. izolatları patojenisite denemeleri 86
4.2.6. 2014 yılı *Rhizoctonia solani* izolatları patojenisite denemeleri 89
4.2.7. 2014 yılı *Macrophomina phaseolina* izolatları patojenisite denemeleri 91
4.2.8. 2014 yılı *Verticillium* spp. izolatları patojenisite denemeleri..... 93
4.2. 9. 2014 yılı *Alternaria* spp. izolatları patojenisite denemeleri 95
4.2.10. 2014 yılı patojenisite testleri- sera denemeleri..... 96
4. 3. Moleküler Analiz ve Filogenetik Çalışmalar..... 98
4.3.1. *Fusarium* spp. izolatlarının moleküler karakterizasyonu 99
4.3.2. DNA izolasyonu yapılan fungal izolatlar ve illeri 100
4.3.3. PZR yöntemi ile DNA'ların amplifikasyonu 102
4.3.4. Elektroforez çalışmaları 106
4.3.5. Filogenetik analizler..... 115
4.3.5.1. 2013 yılı *Fusarium* örneklerinin hizalama ve blast analizi 116
4.3.5.2. 2013 yılı sürveyde seçilen *Fusarium* örneklerinin filogenetik ağacı 120
4.3.5.3. 2014 yılı *Fusarium* örneklerinin hizalama ve blast analizi 123
4.3.5.4. 2014 yılı sürveyde seçilen *Fusarium* örneklerinin filogenetik ağacı 124
4.4. Biyolojik Mücadele Çalışmaları..... 134
4.4.1. Hastalık şiddeti (%)..... 134
4.4.2. AMF kök kolonizasyonunun belirlenmesi (%) 137
4.4.3. Mikorizal toplam spor sayımı 138
4.4.4. Mikro ve makro besin elementi içeriklerinin belirlenmesi 139
4.4.5. Yetiştirme toprağında EC ve pH'nın belirlenmesi 144
4.4.6. Fide morfolojik gelişim parametreleri 146
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER..... 152
5.1. Sonuçlar..... 152
5.2. Öneriler 160
KAYNAKLAR 163
ÖZGEÇMİŞ 177
EKLER..... 188

ÖZET

Doktora Tezi

GAP BÖLGESİ BİBER YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÖK ÇÜRÜKLÜK ETMENLERİNİN BELİRLENMESİ, ETKİN PATOJENİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU VE MÜCADELESİNDE MİKORİZANIN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşin BİLGİLİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR
Yıl:2017, Sayfa:200

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAP) biber üretim alanlarında hastalık belirtisi görülen bitkilerden *Fusarium* spp., *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*), *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora capsici*, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora* sp., *Alternaria* spp., *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Pythium ultimum*, *Verticillium* spp. kök ve kök boğazı çürüklük hastalık etmenleri ile *Trichoderma* spp. faydalı fungusları izole edilmiştir. Laboratuar ve iklim odası koşullarında yürütülen patojenisite denemelerinde bölgede *Fusarium* spp.'nin yaygın ve virülent türler olduğu, biber bitkilerinde solgunluk, kök ve gövde çürüklük hastalığına neden oldukları saptanmıştır. *Phytophthora capsici*, biber yetiştirilen topraklarda tuzaklama metoduyla tespit edilmiş, fakat yeterli oospor tespit edilmemiştir. Diğer fungus türleri de biberde değişen oranlarda kök çürüklüğüne, solgunluğa ve zayıf gelişmeye neden olmuşlardır. 2013 ve 2014 yıllarında yapılan sürvey çalışmalarında güdümlü örnekleme yapılan tüm biber alanlarının bir veya birkaç patojenle bulaşık olduğu tespit edilmiştir. En etkin patojen olarak bulunan *Fusarium* türleri için yapılan moleküler karakterizasyon çalışmalarında; *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Fov* türleri bölgede tespit edilmiştir. Diyarbakır ve Şanlıurfa'dan elde edilen *Fov*'un virülent iki izolatına karşı (43-*Fov* ve 183-*Fov*) yapılan biyolojik mücadele çalışmalarında *Glomus* cinsi mikorizal fungusların etkinliği test edilmiştir. İklim odasında yapılan saksı denemelerinde *Glomus mosseae* (G.M), *G. etanicatum* (G.E), *G. intraradices* (G.İ) ve bu üç mikorizal fungusun karışımı olan Mikorizal Mix. (M.M) çalışmada kullanılmıştır. Mikorizal fungusların uygulandığı saksılarda hastalık şiddeti 4. haftada % 40-45' den 7. haftada % 25'e kadar düşmüştür. Arbüsküler Mikorizal Fungusların yüzde kök kolonizasyonunda, toplam mikorizal spor sayısında, bitki sürgünlerindeki ve yetiştirme toprağındaki mikro ve makro besin elementlerinden % Azot, Fosfor, Potasyum ve Mn, Zn, Na, Cu, B, Fe, Mg alımlarında olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Biber bitkisinin morfolojik gelişim parametrelerinden sürgün boyu, sürgün yaş ağırlığı, kök boğazı çapı, kök yaş ağırlık ve kök kuru ağırlık değerleri üzerinde de artış sağladığı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Biber, solgunluk ve kök çürüklüğü, *Fusarium* spp., *Glomus* spp., mikoriza.

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF SOILBORNE PATHOGENS IN PEPPER GROWING IN GAP REGION, MOLECULAR CHARACTERIZATION OF EFFECTIVE SPECIES AND CONTROL WITH SOME MYCORRHIZAL FUNGI

Aysin BILGILI

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ertugrul GULDUR
Year: 2017, Page:200

In this study, root rot and wilt disease pathogens such as *Fusarium* spp., *Fusarium solani, F. oxysporum* and *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*), *Macrophomina phaseoli, Phytophthora capsici, P. citrophthora, Phytophthora* sp., *Alternaria* spp., *Aspergillus niger, A. flavus, Rhizoctonia solani, Pythium* spp., *Pythium ultimum, Verticillium* spp. and a beneficial fungi of *Trichoderma* spp. were isolated from pepper growing fields observed disease symptoms in Southeastern Anatolia (GAP) region. Pathogenicity experiments performed in the laboratory and climate room conditions, it was determined that *Fusarium* spp. were common and virulent species and caused wilt and root rot diseases. *P. capsici* were determined in pepper growing fields with trapping technique; however, the oospors were not sufficient. In addition, other fungi species caused root rots, weakness and poor growth in peper at various rates. All pepper fields visited during the survey studies according to guided sampling method performed in 2013 and 2014 years were found to be contaminated with one or a few pathogens. In the molecular studies and phylogenetic analyses performed for *Fusarium* species, *F. solani, F. oxysporum* and *Fov* species were determined. The effectiveness of *Glomus* type mycorrhizal fungi were tested for the biological controlling against the virulent isolates (43-*Fov* and 183-*Fov)* of *Fov* determined in Diyarbakır and Sanliurfa. In the pot experiments performed in the climate room *Glomus mosseae* (G.M), *G. etunicatum* (G.E), *G. intraradices* (G.İ) and their mixture Mycorrhizal Mix. (M.M) were used in the study. Severity of disease in the pots where mycorrhizal fungi were applied was 40-45 % in 4th week while it decreased to 25 % in 7th week. It was determined that Arbuscular Mycorrhizal Fungi positively impacted per cent root colonization, total number of mycorrhizal spores, percent N, P, K, Mn, Zn, Na, Cu, B, Fe, Mg uptakes of plant shoots and roots. They also caused increments on other plant morphological growth parameters such as shoot height, shoot wet weight, root neck diamater, root wet and dry weight values.

KEY WORDS: Pepper, root rot and wilt diseases, *Fusarium* spp., *Glomus* spp. mycorrhiza.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde, yazım ve değerlendirme aşamalarında bilgi, yardım ve desteklerini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR'e teşekkür ediyor, saygılarımı sunuyorum.

Bu çalışmaların büyük bir kısmının yürütüldüğü Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsünün çok değerli yöneticilerine ve tüm çalışanlarına, bütün çalışmalarım esnasında bana verdikleri maddi ve manevi desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmanın proje aşamasından, tanı-teşhis çalışmalarına, denemelerin ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasına kadar tecrübelerini, bilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen, çok değerli Doç.Dr. Seral YÜCEL ve Dr. Ercan CANIHOŞ ile moleküler çalışmalarımın her aşamasında desteklerinden, yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Hakan FİDAN değerli hocalarıma tüm içtenliğimle teşekkür ediyor, saygılarımı sunuyorum.

Ayrıca Filogenetik çalışmalarımın yapılması ve yorumlanması esnasında bana derin bilgi, altyapı ve Laboratuarlarında imkan sunarak katkı sağlayan, yardım ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN ve Yrd. Doç. Dr. Emrah NİKEREL hocalarıma teşekkürü bir borç biliyorum.

Çalışmamın Biyolojik Mücadele kısmında izolatlarını, bilgi, deneyim ve yorumlarını benimle paylaşan Prof. Dr. Semra DEMİR hocama, Tez İzleme Komitesinde çalışmalarıma yorumlarıyla destek olan Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK ve Doç. Dr. Ahmet Latif TEK hocalarıma ayrıca değerli katkılarından dolayı Tez Jürimde yer alan Prof. Dr. Canan CAN hocama da teşekkür ediyor, saygılarımı sunuyorum.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde proje olarak verdikleri finansmandan dolayı TAGEM ve Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (HÜBAK)'ın çok değerli yöneticilerine ve çalışanlarına teşekkür ediyor, saygılarımı sunuyorum. Ayrıca çalışmanın yürütülmesi ve desteklenmesi aşamasında destek veren GAPTAEM yöneticilerine, araç şoförlerine, Toprak Laboratuarı ve Bitki Sağlığı Bölüm çalışanlarına, stajerlerine ve Zir. Müh. Ufuk RASTGELDİ'ye teşekkür ediyorum.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, bilimsel olarak da her zaman bana katkı sağlayan, her daim destekleyen, ayrıca örnekleme haritalarımın oluşturulmasında ve tüm çalışmalarımda yardımcı olan, sevgili eşim Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ'ye; arazi ile laboratuar çalışmalarımda gece geç saatlere kadar şehir dışında devamlı yanımda olan, bana yardım ve destek olan sevgili oğullarım Memet Kağan BİLGİLİ ve Hakan BİLGİLİ'ye de yürekten teşekkür ediyor ve sevgilerimi sunuyorum.

Ayrıca, bu çalışmayı yapmamı ve bitirmemi çok arzulayan, destekleyen sevgili ailem, babam İbrahim Turan HANGÜN, annem Gülseren HANGÜN ve kardeşlerim ile, kayınpederim Memet BİLGİLİ ve kayınvalidem Nuran BİLGİLİ'ye çok teşekkür ediyor, sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. 1.Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesine ait biber tarlasında *Fusarium* spp. kök ve kök boğazı çürüklük etmeniyle enfekteli biber bitkileri 3
Şekil 1. 2.Biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin belirtileri 4
Şekil 1. 3.*Fusarium* spp.'nin biber bitkisinde kök, kök boğazı ve iletim demetlerindeki belirtileri 5
Şekil 3. 1.Güneydoğu Anadolu Bölgesi sürvey illerini kapsayan harita 27
Şekil 3. 2.Biber sürvey alanları (2013 yılı 103 örnekleme noktası) 27
Şekil 3. 3.Biber sürvey alanları (2014 yılı 193 örnekleme noktası) 28
Şekil 3. 4.Hastalıklı biber örnekleri..... 29
Şekil 3. 5.Üretim alanlarından enfekteli biber ve toprak örnekleri alınması 29
Şekil 3. 6.Eğik agarların otoklav için hazırlanması ve izolatın öze yardımıyla eğik agara konması.... 32
Şekil 3. 7.Yaprak tuzaklama metodu ve *Phytophtora* sp. etmeniyle enfekte olmuş yapraklar 33
Şekil 3. 8.PDA'da gelişen farklı fungus çeşitleri ve bitkideki hastalıklı dokunun elde edilmesi 35
Şekil 3. 9.İzolatların eğik agar, kurutma kağıdı gibi farklı ortamlarda saklanması ve derin dondurucuda depolanması 36
Şekil 3. 10.İzolatların alt kültürlere alınarak saflaştırılması ve saklanması 36
Şekil 3. 11.Fungal disklerin elde edilmesi, inokulumun hazırlanması, inkübatöre bırakılması 38
Şekil 3. 12.İnokulumun steril torfa uygulanması 39
Şekil 3. 13.İklim odasında inokulumun saksılara ve bitkilere bulaştırılması 39
Şekil 3. 14.İklim odasında fungal etmenlerin patojen olup olmadığının belirlenmesi 39
Şekil 3. 15.Serada İnan-3363 biber bitkileriyle son patojenisite denemesi 40
Şekil 3. 16.İklim odasında *Pythium* spp. patojenisite denemesi ve inokulumu 41
Şekil 3. 17.*Phytophtora* spp. patojenisite denemesinde gövde inokulasyonu 42
Şekil 3. 18.*Phytophtora* spp. patojenisite denemesinde toprağa inokulum verilmesi 43
Şekil 3. 19.Moleküler analiz çalışmaları 44
Şekil 3. 20.GAPTAEM iklim odasında biyolojik mücadele denemesinden bir görüntü 51
Şekil 3. 21.Mikorizal spor yoğunluğunu belirlemek için kullanılan Trypan Blue kimyasalı ile kök kolonizasyonu sayımından bir örnek 52
Şekil 4. 1.Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2013-2014 yıllarında sürvey yapılan biber üretim alanları (toplam 296 örnekleme noktası)..... 58
Şekil 4. 2.PDA'da gelişen *Pythium* spp. ve *Verticillium* spp. fungusları ve miselyum yapıları..... 60
Şekil 4. 3. PDA'da gelişen *Aspergillus* spp. ve *Alternaria* spp. fungusları ile miselyum yapıları 60
Şekil 4. 4.CMA ve PDA ortamlarında gelişen *Phytophthora capsici* ve *Rhizoctonia solani* fungusları ve miselyum yapıları 61
Şekil 4. 5.PDA ortamında gelişen farklı *Fusarium* fungus türleri ve *Macrophomina phaseolina* 61
Şekil 4. 6.İklim odasında reizolasyon sonucu elde edilen *Rhizoctonia* spp. 74
Şekil 4. 7.*Fusarium* reizolasyon sonucu 76
Şekil 4. 8.*Phytophtora* spp. patojenisite denemesi sonucu ve reizolasyonu..... 81
Şekil 4. 9.CMA'da gelişen farklı *Phytophtora* (*Phytophtora* sp., *P.capsici, P.citrophtora*) türlerinin sporülasyonu ve patojenisite denemelerinde kullanılan fungal diskleri 82
Şekil 4. 10.PDA ve CMA'da gelişen *Phytophtora capsici, P. citrophtora* ve *Phytophtora* sp. fungus türleri ve mikroskop altında görünüşü..... 82
Şekil 4. 11.*Fusarium* spp. patojenisite denemesi sonucu ve reizolasyon 88
Şekil 4. 12.Patojenisite denemelerinde reizolasyon sonucu PDA'da gelişen farklı *Fusarium* türleri .. 88
Şekil 4. 13.İklim odasında *Rhizoctonia solani* patojenisite denemesi reizolasyonu..... 90
Şekil 4. 14.İklim odasında *Macrophomina phaseolina* patojenisite denemesi ve reizolasyonu..... 92
Şekil 4. 15.İklim odasında *Verticillium* spp. patojenisite denemesi ve reizolasyonu 94

Şekil 4. 16.İklim odasında *Alternaria* spp. patojenisite denemesi ve reizolasyonu 95
Şekil 4. 17.ITS-FuFR primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 398 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 107
Şekil 4. 18. ITS-Fu1FR primeri ile 2013 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 466bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)... 107
Şekil 4. 19.Clox-FR primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *F. oxysporum* olduğunu gösteren 534 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 108
Şekil 4. 20.Fov1-2 primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *F. vasinfectum* olduğunu gösteren 400 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 108
Şekil 4. 21.TEF-Fs4FR (658 bç) ve ITS-Fs5FR (485 bç) primerleri ile 2013 yılı sürvey çalışmasından elde edilen örneklerin *F. solani* olduğunu gösteren jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 109
Şekil 4. 22.Fov1 primeri ile 2013 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fov* olduğunu gösteren 400 bç' lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 109
Şekil 4. 23.Fov1-egr primeri ile 2013 yılı sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fov* olduğunu gösteren 458 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 110
Şekil 4. 24.ITS-FuFR primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 398 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) .. 110
Şekil 4. 25.ITS-Fu1FR primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 466 bç'lik jel görüntüsü 111
Şekil 4. 26.Clox primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *F. oxysporum* olduğunu gösteren 534 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 111
Şekil 4. 27.Fov1-egr primeriyle 2014 yılı sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *Fov* olduğunu gösteren 458 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 112
Şekil 4. 28.*Fusarium* spp. izolatlarının sekansa gönderilirken ITS-Fu1FR primeri ile elde edilen jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 112
Şekil 4. 29.*Fusarium solani* izolatlarının sekansa gönderilirken Fs4-FR primeri ile jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 113
Şekil 4. 30.*Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* izolatlarının sekansa gönderilirken Fov1-egr primeri ile jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır) 113
Şekil 4. 31.İyi bant gösteren örnekleri sekansa göndermek için tüm primerlerle aynı anda jelde koşturularak elde edilen PZR ürünü [M: 100 bç DNA Markır; 1-16 *Fusarium* spp.-ITS1FuF-ITS4Fur örnekleri; 1-6 *F. oxysporum*-Clox örnekleri; 1-2 *F. solani*-ITSFs5Fr örnekleri; 1-6 *F.solani*- Tefs4Fr örnekleri (sol baştan sırasıyla)] 115
Şekil 4. 32.2013 yılı örneklerinin alignment olarak gösterilmesi 118
Şekil 4. 33.2013 yılı sekansı yapılan tüm örneklerin önemli fungal bitki patojenleriyle karşılaştırılması (0.02) 120
Şekil 4. 34.Çalışmadaki *F. oxysporum* izolatlarından elde edilen 2013 yılı örneklerine ait dendogram 121
Şekil 4. 35.2013 yılı *Fusarium oxysporum* örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.007) 122
Şekil 4. 36.2014 yılı örneklerinin alignment olarak gösterilmesi 123
Şekil 4. 37.2014 yılı sürveyde elde edilen tüm izolatların filogenetik ağacı (0.02) 124
Şekil 4. 38.2014 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* spp. izolatlarının NCBI'daki verilerle filogenetik ağacı (0.03) 127
Şekil 4. 39.Clox 1-2 primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.052) 128
Şekil 4. 40.ITS-Fu2 FR primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.04) 129
Şekil 4. 41.Fov1-egr primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.056) 132

Şekil 4. 42.Hastalık etmeninin uygulandığı kontrol (+) bitkisi 136
Şekil 4. 43.Haftalar bazında AMF uygulamalarının hastalık şiddeti üzerine etkisi 136
Şekil 4. 44.Biber bitkisi köklerinde AMF fungusların (*Glomus* spp.) ışık mikroskobunda farklı görünüşleri..... 139
Şekil 4. 45.Farklı AMF ve *Fov* patojenlerin uygulandığı biberlerin kök yapıları 151

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1.Moleküler analiz çalışmalarında kullanılan primerler 45
Çizelge 3. 2.Moleküler analiz çalışmalarında kullanılan PZR koşulları 47
Çizelge 4. 1.2013-2014 yıllarına ait GAP Bölgesi biber alanlarının sürvey bilgileri 59
Çizelge 4. 2.2013 yılı sürveyinde biber üretim alanlarında belirlenen fungal izolatlar 60
Çizelge 4. 3.2014 yılı sürveyinde biber üretim alanlarında belirlenen fungal izolatlar 62
Çizelge 4. 4.2013 yılı GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%) 63
Çizelge 4. 5.2014 yılı GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%) 63
Çizelge 4. 6.2013 ve 2014 yıllarına ait GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%) 64
Çizelge 4. 7.2013 yılı Şanlıurfa ili sürvey yapılan biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%) 65
Çizelge 4. 8.2014 yılı Şanlıurfa ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 65
Çizelge 4. 9.2013 yılı Diyarbakır ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 66
Çizelge 4. 10.2014 yılı Diyarbakır ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 66
Çizelge 4. 11.2013 yılı Siirt ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%) 67
Çizelge 4. 12.2014 yılı Siirt ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%) 67
Çizelge 4. 13.2013 yılı Mardin ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 68
Çizelge 4. 14.2014 yılı Mardin ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 68
Çizelge 4. 15.2013 yılı Adıyaman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 69
Çizelge 4. 16.2014 yılı Adıyaman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 69
Çizelge 4. 17.2013 yılı Kilis ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 70
Çizelge 4. 18.2014 yılı Kilis ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 70
Çizelge 4. 19.2013 yılı Gaziantep ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 71
Çizelge 4. 20.2014 yılı Gaziantep ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 71
Çizelge 4. 21.2014 yılı Batman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı 72
Çizelge 4. 22.2014 yılı Şırnak ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı(%) 72
Çizelge 4. 23.İklim odası saksı denemelerinde *Rhizoctonia solani* izolatları ve patojenisite sonucu .. 74
Çizelge 4. 24.İklim odası saksı denemelerinde *Fusarium* spp. izolatları ve patojenisite sonucu 76
Çizelge 4. 25.Saksı denemelerinde *Fusarium* spp. izolatları ve patojenisite sonucu 77
Çizelge 4. 26.Saksı denemelerinde *Pythium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 79
Çizelge 4. 27.İklim odası saksı denemelerinde *Phytophtora* türlerinin topraktan hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite listesi 83
Çizelge 4. 28.İklim odası saksı denemelerinde *Phytophtora* türlerinin yapraktan hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite listesi 84
Çizelge 4. 29.İklim odası saksı denemelerinde *Fusarium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 87
Çizelge 4. 30.İklim odası saksı denemelerinde *Rhizoctonia solani* hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 89
Çizelge 4. 31.İklim odası saksı denemelerinde *Macrophomina phaseolina* hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 92
Çizelge 4. 32.İklim odası saksı denemelerinde *Verticillium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 93

Çizelge 4. 33.İklim odası saksı denemelerinde *Alternaria* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu 95
Çizelge 4. 34.Serada test edilen 2014 yılı izolatları ve patojenisite sonuçları 96
Çizelge 4. 35.2013 yılı fungal izolatlardan moleküler analiz yapılan örnek numaraları ve ait olduğu iller 100
Çizelge 4. 36.2014 yılı fungal izolatlardan moleküler analiz yapılan örnek numaraları ve ait olduğu iller* 101
Çizelge 4. 37.2013 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* örneklerinin PZR sonucu 104
Çizelge 4. 38.2014 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* örneklerinin PZR sonucu 105
Çizelge 4. 39.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkilerinin hastalık şiddetleri (%) 135
Çizelge 4. 40.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkisi köklerinin kolonizasyon oranları (%) 138
Çizelge 4. 41.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkisi köklerinin mikorizal toplam spor sayımı (adet/10) 139
Çizelge 4. 42.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde makro besin elementlerinden Azot (N) içerikleri (%) 140
Çizelge 4. 43.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde makro besin elementlerinden Fosfor (P) ve Potasyum (K) içerikleri (ppm) 141
Çizelge 4. 44.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde mikro besin elementlerinden Cu, Fe, Mn, Zn içerikleri (ppm) [ns] 142
Çizelge 4. 45.Farklı AMF uygulanmış ve 43 *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin sürgünlerinde mikro ve makro besin elementler içerikleri (ppm) [ns] 143
Çizelge 4. 46.Farklı AMF uygulanmış ve 183 *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin sürgünlerinde mikro ve makro besin elementler içerikleri (ppm) [ns] 143
Çizelge 4. 47.Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerine ait toprakların pH değerleri ve tuz (EC) içerikleri 145
Çizelge 4. 48.Farklı AMF uygulanmış ve 43-*Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün boyu (cm), kök boyu (cm), kök boğazı çapı (mm) ve yaprak sayısı (adet) değerlerine ait Anova testi sonuçları 146
Çizelge 4. 49.Farklı AMF uygulanmış ve 43-*Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g), kök yaş ve kuru ağırlığı (g) değerlerine ait Anova testi sonuçları 147
Çizelge 4. 50.Farklı AMF uygulanmış ve 183- *Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün boyu (cm), kök boyu (cm), kök boğazı çapı (mm) ve yaprak sayısı (adet) değerlerine ait Anova testi sonuçları 148
Çizelge 4. 51.Farklı AMF uygulanmış ve 183- *Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g), kök yaş ve kuru ağırlığı (g) değerlerine ait Anova testi sonuçları 148
Çizelge 5. 1.Patojenisite denemelerinde elde edilen toplam izolat, testlenen izolat ve patojen olarak bulunanların sayısı 154

SİMGELER DİZİNİ

AA	AsetikAsit
ABMAE	Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü
AMF	Arbüsküler Mikorizal Fungus
B	Bor elementi
bp	Baz çifti (Base pair)
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
CMA	Mısır unu agarı (Corn Meal Agar)
Cu	Bakır elementi
da	Dekar (1000 m^2)
dak	Dakika
dH_2O	Distile Su
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
dNTP	Deoksinükleotitrifosfat
EC	Tuz seviyesi (Electrical Conductivity)
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
EtBr	Ethidium Bromid
Fe	Demir elementi
f.sp	Forma speciales
Fov	*Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*
g	Gram
GAP	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
GAPTAEM	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
G.E	*Glomus etunicatum*
G.İ	*Glomus intraradices*
G.M	*Glomus mosseae*
ha	Hektar
HÜZF	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi
K	Potasyum elementi
kg	Kilogram
M	Molar
µl	Mikrolitre
ml	Mililitre
mM	Milimol
mm	Milimetre
M.M	Mikorizal Mix.
Mn	Mangan elementi
ng	Nanogram (1/1000 µg)
NaCI	Sodium Klorür
NaOCI	Sodium Hypoklorit
NCBI	Biyoteknoloji Bilgileri Ulusal Merkezi (National Center for Biotechnology Information)
P	Fosfor elementi
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction)
PDA	Patates Dekstroz Agar
pH	Çözeltinin asitlik bazlık seviyesi (Powder of Hydrogen)
rDNA	Ribozomal DNA
RFLP	Restriction Fragment Lenght Polymorphism
RNA	Ribonükleik asit
rpm	Dakikada dönme sayısı (Revolutions per minute)
S	Solarizasyon
SA	Su Agarı
SDS	Sodium Dodecyl Sulphate
spp.	Türleri

TAE	Tris + Asetik Asit+ EDTA
Taq	Termo Stabil Polimeraz Enzimi
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Viyole
VAM	Vesiküler Arbüsküler Mikorizal Fungus
VCG	Vegetatif Uyum Grubu (Vegetatif Compatibility Group)
Zn	Çinko elementi

1. GİRİŞ

Biber bitkisi (*Capsicum annuum*), domates, patates, tütün ve petunyanın da dahil olduğu Solanaceae familyasındandır. Özellikle Orta Amerika ve Meksika birçok *Capsicum* türünün ana vatanıdır. Ilıman, subtropik ve tropik iklim kuşaklarında yetiştirildiğinde verim ve kalite artmaktadır. Düşük sıcaklığa domates kadar dayanıklı değildir. Bu nedenle ılıman iklim kuşağında yetiştiriciliği yapılan *Capsicum* türleri, kışların soğuk geçmesi nedeniyle tek yıllık tropik iklim kuşağında ise bitkiler birkaç yıldan fazla büyümeye devam edebildikleri için çok yıllık olarak yetiştirilmektedir.

Türkiye'de farklı iklim ve toprak yapısı nedeniyle birçok sebze türü yetiştirilmekte olup biber de bu sebze türlerinden biridir. Türkiye'de biber üretimi hem tarlada hem de serada yapılabilmekte; fakat iklim ve toprak isteği yanında bakım şartları ve ekim nöbeti tercihinden dolayı her bölgede yetiştirilememektedir.

Türkiye'de, toplam 23.8 milyon hektar tarım arazisinin % 3.4'ünde yani ortalama 804 bin ha alanda sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2016). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Türkiye sebze üretim alanlarının % 6'sında yani 546.506 dekar arazide 1 576 bin ton sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bölgede en fazla sebze üretimi (529 bin ton), alanı (% 25) ve üretim miktarı (% 34) Şanlıurfa'da yer alırken, bu ili Diyarbakır (% 21), Mardin (% 13) ve Adıyaman (% 10) illeri izlemektedir (Anonim, 2016). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde toplam sebze üretim miktarları bakımından 198 bin ton (% 13) ile salçalık biber, karpuz ve domatesten sonra üçüncü sırada yer alırken; toplam sebze ekim alanı içerisinde de 76 bin dekar ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2016).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde (GAP) biber üretimi yaygın olarak tarla sebzeciliği şeklinde yapılmaktadır. Ülkemizde biber üretimi yıllık 815.632 da alanda 2 457.822 ton olup, örtü altı ve tarla yetiştiriciliği olarak iki şekilde üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2016). Örtü altı biber yetiştiriciliği Akdeniz Bölgesinde

yaygındır ve daha çok taze tüketim için yapılmaktadır. Tarla yetiştiriciliği ise, Marmara, Ege, Doğu Akdeniz ve GAP Bölgelerimizde biberin sanayi hammaddesi (pul biber, salça, konserve, turşu vb) olmaya yönelik yapılmaktadır. GAP Bölgesi'nde 267 868 ton ile toplam 121 368 da alanda biber üretilmekte olup iller itibariyle ekiliş alanları bakımından başta Şanlıurfa, Kilis, Gaziantep, Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Şırnak, Siirt ve Mardin gelmektedir (Anonim, 2016). Şanlıurfa ilinin biber üretim potansiyeli % 25.1 olup (Anonim, 2004), Türkiye biber üretiminin % 6.15'lik bölümünü (Anonim, 2008a), bölge biber üretim alanının % 44'ünü (Anonim, 2016) ve bölgenin toplam biber üretim miktarının % 51'lik kısmını (Anonim, 2016) karşılayarak ülke ekonomisine önemli katkılarda bulunmaktadır.

Ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi örtü altında yetiştirilen sebze alanlarında görülen fungal hastalıklar üzerine yapılan bir çalışmada biberlerde görülen fungal hastalıklar; Kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) olarak belirlenmiştir (Ozan ve Aşkın, 2006). Başka bir çalışmada ise açık alanda yetiştirilen salçalık biber bitkilerinde önemli verim kayıplarına yol açan solgunluk ve kök çürüklüğü hastalığına *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* etmenlerinin sebep olduğu belirtilmiştir (Yücel ve ark., 2013).

Ülkemizde biber yetiştiriciliğini ve verimini olumsuz yönde etkileyen fungal hastalıklardan en önemlisi kök ve kök boğazı çürüklüğü ile solgunluk hastalıklarıdır. GAP Bölgesinde biber üretim alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük hastalık etmenleri; *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora capsici, Alternaria* spp., *Aspergillus niger, Aspergillus flavus*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. fungusları (Bilgili ve ark., 2015) ile *Fusarium* spp., *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Bilgili ve ark., 2017) olarak belirlenmiştir.

Toprak kökenli fungal patojenlere karşı kimyasal mücadelenin etkisi oldukça sınırlı veya etkisizdir. Bu nedenle bu fungal hastalık etmenleri biber tarımını tehdit eder hale gelmiştir. Son yıllarda biber üretiminde kök çürüklükleri nedeniyle önemli oranda verim kayıpları meydana gelmiştir. *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*

(*Fov*) hastalık etmeninin Avustralya'da sorun olduğu (Anonymous, 2014) ve özellikle dünyada tatlı biber üretim alanlarını etkilediği belirtilmiştir (Ma ve ark., 2001; Wang ve ark., 2005; Perpetua ve Monares, 1998).



Şekil 1. 1. Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesine ait biber tarlasında *Fusarium* spp. kök ve kök boğazı çürüklük etmeniyle enfekteli biber bitkileri

Kök ve kök boğazı çürüklük etmenleri, genelde tarlada bitkilerin gelişme döneminde ortaya çıkar. Zaman içerisinde bitkide solgunluk, sararma ve kurumalar, iletim demetlerinde kahverengileşme görülür (Şekil 1.1, 1.2, 1.3). Kök ve kök boğazı çürüklük etmenleri çoğunlukla fungal etmenler olup, klamidospor formunda toprakta uzun yıllar canlı kalabilmektedirler (Nelson ve ark., 1994). Toprak kökenli olan bu hastalık etmenleri bitki artıklarında ve toprakta uzun yıllar canlı olarak kalabildiğinden şartlar hastalık için uygun olduğunda gelecek yıl ekilen yeni bitkide de solgunluk görülür. Solgunluk tüm bitkide görüldüğünden ve sulama ile diğer bitkilere yayıldığından geniş alanlarda ekonomik önemde kayıplara neden olmaktadır. Aynı alanda ve hatta aynı bitkide bu fungal etmenler birlikte bulunabilirler.



Şekil 1. 2. Biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin belirtileri

İletim demetlerindeki kararmalar toprak yüzeyinden en fazla 20-30 cm yüksekliğe kadar uzanır ve toprak yüzeyine yakın yerlerde aşırı düzeyde beyaz-pembe renkte sporulasyon görülür (Jones ve ark.,1991) (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2).

Fusarium cinsi dünyaya dağılmış ve bilinen önemli bitki patojeni toprak kökenli türlerin bir miktarını içerir. *Fusarium oxysporum*'un ekseri ırkları saprofitik olarak yaşasalar da, bazıları bitkilerde solgunluk veya kök çürüklüğü hastalıkları oluştururlar. *Fusarium oxysporum*'un toprak kökenli populasyonları oldukça boldur. Patojenik olmayan *Fusarium oxysporum* streynleri birçok işlev biçimi ile biyolojik mücadeleye katkıda bulunabilirler. *Fusarium oxysporum* da bitki patojeni, saprofitik ve biyokontrol ırkları morfolojik olarak ayrılamadıklarından oldukça karmaşıktır. Patojenik *F. oxysporum* genellikle konukçuya özeldir, sadece bitkilerin bir veya birkaç türüne ve bazen bir bitki türünün sadece bazı çeşitlerine saldırır. Konukçu türünün belli bir çeşidine veya belli bir konukçu türüne özelleşme sırasıyla ırk veya formae speciales olarak ifade edilmektedir (Attitalla, 2004).

Fusarium solgunluğu çoğunlukla asidik, kaba bünyeli topraklarda yaygındır ve daha çok nematodlarla sinergistik olarak oluşur. Hastalık, yüksek sıcaklık ve yağış koşullarında yaygındır. Aşırı nem ve beslenme düzensizliği bitkiyi hastalığa duyarlı kılar (Synder ve Smith, 1981).



Şekil 1. 3. *Fusarium* spp.'nin biber bitkisinde kök, kök boğazı ve iletim demetlerindeki belirtileri

Solgunluk hastalıklarının kontrolünde toprak fumigasyonu ve ekim nöbeti önerilmektedir. Toprak fumigasyonunun ekonomik olmayışı, geniş alanlarda uygulama zorluğu ve topraktaki yararlı mikroflorayı da olumsuz etkilemesi nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Sorgum, arpa, buğday, mısır, yonca, soya fasulyesi, üçgül gibi bitkiler ekim nöbetinde kullanılmalıdır. Diğer toprak kökenli hastalık etmenlerinde de olduğu gibi solgunluk hastalıklarına karşı da ekonomik, kesin ve pratik bir mücadele yöntemi yoktur (Yücel, 1995).

Biberde *P. capsici, Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani, Macrophomina phaseolina, Aspergillus* spp.'nin neden olduğu hastalıklardan dolayı ekonomik kaybı azaltmak için kültürel önlemler (ürün rotasyonu, sırta dikim, damla sulama sistemi, dayanıklı çeşit) ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Kimyasal yöntemler, pahalı olmaları, etkilerinin sınırlı kalması ve çevre ile insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle fazla tercih edilmemektedir. Özellikle son yıllarda pestisitler konusunda çevre bilincinin oluşması kimyasal kullanımını daha da sınırlamaktadır. Kültürel önlemler hastalığın yayılmasını önlemede etkili olmakla birlikte uygulama zorlukları mevcuttur. Hastalığa karşı mücadelede en güvenli olanı, dayanıklı çeşit ya da biyolojik mücadele etmenlerinden biyoajanların ve koruyucu etmenlerin kullanımı ile entegre mücadele yöntemidir (Akköprü ve Demir, 2005; Yücel ve Özarslandan, 2014). Biyolojik mücadelede Arbüsküler Mikorizal Funguslardan (AMF) *Glomus* cinsi mikorizal funguslar özellikle toprak kökenli

patojenlerde (Demir ve Akköprü, 2007) ve biber yetiştiriciliğinde hastalık etmenini baskıladığı için önerilmektedir (Aslanpay ve Demir, 2015).

Topraktaki mikroorganizmalarla bitkiler arasında simbiyotik yaşamlar bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de "mikoriza"dır. Mikorizaların toprak kökenli hastalık etmenlerine karşı etkileri ile ilgili çalışmalar rapor edilmiştir (Afek ve ark., 1990; Azcon-Aguilar ve Barea, 1992; Liu, 1995; Demir, 1998; Demir ve Onoğur, 1999; Özgönen, 2004; Çekiç, 2008). Fakat mikorizanın GAP bölgesinde biber hastalıklarıyla ilişkisi henüz araştırılmadığı için çalışma bölge sorunları ve çiftçisi açısından özgün bir nitelik taşımaktadır.

Arbüsküler Mikoriza fungus (AMF) oluşumunun görüldüğü bitkiler, toprak kaynaklı fungal patojenlere ve nematodlara karşı daha dayanıklı hale gelmekte böylelikle mücadelesi oldukça güç olan bu etmenlere karşı çok önemli bir avantaj elde edilmektedir. AMF, bitki gelişimini, özellikle bitki besin maddelerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir. Bu teşvik, simbiozise sahip köklerin topraktan kantitatif olarak, başta fosfor (P) olmak üzere bazı makro ve mikro besin maddelerini çinko (Zn), bakır (Cu) ve demir (Fe) gibi elementleri daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır (Ortaş, 2003). AMF, bitkiden bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır (Song, 2005; Gosling ve ark., 2006). Bu yaşam şeklinde, her iki ortak da belli koşullar altında birbirlerinden faydalanmaktadırlar. Mikorizal birlik, mutualizm tipi simbiyotik bir birlik olduğundan dolayı her iki ortak için de yararlıdır. Bunlar kök hastalıklarına neden olmayıp, aksine konukçu bitkilerine yararlıdırlar (Agrios, 2005).

Ülke genelinde biber kök ve kökboğazı hastalıklarıyla belirli düzeyde mücadele yapılmıştır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın "2012 yılı Hastalık-zararlı-yabancı ot programında" biber kök boğazı yanıklığı hastalığı için 4 ilde 13.000 dekar alanda, sebze fidelerinde çökerten ve kök çürüklüğü hastalıkları için ise 27 ilde 68.788 dekar alanda mücadele yapılmıştır (Anonim, 2013a). Özellikle biberde toprak kökenli hastalık etmenleri *Phytophthora* ve *Fusarium* türleri bölgede oldukça yaygın görülmekte olup bu konuyla ilgili olarak bölge Gıda, Tarım ve

Hayvancılık İl Müdürlüklerine üreticiler tarafından şikayette bulunulduğu bildirilmektedir. Bu nedenle bu çalışma düşünülmüş, planlanmış ve 2013 yılında proje olarak çalışılmaya başlanmıştır. "İllere Göre 2012 Bitki Sağlığı" programında ise, biber kök boğazı yanıklığı hastalığına (*P. capsici)* karşı Şanlıurfa ilinde 5 000 da alanda kimyasal olarak mücadele yapılırken, Gaziantep (14 800 da) ve Kilis (650 da) ise mekanik olarak mücadele etmekte olduğu bildirilmiştir. İl çerçevesinde Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü icraat programlarında sadece Şanlıurfa ilinde biberde erken yaprak yanıklığına (*Alternaria solani)* karşı 2011 ve 2012 yıllarında toplam 4 000 da alanda; biber kök boğazı yanıklığına (*P. capsici)* karşı ise toplam 10 000 da alanda icraat yapılmıştır (Anonim, 2013b).

Kök hastalıkları ile savaşımda kimyasal mücadele etkin değildir. Mücadele için, fungal türlerin teşhisi ve karakterizasyonu gereklidir. Bu nedenle genetik olarak dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi hastalıkla savaşımda önemli bir yol gibi görünmektedir. Dayanıklılık ıslahı çalışmalarının sağlıklı bir şekilde planlanabilmesi için etmenin patojenik olarak farklılık gösteren tiplerinin belirlenmesi ve çalışmaların bu farklılıklar temelinde planlanması gerekmektedir.

Ekonomik kayıplara neden olan kök ve kök boğazı çürüklük etmenleriyle başarılı mücadele yöntemlerinden birisi dayanıklı çeşitlerin kullanımıdır (Alabouvette ve ark., 1996). Dayanıklı çeşitlerin elde edilebilmesi için, bölgede patojen izolatlarının elde edilmesi ve çeşitler üzerinde testlenmesi gerekmektedir. Ülkemizde biberde kök çürüklük etmenlerinin patojenik ve moleküler teşhisiyle ilgili çalışmalar oldukça azdır. Mevcut kayıtlara göre sadece biber kök boğazı çürüklüğü (*Phytopthora capsici*) etmeninin teşhisiyle ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır (Güncü, 1983; Göçmen, 2006). Bu da sadece Akdeniz Bölgesinde yer alan biber genotiplerini kapsaması nedeniyle bölgemizde yetiştirilen genotipleri temsil etmemektedir. Dolayısıyla sadece bölgemizde yetiştirilen biber ile hastalık izolatları kullanılarak yapılan bu çalışmada, konuya dayanıklılık ıslahı ile yaklaşılmış olunacaktır.

Etmenin patojenik karakterizasyonu yanında moleküler olarak da karakterize edilecek olması patojenin populasyon yapısı hakkında önemli veriler sunacaktır. Bu

patojenin bölgedeki populasyonunun bilinmesi de etmene karşı yürütülecek mücadelenin stratejisini belirlemede önemli olacaktır. Ayrıca gövde, kök ve kök boğazı çürüklük etmenleriyle bulaşık biber alanlarında kültürel önlemler yeterli olmamakta ve her yıl üreticiler ciddi verim kaybına uğramaktadırlar. Bu çalışma sonunda üreticilere *Glomus* türleri biyolojik mücadelede tavsiye edilerek, fungal etmenle bulaşık alanlardan daha fazla verim almaları sağlanmış olacaktır. Verimdeki bu artış, ülkemiz biber üretimini ve üreticinin kazancını artırarak milli ekonomiye katkı sağlayacaktır.

Artan tuzluluktan dolayı bozulan tarım arazilerini iyileştirmek için, tuz konsantrasyonunu tolere etme yeteneğine sahip birçok mikroorganizma bulunmaktadır. Bu organizmalar içinde mikorizal funguslar oldukça ilgi çekmektedir (Al-Karaki, 2006). Şanlıurfa ili ve yöresi toprakları yanlış sulama metodlarından dolayı oldukça tuzlu olup, bu mikoriza çalışmasının bölgeye katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Bölgemizde sebze yetiştirilen alanlarda daha önceleri salma sulama sisteminin yaygın olduğu, ancak şu anda çoğunlukla damla sulama sistemine geçilmesinden dolayı *P. capsici* yanında farklı patojenlerde belirlenmiştir. Çalışmamız özgün ve yenilikçi bir yaklaşım taşıması açısından önem arz etmektedir.

Ülkemizde kök çürüklük etmenlerinin patojenik karakterizasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı ve bölgesel düzeyde kalmıştır. GAP bölgemizde yetiştiriciliği yapılan yerel biber genotipleri, hastalığa hassasiyet durumları ve etmenin karakterizasyonu ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma bu alanlardaki bilgi açığını gidermek ve ıslah programlarına sağlıklı veriler sunmak amacıyla planlanmış bulunmakta ve ilk çalışma olma niteliğindedir.

Bu amaçla çalışma, 2013-2017 yılları arasında yürütülmüştür. Amacı, GAP Bölgesi biber yetiştirilen alanlarda sorun olan solgunluk, kök, kök boğazı ve gövde çürüklüğü hastalık etmenlerinin izole edilmesi, belirlenmesi, patojenisite testleri yapılarak etkin patojenin ortaya çıkarılması ve moleküler karakterizasyonu ile bu

etkin patojenle mücadele yöntemi olarak üç farklı AMF türü *Glomus* cinsi mikorizal fungusların ve bunların karışımının biyolojik mücadelede kullanılmak üzere biyoajan olarak etkilerinin belirlenmesidir.

Böylece bu çalışmanın amacı özetlemek gerekirse; Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki biber alanlarından izole edilen solgunluk, gövde, kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinden (*Phytopthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Verticillium* spp.) bölgede etkin olanların belirlenmesidir. Bölgedeki izolatların patojenik karakterlerine göre gruplara ayrılması ve yerel biber populasyonlarının etkin patojen grubuna göre dayanıklılık durumlarının belirlenmesi, dayanıklılık ıslahı çalışmalarında kullanılabilecek genotipler ve izolatlar hakkında veriler elde edilmesidir.

Ayrıca bu çalışma kapsamında izolatların moleküler karakterizasyonu yapılarak genetik varyasyonu hakkında detaylı veriler elde edilmiştir. Yine bu çalışma ile *Glomus* spp. mikorizaların Şanlıurfa yöresinde, biber tarımında en önemli sorunlardan birisi olan kök çürüklüğü hastalığına sebep olan *Fov* üzerine etkinliği araştırılmıştır. Böylece bölgedeki biber üreticisinin kök hastalıklarına karşı ilaç kullanımı yanında doğaya ve çevreye dost mikorizal fungusların kullanılma imkanı alternatif olarak önerilebilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Biberdeki Kök Çürüklük Etmenleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Dünyada biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekonomik kayba neden olan ve yetiştiriciliği sınırlayan en önemli hastalıklardan biri biber kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leonian) (Barksdale ve ark., 1984; Goldberg, 1995)' dır. *Phytophthora capsici*, ilk olarak New Meksika'da 1918 yılında biber solgunluk etmeni olarak belirlenmiştir (Leonian, 1922)'dır. New Meksika'da *Phytophthora* kök çürüklüğü devam ederken aynı zamanda dünyada biber üretim alanlarında da sorun olarak ortaya çıkmıştır (Golberg, 1995). Hastalık ilk kez 1922 yılında Leonian isimli araştırıcı tarafından tanımlanmış ve 1941 yılında ABD'de biberlerde ve kabaklarda ilk büyük zararını oluşturmuştur (Tompkins ve Tucker, 1941).

Biber yetiştiriciliği ile ilgili sorunlardan birinin 1970 yılında ortaya çıkan kök boğazı çürüklüğünden kaynaklanan kuruma problemi olduğu, bu soruna, toprak kökenli bir patojen olan *Phytophthora capsici* (kökboğazı çürüklüğü)'nin neden olduğu bildirilmiştir (Biçici ve Toker, 1994).

Çınar (1977), biberlerde kuruma hastalığının (*Phytophtora capsici* Leonian), belirtilerinin 1970'den beri, Güney Anadolu'da özellikle Kahramanmaraş yöresinde görüldüğünü, hızla yayılan hastalığın biber tarımı yapılan hemen tüm alanlarda belirlendiğini ve yüksek düzeyde ürün kayıplarına neden olduğunu bildirmiştir.

Uygun ve ark.(1993), 'GAP Alanında Bitki Hastalıklarının Saptanması' isimli çalışmalarında Gaziantep, Şanlıurfa, Mardin, Siirt, Diyarbakır ve Adıyaman illerini gezerek çeşitli ürünlerdeki fungal ve bakteriyel hastalıkların tespitine çalışmışlar ve biberde *Phytophthora capsici* Leon.'yi fungal hastalık etmeni olarak belirlemişlerdir.

P. capsici biber üretimi yapılan tüm alanlarda zaman zaman önemli ekonomik kayıplar oluşturmuştur ve oluşturmaktadır. Patojen, Orta ve Güney Amerika, Batı yarım kürede (Avrupa, Asya) birkaç önemli epidemiye neden olmuştur. *P. capsici*

biber yanında Solanaceae familyasındaki diğer türler domates ve patlıcan ile Cucurbitaceae familyasından hıyar, kavun, karpuz ve kabakta da hastalık oluşturmaktadır (Kreuzer ve ark., 1940; Tompkins ve Tucker, 1941; Satour ve Butler, 1967; Hwang ve Hwang, 1993).

Abak ve Pochard (1982), *P. capsici*'ye kısmi dayanıklılık gösteren 8 hattı Türkiye'den sağlanan 12 izolatla testlemiş ve izolatların Fransa'nın agresif izolatı 197'den daha agresif olduğunu bildirmişlerdir.

Göçmen ve Abak (2005), ülkemizde ticari olarak yetiştirilen 15 F1 biber çeşidini, Kahramanmaraş'tan, Batı Akdeniz bölgesinden ve ABD'den izole edilen agresivite düzeyleri yüksek üç izolatla testlemişlerdir. Yapılan çalışmada, tüm ticari çeşitlerin üç izolata da duyarlı oldukları ve Kahramanmaraş'tan izole edilen izolatın diğer iki izolata göre agresivite düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Göçmen ve ark., (2009), spesifik primerler kullanılarak, infekteli dokudan da hızlı ve güvenilir *P.capsici* tanısı yapılabileceğini de farklı bir çalışmayla belirlemişlerdir.

Farklı coğrafik orijinli *P. capsici* izolatlarının, farklı Kore biber çeşitleri ile interaksiyonları incelenmiş ve izolatlara karşı biber çeşitlerin farklı reaksiyon gösterdiği bulunmuştur (Yang ve ark. 1989; Kim ve Hwang, 1992). *C. annuum* biber çeşitlerinde, *P. capsici*'ye karşı farklı reaksiyonların oluşması bu patojenin fizyolojik ırklarının var olduğunu göstermiştir.

P. capsici oosporları 15-25^{o}C ve % 100 nem tutma kapasitesinde toprakta 27-34 hafta, sporangium ve zoosporlar ise 3-6 hafta arasında canlılığını muhafaza edebilmektedirler. Bu nedenle hastalıkla mücadelede; "yetiştiricilik yapılan alanda daha önce *P. capsici* epidemi yapmamış olması, daha önceki 3 yıl içerisinde kabakgil çeşitleri, biber, patlıcan ve domates yetiştiriciliğinin yapılmamış olması, drenaj sisteminin bulunması, iyi drene olmayan topraklarda yetiştiricilik yapılmaması, tarım ekipmanlarının bulaşık tarlalardan gelmemesi, karıkla ekimde bitkilerin kök boğazının suyla temas etmeyecek yükseklikte bulunması, tarlaya dikim sırasında bitkilerin kök boğazında yaralanmaya neden olacak basınç uygulanmaması, aşırı

sulamadan kaçınılması, tava yöntemi yetiştiriciliği yapılmaması, bulaşık alanlardan tohum alınmaması, yetiştiricilik alanında *P. capsici* belirtileri görüldüğünde bulaşık bitkilerin imha edilmesi, varsa dayanıklı çeşitlerin ekiminin yapılması" şeklinde önerilerde bulunulmuştur (Taş ve ark, 2007).

Taş ve ark. (2009), 'Gap Bölgesi Harran Ovası koşullarında yerli Urfa biber çeşidinde bazı sulama yöntemlerinin hastalıklara etkisinin belirlenmesi' amacıyla Harran Ovası Koşullarında 2003-2005 yılları arasında Şanlıurfa-Talat Demiröreen Araştırma İstasyonunda yürüttükleri çalışmalarında bölgede biberde yaygın olarak uygulanan karık sulama ile damla sulama yöntemleri iki farklı deneme şeklinde ve bunların biberde sık görülen hastalıklar üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hastalık amaçlı yapılan çalışmalarda *Phytophthora capsici* tarafından neden olunan ölüm oranı oldukça düşük çıkmıştır. Bu durum deneme kurulan alanda hastalık etmeninin oosporlarının yüksek oranda bulunmadığını ve gerek oosporların gerekse sporangium ve zoosporların sulama suyuyla diğer alanlardan gelmediğini göstermiştir.

Ülkemizde turunçgillerde *P. citrophthora* türünün, biberde *P. capsici* türünün zarar yaptığı bilinmektedir. Ayrıca bazı kültür bitkilerinden *Phytophthora* izole edilmiş, ancak türleri saptanmamıştır. Biberden izole edilmiş *Phytophthora* izolatlarının bazı kültür bitkilerinde de patojen oldukları saptanmıştır (Güncü, 1983).

Canıhoş (2003) yaptığı çalışmada, fosforoz asit ve salisilik asitin, *Phytophthora citrophthora* etmenin miselyal gelişimi ve inokulum kaynağı olan sporangium üretme gücünü engellemede oldukça etkili bulmuştur. Bu yönleriyle fungisidal madde olarak tavsiye etmektedir. Etmenin kök ve gövde enfeksiyonlarında fosforoz asit önemli etkiler sağlarken, salisilik asit yeterli etkiyi göstermemiştir. Araştırıcı, *Glomus clarium*'un kök enfeksiyonlarını engellemedeki başarısının ise çok tatminkar olmamakla birlikte, önemli bir alternatif mücadele olarak değerlendirilebileceğini belirtmiştir.

Biberde (*Capsicum annuum* L.) kök boğazı yanıklığı, solgunluk ve kök çürüklüğü (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*) hastalıkları toprak kökenli

fungusların neden olduğu, verimde önemli kayıplara yol açabilen hastalıklardır (Ristaino,1991; Yücel,1995; Yücel, 2002). Biber ekiminin sıraya ve toprak profilinin nispeten kuru olduğu dönemlerde yapılması, kontrollü su uygulamasının kurumaları % 85-90 oranında önlediği belirtilmiştir (Kanber ve ark., 1980).

Jarvis ve ark. (1994), tatlı biber seralarında meyve ve doku çürüklüğünün genel sorunu *Nectria haematococca* (*F. solani*'nin anamorfu) olduğunu bildirmişlerdir. Meyve toplama ve dikkatsizce yaprak koparmanın bıraktığı yara izleri ve doku temelinde tuz zararının neden olduğu yaralardan enfekte yaptığını belirtmişlerdir. Hastalığı çok iyi kontrol edebilmek için; sera hijyeni, geliştirilmiş nemlendirme sistemi, bitki besleme ile yaprakların, sürgünlerin ve meyvenin çok hassas yaralar bırakan koparma ve silkelemenin yerine keskin bir bıçakla temiz kesilmesi ile başarılabileceğini belirtmişlerdir.

Bogale (2006), Etiyopya'da aralarında biberin de bulunduğu farklı bitkilerden *Fusarium* izolatlarının DNA ve Protein bazlı tekniklerle moleküler karakterizasyonunu yapmıştır.

Cha ve ark.(2007), Korede Paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum*) biber çeşidinde yapmış olduğu rDNA'nın ITS bölgesinde moleküler analizlerle karakterizasyon yapmışlar ve solgunluk, kök çürüklüğü hastalıklarına *Fusarium oxysporum*'un neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Gonsalves ve Ferreira (2013), Hawaii'de 24'den fazla *Fusarium* türleri, konukçuları, bitkideki belirtileri ve primerler üzerine yapmış oldukları çalışmalarında *Capsicum frutescens* tatlı biber çeşidinde *Fusarium* sp.'nin gövde ve kök çürüklüğü, solgunluk şeklinde zarar oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Fusarium türlerinin tanımlanması mikroskobik ve moleküler yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Mikroskobik yöntemle tanımlamada, fungus tek bir konididen veya hif ucundan saf olarak çoğaltılmakta ve spesifik besi ortamlarında kültüre alınmaktadır. *Fusarium* türleri pH 6.5-7.0'ye ayarlanmış kültür ortamında,

optimum 22-25^{o}C'de 7-10 gün bir süre inkübe edilmektedir. Kültür ortamında gelişen *Fusarium* türlerinin tanısı; koloni rengi, spor yapıları, makro ve mikrokonidi şekli, spor boyutları ve bölmeleri, makro konidilerde bazal hücre yapısı, klamidospor şekil ve yoğunluğu, fialid özellikleri gibi morfolojik karakterlere göre yapılmaktadır (Nelson ve ark., 1983; Summerel ve ark., 2001).

Ülkelere hatta bölgelere göre izolatların agresivite durumlarının değiştiği ve bir ülkede dayanıklı kabul edilen bir genotip diğer bir ülkede aynı dayanıklılığı ortaya koymadığı, Gil ve ark. (1977) İspanyada, Yamakawa ve ark. (1979) Japonya'daki araştırmalarında, Guerrero-Moreno ve Laborde (1980)'nin Meksika'da, Abak ve Pıtrat (1981)'ın Türkiye'de, Hwang ve ark., (1996) 'nın Kore'deki, Oelke ve ark. (2003)'nın ABD'de yaptığı çalışmalarda belirlenmiştir.

Karagül ve ark.(2005), 'GAP Bölgesinde biber yetiştiriciliğinin problemleri ve çözüm önerileri' isimli araştırmalarında biber yetiştiriciliğinde üretim aşamasında yaşanılan sorunlar arasında verimsizlik, sulama suyu teminindeki sıkıntılar, girdilerin pahalı olması, bazı hastalık ve zararlılar olarak sıralamışlardır. İncelenen alandaki yaygın hastalıklar arasında kök boğazı çürüklüğü ve küllemenin başta geldiğini belirtmişlerdir. Zararlılar arasında ise yaprak bitleri, akarlar; yabancı ot olarak küsküt ve fizyolojik hastalık olarak da güneş yanıklığı olduğu belirtilmiştir.

Hansen ve Keinath (2013) biber hastalıkları ve toprak kökenli patojenlerin popülasyonları üzerine yaptıkları çalışmada, biyofumigasyon örtü bitkilerinin (*Raphanus sativus* L., *Brassica juncea* (L.) Czern ve *Brassica napus* L. - Brassica türleri) *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii* ve *Pythium aphanidermatum* hastalıkları üzerine etkili olduklarını ve verimi artırdıklarını tespit etmişlerdir. Brassica örtü bitkilerinin ve bileşenlerinin toprak kökenli patojenler üzerine biyofumigant olarak sebze alanlarında yetiştiricilerin Methyl Bromid'in alternatifi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.2. Fungusların Fenotipik ve Moleküler Sınıflandırılması ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bitki patojeni funguslar, her yıl tarımsal ürünlerde milyonlarca dolarlık zarara neden olmaktadır. Bu organizmaların neden olduğu hastalıkların kontrolü için, fungal türlerin teşhisi ve karakterizasyonu gereklidir (Zhang ve ark., 2007). Fungusların morfolojik karakterlerine göre yapılan sınıflandırmalar, moleküler sistematikle belirlenen filogenetik ilişkilerle birlikte yeniden değerlendirilmelidir. Taksonlar arasında morfolojik karakterlerin birbirine anlamlı olmayan benzerliği, indirgenmiş olabileceği yada taksonlar arasında ortadan kalkmış olduğu durumlarda, filogenetik analiz için moleküler karakterlerin kullanımı önem kazanmaktadır (Blackwell ve ark., 2007).

Fungal sınıflandırma çalışmalarında, yeterli ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için sadece geleneksel yöntemlerin (morfolojik, biyokimyasal vb.) kullanılması günümüzde kabul gören bir uygulama olmaktan çıkmaktadır (Çolak, 2011). Gelişmiş teknolojilerin sistematik alana uygulanması sonucunda, moleküler temelli çalışmalarla daha hızlı, daha güvenilir, uluslararası geçerliliği olan sonuçlara ulaşılabilmektedir. Moleküler alandaki gelişmeler göz önüne alındığında, sistematikçilerin geleneksel yöntemlere göre teşhisini yaptıkları organizmaları moleküler olarak da incelemeye alması zaman açısından fayda sağlayacağı gibi yapılan çalışmaların daha güvenilir olmasını da sağlayacak ve kişisel hataların doğuracağı sonuçları da en aza indirebilecektir.

Geleneksel olarak fungusların sınıflandırılmasında temel kriter eşeyli üreme yapılarıdır. Moleküler karakterlerin kullanımının bir avantajı da, aseksüel fungusların sınıflandırılmasındaki belirsizliği ortadan kaldırıp onların en yakın akrabaları içinde sınıflandırılmalarını sağlamasıdır (Blackwell ve ark., 2007). Moleküler veriler Fungi alemindeki yüksek seviyeli taksonomik grupların ve büyük evrimsel soyların belirlenmesinde, düşük taksonomik seviyelerde ise türlerin, kısmi populasyonların ve bireylerin teşhisinde kullanılmaktadır (Kılıçoğlu ve Özkoç, 2008).

Fusarium türlerinin tanımlanmasında morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılmaktadır. *Fusarium* türleri seçici ortamlarda morfolojik, büyüme ve ayrıca patojenite gibi özeliklerine göre tanımlanabilse de, *Fusarium oxysporum*'un patojenik tipleri, ya da konukçuya özelleşmiş formae speciales ve ırklarının bu gibi özellikleri esasından tanımlanmalarında güçlükler vardır (Burgess ve ark., 1994; Nelson ve ark., 1983).

Fusarium türleri seçici ortamlar üzerinde morfolojik karakterler esasından tanımlanabilse de, *F. oxysporum*'daki patojenik alt türleri ve ırkları morfolojik olarak kesin bir şekilde ayırmak olanaksızdır. Test bitkileri kullanan bir inokulasyon deneyi *F. oxysporum*'da ve her bir alt türleri tanımlamak için en populer strateji olmuştur. Ancak bu yöntem zaman alıcıdır. Vejetatif uyum grupları (VCGs) testi ve immunoassay testleri alternatif yöntemler olarak önerilmiştir. Solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum*'un patojenik tiplerini (form ve ırk) hızlı bir şekilde tanımlamada PZR (Polymeraz Zincir Reaksiyonu- PCR) tekniği kullanılmaktadır (Hirano ve Arie, 2006).

Fungusların tanımlanmasında birçok serolojik ve moleküler teknik pratik ve güvenilir yöntemler olarak tercih edilmektedir. Bu teknikler arasında en çok kullanılan PZR yöntemidir (Sambrook ve ark., 1989, Darling ve Brickell, 1994; Summerel ve ark., 2001). PZR, '*in vitro*'da spesifik bir DNA parçasının kopyalarının, kısa zincirli oligonükleotid primerlerle enzimatik olarak sentezlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Arda, 1995; Arı, 1999; Kayrın ve ark., 2003). Bitki-patojen interaksiyonunda bitki patojenik funguslar hücre duvarı degrade edici enzimlerin bazılarını üretirler (Keen ve Tamaki, 1986). Poligalaktronaz *Fusarium oxysporum* tarafından salgılanan en önemli hücre duvarını parçalayan enzimidir (Arie ve ark., 1998; Di Pietro ve Roncero, 1998). Kawabe ve ark. (2005), izolatların Poligalaktronaz genlerinden nükleotid dizilimlerini karşılaştırarak fungus populasyonlarında genetik farklılığın belirlenebileceğini rapor etmişlerdir.

Literatürlerde, fenotipe dayalı hatalı teşhis konusunda oldukça fazla çalışma vardır (Reynolds ve Taylor, 1992). Morfolojik teşhisler, taksonomistlerin ve konu

uzmanlarının özel ilgi ve becerilerine dayalı bir teşhis metodudur. Özellikle birçok bitki türünde ve köklerinde solgunluk yapan *Fusarium solani* hastalık etmeninin teşhisini sadece morfolojik karakterler üzerinden yapmak oldukça zordur. Ayrıca özel bir hüner gerektirir (Arif ve ark., 2012). Bu tür karışıklıkların önlenmesi için günümüzde güvenilirliğinden dolayı moleküler yöntemler sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Moleküler yöntemlerde ağırlıklı olarak kullanılan molekül DNA'dır. Evrimsel değişikliğin ilk olarak yansıdığı moleküller olan DNA ile yapılan araştırmalar daha güvenilir ve hızlı sonuçlara ulaşmamızı sağlayabilir (Taylor ve ark., 2000; Abd-Elsalam, 2003).

PZR tekniği, çok az miktarda DNA ile çalışmaya olanak sağlaması ve laboratuar tanısında çok büyük bir hız ve kesinlik sunması açısından önem kazanmıştır (Mullis ve Faloona, 1987; Mullis, 1990; Amy ve ark., 2007).

Kim ve ark. (2005), Kalifornia, Avustralya, Çin ve Amerikan koleksiyonu *Fov*'un 30 izolatını Elongation Factor (EF-1 α), Beta-Tebulin (BT), Fosfat Permase (PHO) ve hücresel rDNA'nın IGS (Digests of Intergenic Spaces) ve patojenisite testlerine göre *Fov*'un moleküler karakterizasyonunu yapmışlardır. Kalifornia izolatları BT gen bölgesi, PHO ve EF-1α bölgelerinin toplu sekanslarının temel alınmasına göre 4 sınıf oluşturmuştur. Irk-3'ü içeren 1. sınıfı; 1-2 ve 6. ırkları içeren 2. sınıfı; ırk-8'i içeren 3. sınıfı ve ırk-4'ü içeren 4. sınıf olmak üzere toplamda *Fov* izolatları moleküler karakterizasyon çalışmalarında kendi aralarında 4 sınıf oluşturmuştur.

Egambardiev ve ark., (2013), *Fov* izolatlarının moleküler karakterizasyonu çalışmalarında; Özbekistanda pamuktan izole edilen *Fov* izolat koleksiyonunu aday gen sekansı yaklaşımı üzerine karakterize etmişlerdir. EF-1α, BT ve ribozomal–DNA (rDNA) gibi aday genlerin, sekansı bilinmeyen Özbekistan *Fov* izolatlarının ve Dünya Araştırma merkezlerinden toplanan izolatların genomik DNA'larından ve bilinen *Fov*'un 13 ırk setinden (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 ve Avustralya VCG1112 ırkları) olmak üzere bilinen ve bilinmeyen *Fov* izolatlarının filogenetik analizini yapmışlardır. Sonuçlar; Özbekistan *Fov* genotipleri ırk 1,2 ve 6, ırk 3 ve ırk 4 ve 7

olarak sınıflandırmıştır. EF-1α baz çifti genetik uzaklığa göre, *Fov*'un 4 ve 7 ırkları arasında hiçbir farklılığın bulunmadığını göstermiştir. Çalışma sonucu, Özbekistanda *Fov* izolatlarıyla yapılan ilk kapsamlı çalışma olması açısından ve tamamen pamuk ıslahçılarına *Fusarium* solgunluğu hastalığı için yönetim stratejisi geliştirmede ve katkı sağlaması açısından bizim çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmamızda bölgede biberde yapılan ilk kapsamlı bir çalışma olması açısından ve aynı TEF1–α gen bölgesi çalışılarak biber ıslahçılarına dayanıklılık ıslahı açısından çeşit geliştirmede yardım ve katkı sağlaması açısından çok önemlidir.

Costa ve ark. (2016), soyafasülyesinde kök çürüklüğüne neden olan *F. solani* türlerinin bir üyesi olan *Fusarium paranense* sp. *nov.*'u araştırdıkları çalışmalarında Brezilya'nın merkez tropik ve yarıtropik güney bölgelerinden elde ettikleri *Fusarium* izolatlarını morfolojik, patojenisite testleri, eşeyli çaprazlama, filogenetik analizler üzerine karakterize etmişlerdir. Bu çalışmada soya fasülyesinde kök çürüklüğüne neden olan FSSC (*Fusarium solani* tür kompleksi) içerisinde yeni bir tür olarak *F. paranense* resmi olarak tanımlanmıştır. Bu türler, soya fasülyesinde genel olarak ani ölüm sendromuyla (SDS) bağlantılı olan FSSC içindeki soya fasülye kök çürüklüğü patojenlerinden; türler arası çiftleşme uyumu ile TEF1-α'nın DNA sekansı ve RNA polymeraz II'nin ikinci en büyük alt birimiyle kombine olmuş analizleriyle ayırt edilebileceğini belirtmişlerdir. *F. paranense* izolatlarının filogenetik analizleri göstermiştir ki Clade 2 içinde yer aldığı bilinen patojenlerin aksine FSSC'nin Clade 3 içinde ayrı bir grup oluşturmuştur.

2.3. Mikorizal Fungusların (*Glomus* spp.) Hastalıklar Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Mikorizal fungusların yeryüzünde kolonize oluşunun yaklasık 1 milyar yıl öncesine kadar gittiği tahmin edilmekte, bu andan itibaren mikorizal funguslar ile bitkiler arasında simbiyotik ilişkinin kurulmaya başlandığı, bitkilerin yeryüzüne yayılmasında önemli rol oynadıkları düşünülmektedir (Smith ve Read, 2008).

Mikorizal yaşam büyük ölçüde bitki-fungus arasındaki besin alışverişine dayanan ve karşılıklı beslenme ilişkisi içinde yürüyen simbiyotik bir yaşam şeklidir. Bu konuda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bitki lehine olan beslenme yönüne dikkati çekmişler ve Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) bitkilerinin daha iyi geliştiğini ifade etmişlerdir (Rhodes, 1980; Hayman, 1982; Marschner, 1995; Smith ve Read, 2008).

Mikoriza, bitkinin yararlanamayacağı çözünürlüğü az veya yetersiz durumdaki besin elementlerini, özellikle fosforu (P) absorbe etmekte, dolayısıyla P alınmasına yardımcı olarak bitkiye kazandırmaktadır. Konukçu bitkinin, toprak fungusları ve nematodlara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Daha iyi beslenen mikorizalı bitki, zayıf gelişen mikorizasız bitkiye nazaran obligat patojenlere karşı daha dayanıklı olabilmektedir (Demir ve Onoğur, 1999).

Smith ve Read (2008) konu ile ilgili yapılmış çalışmaları incelemiş ve AMF hastalığın gelişimini engellediği, artırdığı veya etkilemediği yönünde farklı çalışma sonuçları olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların çoğunda ise, AMF'nin özellikle toprak kaynaklı patojenlere karşı biyolojik mücadelede kullanılabilir nitelikte olduğu belirtilmiştir.

Mikorizal fungus-konukçu-patojen ilişkisinin incelendiği bir çalışmada domateste, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL)'ye karşı *Glomus intraradices*'in etkisi değerlendirilmiş, *G. intraradices*, FORL'nin kök kolonizasyonunu, popülasyonunu ve kök nekrozlarını önemli oranda azalttığı saptanmıştır (Caron ve ark., 1986).

Glomus spp.'nin *G. mosseae* ve *G. fasciculatum*'u da içeren 7 izolatı, domateste *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) enfeksiyonunu % 65'e varan oranda, biberde (*Capsicum frutescens*) solgunluğa neden olan *Fov* enfeksiyonunu % 96 oranında azalttığı saptanmıştır (Al-Momany ve Al-Raddad, 1988).

Elmer (2015), *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı kuşkonmaz (*Asparagus officinalis*) yetiştirilen her yerde ortaya çıktığını, özellikle *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi, Fusarium proliferatum, Fusarium redolens* ve *Fusarium solani* yaygın patojenler olarak tohumda ve toprakta her yerde bulunduğunu belirtmiştir. Bu hastalık etmenleriyle kontrol stratejisi olarak patojen, konukçu ve çevre hastalık üçgen bileşenlerine dikkat etmek gerektiğini vurgulamıştır. Arbüsküler Mikorizal Fungusların biyokömür uygulaması ile birlikte kuşkonmazın kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarının kontrolünde umut verici olduğu, toprak solucanlarının ise hastalık kontrolünde pahalı olmasına rağmen çok kullanışlı olduğunu belirtmiştir.

Örtüaltında domates, biber ve patlıcan bitkileri için *Verticillium* solgunluk hastalığına karşı Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF), peynir altı suyu (PAS) ve hümik asit (HA) uygulaması yapılan bitkilerin genel kontrol grubu bitkilerine göre daha iyi geliştiği ve bitki besin maddesi alımının arttığı tespit edilmiştir. Biber bitkilerinin en yüksek verim değerlerinin AMF + PAS + HA uygulamasında olduğu ve kontrol bitkilerine göre artışın olduğu belirlenmiştir (Demir ve ark, 2012).

Hıyar fidelerinde de *R. solani* ve *Pythium splendens*'in neden olduğu çökertene AMF funguslarının ve Biyokömür kompostunun oldukça etkili olduğu görülmüştür (Kobayashi, 1990). *G. mosseae* ve *G. etunicatum*'un fasülye ekiliş alanlarındaki *Fusarium* solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*) sera ve arazi koşullarında etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise mikorizal uygulamaların ümitvar sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Akay ve ark., 2009).

Afek ve ark., (1990) yaptığı çalışmada, önceden fumige edilmiş topraklarda, *G. intraradices* ile inokule edilmiş pamuk, soğan ve biber bitkilerinde *Pythium ultimum*'un önemli oranda baskı altına alındığını saptamışlardır. Bir başka çalışmada mikorizalı *Tagetes petula* bitkilerinin köklerinde *P. ultimum*'un kolonizasyon oranının az olduğu, bu bitkilerde dayanıklılık mekanizmasının daha hızlı bir şekilde teşvik edildiği ifade edilmiştir (Arnaud ve ark., 1994).

Arslanpay ve Demir (2015), biber (*Capscium annuum* L.) yetiştiriciliğinde önemli sorun olan, verim kayıplarına yol açan *Phytophthora capsici* Leonian'ın yol açtığı kök boğazı çürüklüğü hastalığına ve biber bitkisinin bazı gelişim parametreleri üzerine AMF (*G. intraradices, G. mosseae* ve *Gigaspora margaritha*) ve hümik asit uygulamalarının etkisini inceledikleri çalışmalarında; biber bitkisinin gelişimini pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bitkideki besin elementi içeriği açısından da aynı durumu tespit etmişler ve özellikle AMF'nin makro ve mikro besin elementi alınımını artırdığını belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra AMF ve HA uygulamalarının tekli ve kombine uygulanmalarının *Phytophthora capsici*'yi baskıladığı ve bu etkinin % 37.6 - % 55.6 oranlarında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Glomus intraradices ile inokule edilen biber bitkilerinde P içeriğinin arttığı ve bunun da biber bitkilerinin fizyolojik performansını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Demir, 2004). *G. mosseae* ile önceden inokule edilmiş domates bitkilerinin köklerinde *Phytophthora nicotiana* var. *parasitica*'nın neden olduğu zararın düşük olduğu görülmüştür (Cordier ve ark., 1996; Trotta ve ark., 1996).

G. mosseae ve *P. n.* var. *parasitica*'nın ikili inokulasyonlarında ise genellikle patojen ile *G. mosseae*'nın kökün farklı kısımlarında bulundukları, ancak birlikte aynı kısımlarında bulunabildiği de gözlenmiştir. Patojenin arbuskül bulunan hücrelerin etrafında bulunmasına rağmen hücreleri nekroze edemediği ve zayıf bir gelişme gösterdiği saptanmıştır. Mikorizal bitkilerin kök korteksinde patojenin kolonizasyonunun önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır (Cordier ve ark., 1996). *Phytophthora parasitica* ve *Glomus fasciculatum* ile enfekte edilmiş turunçgil fidelerinin kökleri sadece *P. parasitica* ile enfekte edilmiş olanlara nazaran daha sağlıklı olduğu ve bitki ağırlığının arttığı, hastalık etmeninin propagül sayısının daha düşük olduğu kaydedilmiştir (Davis ve Menge, 1980).

Yücel ve ark. (2004), Yenitaşkent-İçel seralarında 1999-2001 yıllarında fungal kök hastalıkları olan hıyar kök çürüklüğü hastalığı (*Rhizoctonia solani, Fusarium solani*) ve kök- ur nematodlarına karşı solarizasyon ve mikorizal fungus kombinasyonlarının (*G. mosseae, G. etunicatum, G. intraradices*) etkilerini

araştırdıkları çalışmalarında, mikoriza uygulamasının hastalık çıkışı ve urlaşma oranına etkisini istatistiksel olarak önemli bulunmazken, mikoriza uygulamasında verim kontrole oranla ilk yıl % 72, ikinci yıl ise % 88 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

Özgönen (2004), biberde kök boğazı yanıklığına neden olan *Phytophthora capsici*'ye karşı *G. mosseae* (GM), *G. etunicatum* (GE), *G. fasciculatum* (GF) ve *Gigaspora margarita* (GİM) Vesiküler Arbüsküler Mikorizal fungusları (VAM) ve kimyasal uyarıcılar olan salisilik asit (SA) ve DL-β-Amino-n-Butirik Asit (BABA)'in bitki gelişimine etkinliği ve dayanıklılık sağlaması üzerine bir çalışma yapmıştır. Bitki gelişmesini GE, GF ve GİM'in kontrole oranla daha fazla teşvik ettiği; sera koşullarında ise GF verimi daha fazla arttırmış ve verim artışı % 22 oranında bulunmuştur. GM, *P. capsici*'nin hastalık şiddetini, saksı koşullarında % 91.7, sera koşullarında % 43.0 ve tarla koşullarında % 57.2 oranında azaltmıştır.

Çimen ve ark. (2009), biber veriminde *Phytophthora capsici*'ye karşı vesicular arbuscular mikorizanın (*G. intraradices*) ve solarizasyonun etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; *P. capsici*'nin neden olduğu verim kaybının yapay olarak VAM inokulasyonlu toprak solarizasyonunun uzun süreli etkisiyle azaltıldığını belirtmişlerdir.

Biçici (2011), AMF'lerin bitki korumada ve hastalık yönetiminde yüksek potansiyeller olarak görüldüğünü, *Phytophthora, Rhizoctonia* ve *Fusarium* patojenleri tarafından neden olunan bitki hastalıklarına karşı AMF'nin potansiyel biyolojik mücadele elemanı olduğunu belirtmiştir.

Yıldız (2010) yaptığı bir çalışmada, Aydın ili ve ilçelerinde 25 farklı bitki türünün yetiştirildiği alanlardan toplam 70 toprak örneğinden 59'unda mikorizal fungus saptamış ve bunların 58'i *Glomus* sp. ve biri de *Gigaspora* sp. olarak tanılamıştır. Uyum yetenekleri, gelişme hızları ve kolonizasyon durumları gibi özellikleri dikkate alarak seçtikleri yerel *Glomus* sp. ve BioOrganics (*Glomus aggregatum, G. clarum, G. deserticola, G. intraradices, G. monosporus, G. mosseae,*

Gigaspora margarita ve *Paraglomus brasilianum*) adlı mikorizal preparatın domates, biber ve hıyar fide çıkışı ve gelişimi ile bitki gelişimine etkilerini değerlendirmiştir. *Glomus* sp. uygulaması domates ve hıyar bitkilerinin gelişimlerini olumlu yönde etkilemiş, ancak BioOrganics ile karşılaştırıldığında biber bitkilerinin gelişimi açısından ise uygulamalar arasında herhangi bir fark bulunamamıştır. Mikoriza kök kolonizasyonu açısından *Glomus* sp.'un kök kolonizasyon oranı hıyarda % 71 iken, domateste % 72, biberde ise % 61, BioOrganics uygulamasında ise hıyarda % 47, domateste % 39 ve biberde ise % 36 bulmuştur.

Mikorizal fungus bitki hastalık ve zararlılarına karşı da bitkiyi hem iyi besleyerek korur ve hem de direkt rizosferde diğer mikroorganizmalarla mücadele ederek etkin duruma gelir. Mikorizal fungus ile inoküle edilen domates bitkisinin *Fusarium oxysporum* ve *Pseudomanas syringae*'ye karşı direnci artmaktadır (Anonim, 2009).

Arbusküler mikorizaların kök hastalıklarının azaltılmasında bilinen en açık etkisi, besin maddesi özellikle fosfor ve mineral madde alınımını arttırarak bitkinin sağlıklı gelişmesini dolayısıyla hastalıklara direncini arttırmasıdır (Linderman, 1996). Kök gelişimi, köklerin absorbsiyon kapasitesinin artması sonucunda besin ve su alınımını, köklerde hücre yenilenmesini etkiler. Fosfor (P) dışında, azot (N), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn), kükürt (S) ve çinko (Zn) gibi diğer besin maddelerinin alınımını sağlar (Sieverding, 1991; Ortaş, 2002).

AMF sporlarının *Pseudomonas* spp. ile ikili inokulasyonu sonucunda patateste *Phytophthora infestans, Erwinia carotovora* ve *Verticillium dahliae* enfeksiyonunu engellediği saptanmıştır. Ayrıca ürettikleri proteaz, indolasetik asit, siderofor üretimi ve P çözme özellikleri ile AMF'nin hastalıkları önlemede katkı sağladıkları ifade edilmiştir (Bharadwaj ve ark., 2008).

Çekiç (2008) yaptığı çalışmada, Mersin ilinde doğada yaygın olarak bulunan ve tarımda da kullanılma olanağı olan arbüsküler mikoriza türleri *G. mosseae* ve *G. intraradices*'in, verimsiz toprakta biber bitkisinde antioksidan savunma sistemi

üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Elde ettikleri morfolojik ve fizyolojik sonuçlar doğrultusunda arbüsküler mikorizanın biber bitkisinin gelişiminde olumlu etkisi olduğu, verimsiz toprakta *G. intraradices* ile enfeksiyonun *G. mosseae*'ye göre biber bitkisinin gelişimi açısından daha avantajlı olacağı ve tuz stresinde biber bitkisi üzerinde daha olumlu etkilerinin olduğu, biber bitkisinin uzun süre ya da kısa süreli tuza maruz kalması durumunda mikorizalı biber bitkisinin mikorizasız bitkilere göre daha dayanıklı olduğu, antioksidan aktivite bakımından *G. intraradices* enfeksiyonunun daha etkili olduğu, tuz stresinde ve normal koşullarda lipid peroksidasyonu en az *G. intraradices* ile enfekte olan bitkilerde bulunup, bu nedenle bu mikoriza türünün tuz stresinde biber bitkisine daha iyi etki yaptığı, fakat tuz konsantrasyonunun artmasıyla bu mikoriza türünün etkisinin azaldığı, ayrıca mikorizanın bitkinin tuza alışmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, (HÜZF) Bitki Koruma Bölümü ve Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (ABMAE) Fitopatoloji Laboratuarı ile Moleküler Biyoteknoloji Laboratuarı, iklim odaları ve GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (GAPTAEM) Bitki Sağlığı Laboratuarı ve iklim odasında yürütülmüştür.

3.1.1. Fungal izolatların toplanması için kullanılan materyal

Çalışmanın ana materyalini biber alanlarından (Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Diyarbakır, Adıyaman, Batman, Siirt, Şırnak, Mardin illeri ve ilçeleri) toplanan hastalıklı bitki materyalleri, bunlardan izole edilen muhtemel kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin (*Fusarium* spp., *Phytophthora capsici, Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani, Macrophomina phaseolina, Verticillium* spp., *Aspergillus* spp.) izolatları, GPS koordinatları alan digital fotoğraf makinesi, kese kağıdı, polyetilen torba, etiket, Icebox, buz kalıpları oluşturmuştur.

3.1.2. Patojenisite denemeleri için kullanılan materyal

Kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin (*Fusarium* spp., *Phytophthora capsici, Alternaria* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani, Macrophomina phaseolina, Verticillium* spp., *Aspergillus* spp.) izolatları, Patates Dekstroz Agar (PDA), Mısır unu Agarı (CMA), Su Agarı (SA), yulaf, kepek, limon yaprakları, streptomycin sülfat, eğik agar tüpleri, eppendorf tüp, gliserin, kurutma kağıtları, Whatman-4 numaralı kağıtlar, viyoller, 2 kg ebatında saksılar, otoklav edilmiş ithal torf, perlit, İnan-3363 F1 ve Sera-Demre standart biber çeşidi, iklim odası, mikrogüvenlik kabini, ışık mikroskobu, steril petriler, etüv, otoklav, otoklav poşeti,

ethanol, hypoklorit ile Fitopatoloji Laboratuarlarındaki temel esaslı kimyasal, alet, ekipman ve donanımlar materyal olarak kullanılmıştır.

3.1.3. Moleküler çalışmalar ve filogenetik analiz için kullanılan materyal

Çalışmanın ana materyalini *Fusarium* spp. izolatları (2013 yılı sürvey çalışmasından elde edilen 23 adet, 2014 yılı sürvey çalışmasından 42 adet izolat), Moleküler Biyoteknoloji Laboratuarındaki Elektroforez, UV Görüntüleme Sistemi, Nanodrop, PCR, Agaroz jel, DNA Mastermix Kit, primerler, eppendorf tüp, Ethidium Bromid, EDTA, TAE Buffer tampon çözelti, kimyasallar gibi temel moleküler esaslı alet ve donanımlar ile 'Mega-6 ve CLC Genomic Analyses' paket programları oluşturmuştur.

3.1.4. Biyolojik mücadele çalışmaları için kullanılan materyal

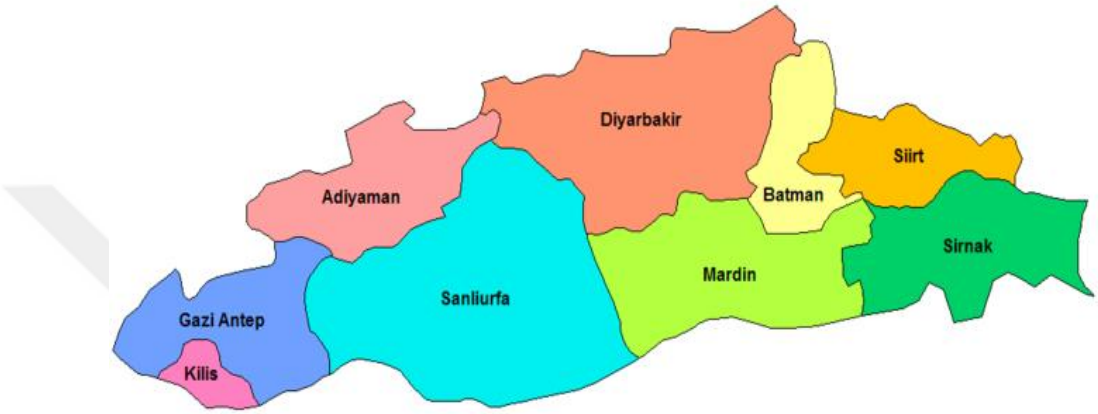
Çalışmanın ana materyalini İnan-3363 F1 biber çeşidi, mikorizal funguslar (*Glomus intraradices, G. etanicum, G. mosseae*) ve bu üç fungusun karışımı olan Mikorizal Mix. ve *Fov* hastalık etmeni oluşturmaktadır. Diğer materyalleri ise viyoller, saksı, torf, perlit, vermiküllit, iklim odası, mikrogüvenlik kabini, steril petriler, 200 ml kırılmaz şişeler, ışık mikroskobu, etüv, otoklav, otoklav poşeti, Trypan Blue solüsyonu, Etil Alkol, Formaldehit, Asetik Asit, Fitopatoloji ve Toprak Laboratuarlarındaki temel esaslı kimyasal, alet, ekipman ve donanımlar oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

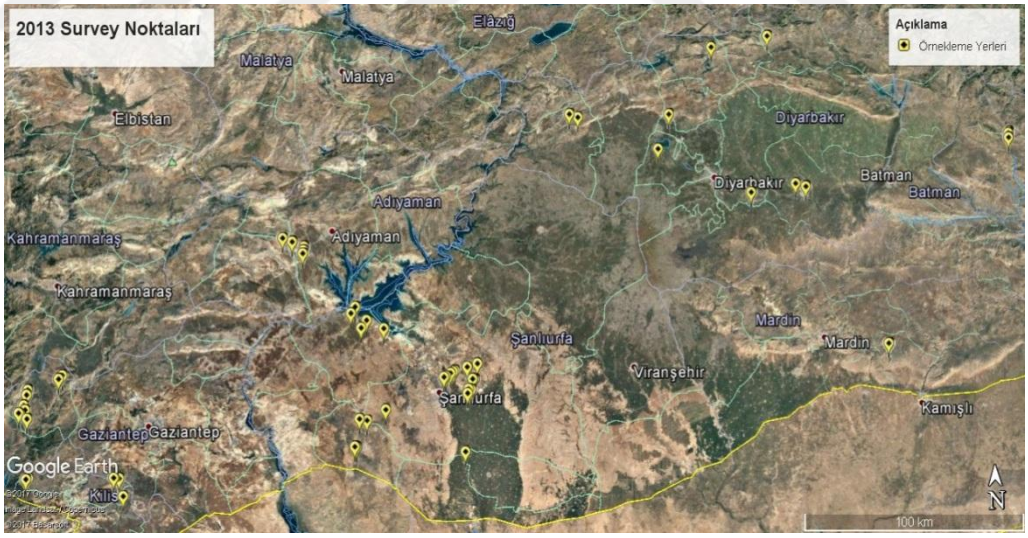
Bu çalışma 2013-2017 yılları arasında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin biber üretim alanlarında yukarıda belirtilen 9 ilinde yapılmış, Arazi (Sürvey) çalışmaları, Patojenisite Denemeleri ve İklim Odası çalışmaları, Moleküler Analiz ve Filogenetik çalışmalar ile Biyolojik Mücadele çalışmaları olmak üzere 4 aşamalı olarak yürütülmüştür. Bu çalışmalarda izlenen yöntemler hakkında bilgiler aşağıda sunulmuştur:

3.2.1. Arazi çalışmaları (sürvey)

Sürvey çalışmaları Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin biber ekili alanları olan Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Mardin, Batman, Şırnak, Siirt illerinde yapılmıştır (Şekil 3.1). Bölgede sürvey yapılan alt çalışma bölgelerinin haritası ise aşağıdaki Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de verilmektedir.



Şekil 3. 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi sürvey illerini kapsayan harita



Şekil 3. 2. Biber sürvey alanları (2013 yılı 103 örnekleme noktası)

Sürvey yapılan tüm noktaların il haritasında işaretlenmesi ve belirlenen hastalık etmeninin konumsal olarak kayıt altına alınması açısından, durulan her tarla öncelikle GPS özellikli kamera (Canon Zoom Browser EX) ile kaydedilmiştir. Daha sonra Geosetter ve Google Earth programları kullanılarak sürvey yapılan tarlalar

harita üzerinde işaretlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan 9 il ve ilçelerinde sürvey yapılmıştır (**Ek-1**, **Ek-2**, Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3.).



Şekil 3. 3. Biber sürvey alanları (2014 yılı 193 örnekleme noktası)

GAP Bölgesi toplam biber ekiliş alanı 110 130 da alan olup (Anonim, 2012a; Anonim 2012b); sürveyler çalışma kapsamındaki illerin biber üretim alanlarının en az % 1'nin kontrol edilip, tesadüfi seçilen tarlaların içinden solgunluk, kloroz, nekroz ve kuruma belirtileri gösteren enfekteli bitkilerden örnekler alınarak yapılmıştır. Hastalık oranı ve bulaşıklık tespiti için 'Güdümlü örnek alma yöntemine göre' tarlanın köşegenleri doğrultusunda gözlemler ve sayımlar yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970). Bulunması halinde, her tarladan en az 3 adet enfekteli bitki örneği alınmış ve kese kağıtları arasında muhafaza edilmiştir. Sürveyler biberin fide döneminden hasada kadar olan vejetasyon periyodunda farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yapılmıştır (Şekil 3.4).

Sürveylerde tarlada kök çürüklük hastalık belirtileri makroskobik olarak simptomlarını gösteren bitkilerden örneklemeler yapılmış; bu örneklerden en az 3 bitki ve her bitkiyle beraber kök bölgesinden yaklaşık 0.5 kg toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.5). Örnekler, nem kaybı ve saprofitlerin gelişmesini önlemek için önce kese kağıtlarına sonra polyetilen poşetler içerisinde konularak buz kutularında laboratuara getirilmiştir. Örnekler etiketlenmiş, etiket üzerine örneklerin alındığı il-ilçe, çiftçinin

adı-soyadı-telefon numarası, kaç dekarlık alanda ekim yaptığı, hangi tohum çeşidini kullandığı, araziyi sulama şekli, üretim alanında bir önceki yıl ne ekildiği, kendi tohumu mu yoksa hazır tohum mu kullandığı, tarlanın GPS koordinatları alan fotoğraf makinası ile hem genel hem de hastalıklı bitkilerin resimleri kayıt altına alınmıştır. Aynı tarladan alınan enfekteli biber örnekleri birden fazla olduğu takdirde aynı polyetilen poşet içerisine fakat farklı kese kağıtları içerisinde konulmuştur. Laboratuara getirilen örnekler izolasyonlar yapılana kadar +4˚C'de saklanmıştır. 1 hafta içinde bitki dokularından ve topraktan izolasyonlar yapılmıştır (**Ek-1** ve **Ek-2**).



Şekil 3. 4. Hastalıklı biber örnekleri



Şekil 3. 5. Üretim alanlarından enfekteli biber ve toprak örnekleri alınması

3.2.1.1. İzolasyon çalışmaları

Laboratuarda yürütülen izolasyon çalışmalarında ise gerekli sterilizasyon ve sanitasyon işlemlerinden sonra, PDA, CMA ve SA ortamlarının hazırlanması işlemine geçilmiştir. Hastalık belirtisi gösteren bitkilerin doku ve kök bölgelerinden parçalar alınarak PDA'ya 3 tekrarlı ekim yapılmış, gelişen funguslardan teşhise gidilmiştir. Sadece *Phytophtora* spp. fungusları için diğer funguslardan ayrı olarak tuzaklama yapılmıştır. Tuzaklama metodunda *Phytophtora*'nın yoğun spor ve sporangiumları ile bulaşık olan bitki örneklerinden tekrar izolasyonlar yapılarak 3 tekerrürlü CMA'ya ekilmiştir. Daha sonra saflaştırma yapılıp patojenisite testleri için kullanmak üzere saf kültürler elde edilmiş ve SA ile eğik agarlara alınarak +4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.1.2. Sterilizasyon çalışmaları

Kurutma kağıtları 9 cm'lik petri boyutunda yuvarlak bir şekilde kesilerek petri içinde alüminyum folyoyla sarılmış otoklavda 121°C'de 20 dakika otoklav edilmiştir. Cam petriler, 180°C'de 3 saat boyunca etüvde bırakılmıştır. Mikrogüvenlik kabininde çalışmadan önce sanitasyon işlemleri için kabinin içi % 96'lık alkolle dezenfekte edilmiştir. Sonra mikrogüvenlik kabini boşken kabinin fanı UV açık olarak 10-15 dakika kadar çalıştırılmıştır. Daha sonra yetiştirme ortamları dökülüp, bitki parçalarının sterilizasyonu ve ekim işlemlerine geçilmiştir. Ekim yapmadan önce, biber bitkilerinin kök ve gövde kısımlarından alınan parçalar yüzey sterilizasyonundan geçirilip steril kurutma kağıtlarına konulduktan sonra iyice kuruması için 15-30 dakika kadar bekletilmiştir.

3.2.1.3. Besi ortamlarının hazırlanması

3.2.1.3.1. Patates dekstroz agar (PDA)

- Patates 200 gram
- Agar 15 gram

- Glikoz 20 gram
- Distile su 1000 ml

İçeriği hazırlamak için; patatesler (200 g/l) soyulup yıkandıktan sonra küçük küçük doğranmıştır. Sonra üzerine 1 litre saf su ekledikten sonra, patatesler iyice haşlanana kadar mikrodalgada 900 Watt ısıda 30 dakika kadar kaynatılmıştır. Haşlanan patateslerin suyunu tülbentten süzdükten sonra 200 ml'lik 5 adet cam otoklavlanabilen şişelere doldurup, kapakları kapatılmıştır. Kapatılan şişeler 121°C'de 20 dakika otoklav edilmiştir. Şişeleri kapatmadan önce Agar (15 g/l) ve Glikoz (20 g/l) hassas terazide tartılıp içine eklenmiştir. Otoklava bırakılmadan önce kapak tam kapatılmadan hafifçe gevşetilerek otoklav içinde şişelerin patlama riski azaltılmıştır. Otoklavdan çıktıktan sonra kapakları sıkıca kapattıktan sonra ortam iyice çalkalanmış ve oda sıcaklığında donmaya bırakılmıştır. Daha sonra çalışmalarda kullanabilmek için +4°C'de soğuduktan sonra buzdolabına bırakılmıştır. Kullanacağımız zaman, ortama ihtiyacımız olduğunda mikrodalgada en düşük sıcaklıkta (buz çözme-Defrost ayarında) taşmayacak şekilde 5-6 dakika yavaş yavaş çözdürerek ortam sıvı hale getirilmiş ve ısıtılmıştır. Ayrıca şişelerdeki PDA ortamını steril petrilere dökmeden önce ortam içerisinde bakteri gelişimini engellemek için otomatik pipetle şişelerin içerisine 1 ml distile suda çözdürülmüş '**Streptomycin**' kimyasalı eklenmiştir.

3.2.1.3.2. Mısır unu agarı (CMA)

- Difeo Corn Meal Agar 17 g
- Hymexazol 50 mg
- PCNB (Peptocloridnitrobenzen) 100 mg
- Rifampisin 10 mg
- Ampisilin 125 mg
- Pimaricin 10 mg
- Distile su 1000 ml

İçerik karıştırılmış, 121°C'de 15 dakika otoklav edildikten sonra kullanılmıştır. *Phytophtora* spp. için spesifik agar CMA kullanılmıştır.

3.2.1.3.3. Su agarı (SA)

- Agar 10 g
- Distile su 1000 ml

İçerik karıştırılmış, 121°C'de 20 dakika otoklav edildikten sonra kullanılmıştır.

3.2.1.3.4. Eğik agar

Eğik agar mikrogüvenlik kabini içinde steril koşullarda hazırlanmıştır. Cam tüplerin içerisine 9 ml PDA'dan eklenmiş ve eğik olarak donması sağlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6. Eğik agarların otoklav için hazırlanması ve izolatın öze yardımıyla eğik agara konması

3.2.1.3.5. Yulaf/ kepek ortamının hazırlanması

Yulaf ortamını hazırlarken; ilaçsız yulafların üzeri kaplanacak şekilde su ile doldurulup mikrodalgada 900 watt derecede yulaflar pişip şişinceye kadar 30 dak. haşlanmıştır. Mikrodalgadan çıkınca fazla suyu süzülüp 50 ml.'lik erlenmayerlere

koyulup, erlenmayerlerin ağzı pamukla kapatılmış, üzeri aliminyum folyo ile örtüldükten sonra 121°C'de 20 dakika otoklav edilmiştir. Kepek ortamını hazırlarken ise; 150 g kepeğe 15 ml su eklenip karıştırılmıştır. Daha sonra erlenmayerlere doldurulup otoklav edilmiştir.

3.2.1.3.6. *Phytophthora* spp. için tuzaklama metodu

Plastik küvet içerisine hastalık belirtisi gösteren bitkiden alınan toprak ve köklerden konulmuş, üzerini geçecek şekilde distile su ilave edilmiştir. Toprağı iyice suyla karıştırdıktan sonra taze uç sürgünlerden, küçültülmüş turunçgil yapraklarından konulmuştur (Şekil 3.7). Üzeri kapak ya da streç filmle kapatılarak 26°C'de 24 saat inkübatörde bekleterek sporülasyon için bırakılmış ve 2 tekerrür çalışılmıştır. Bu süre dolduktan sonra sporlanma olmadığı takdirde 24 saat ilave olarak bekletilmiştir (Canıhoş, 1998; Canıhoş, 2003). İşlem sonucunda sporangiumlar görülmeye başlanmıştır (Şekil 3.7).

Tuzaklama metodunda *Phytophtora*'nın yoğun spor ve sporangiumları ile bulaşık olan bitki örneklerinden tekrar izolasyonlar yapılarak CMA'ya ekilmiştir. Daha sonra saflaştırma yapılıp patojenisite için kullanmak üzere saf kültürler elde edilmiş ve eğik agarlara alınıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.

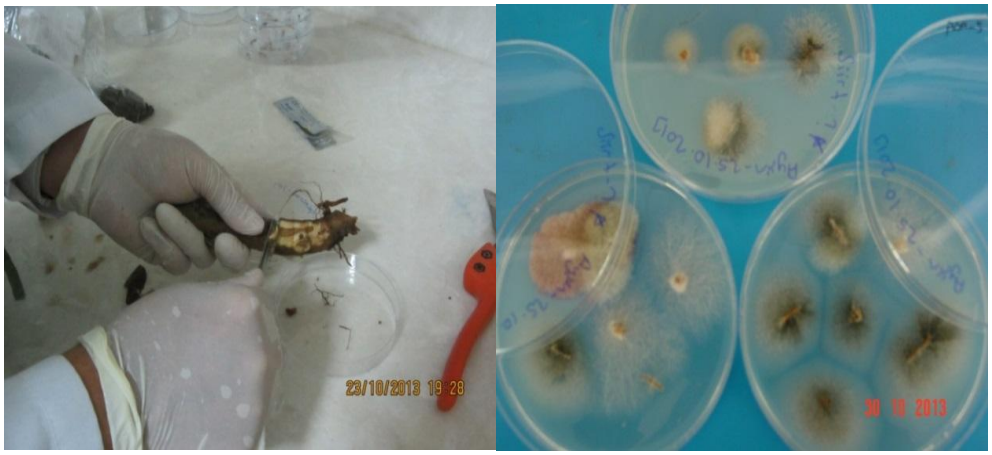


Şekil 3.7. Yaprak tuzaklama metodu ve *Phytophtora* sp. etmeniyle enfekte olmuş yapraklar

3.2.1.4. Kök çürüklük etmenlerinin izolasyonu, teşhisi, inokulum hazırlanması

Sürvey alanlarından toplanan hastalıklı bitki örnekleri kese kağıtlarına sarılarak, etiketli polyetilen poşet torbalar içerisinde laboratuara getirilmiştir.

Enfekteli kök ve kök boğazı kısımlarındaki toprak tabakasının tamamen temizlenmesi için önce yıkanmış, sonra gövde, kök boğazı, kök bölgelerindeki kabuk ve odun dokularıyla, iletim demetleri incelenmiştir. Sürvey yapılan tarlalarda solgunluk ile kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtileri gösteren biber bitkilerinin kök ve gövdelerinden enine kesitler alınarak, iletim demetlerinde, kök ve kök boğazı kısımlarında kahverengileşmenin görüldüğü yerlerden izolasyon için bitki parçaları alınmıştır (Şekil 3.8). Kök, kök boğazı ve gövdelerden kahverengileşmiş ve sağlam dokuları da kapsayacak şekilde temiz bir bistüri yardımı ile 3-5 mm boyutlarında bitki parçaları kesilmiştir. Daha sonra, steril kabin içerisinde bu bitki parçaları % 1'lik Sodyum hipoklorür (NaOCl) içerisinde 1-3 dakika süreyle bekletildikten sonra 2-3 kez steril distile su ile durulanıp steril kurutma kağıdı üzerinde kurutularak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. PDA ve özel besi yerlerine 3 tekerrürlü ekimleri yapılarak 25°C'de inkübe edilmiş ve fungal gelişmeler gözlenmiştir. İletim demetleri, kök ve kök boğazından alınan kesitler, kılcal kökler ve bitki tamamen incelenmek suretiyle, fungal kök çürüklük etmenleri literatür kayıtlarına dayalı olarak teşhis edilmiştir (Jones ve ark., 1991; Barnett ve Hunter, 1999; Pfenning, 2010). Tek spor veya misel parçasının ekimiyle saf kültürler elde edilmiş; PDA, CMA, Su agarı gibi farklı besi ortamları ve sıcaklıklar kullanılmıştır. İzolatlar, buzdolabında patojen türünün istekleri doğrultusunda $+4^{o}C$ ve $-20^{o}C$ koşullarında saklanmış, virülens kaybının önlenmesi için tekrarlı inokulasyon ve izolasyonlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8).

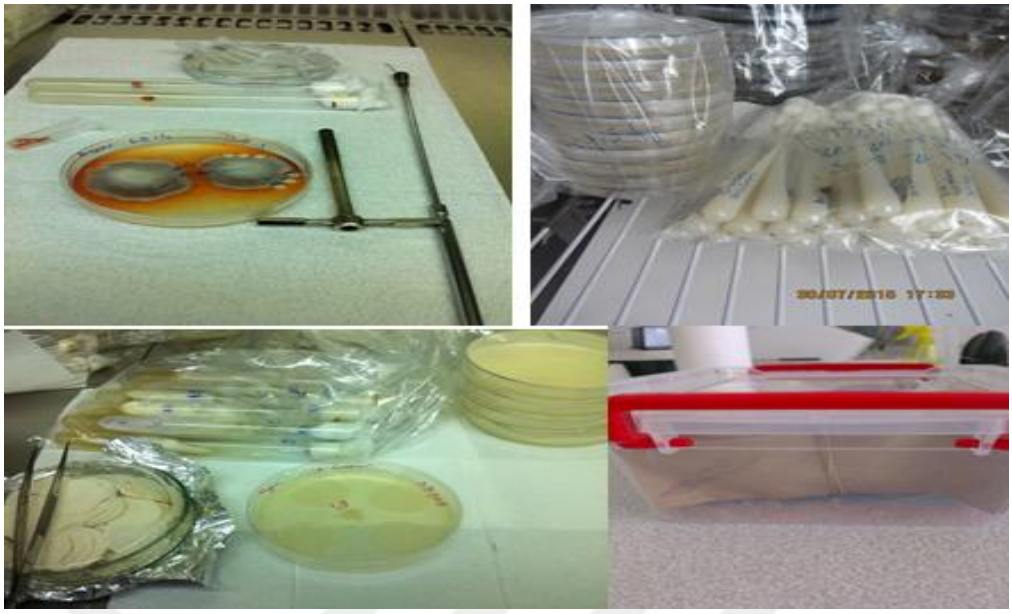


Şekil 3.8. PDA'da gelişen farklı fungus çeşitleri ve bitkideki hastalıklı dokunun elde edilmesi

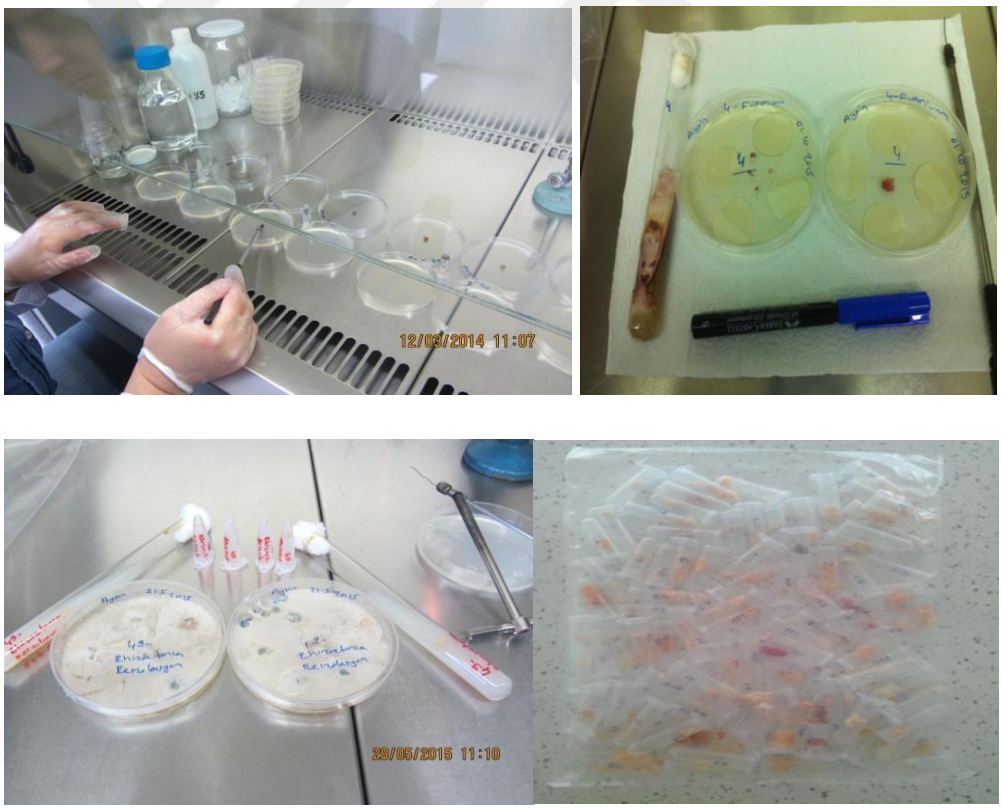
3.2.1.5. İzolatların saklanması

Saf kültür olarak elde edilen fungal izolatlar, patojen türüne bağlı özel besi yerleri kullanılarak, yine patojen isteğine uygun sıcaklık ve sürede çoğaltılarak saklanmıştır. Patojenite kayıplarını önlemek için belirli zaman zarfında, aynı şartlarda tekrarlı olarak çoğaltılmaları yapılmıştır. Deneme süresince ve daha sonraki yıllara dönük olarak, uzun süreli saklamalarda da aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır.

İzolatlar, üç şekilde saklanmaya çalışılmıştır. Birincisinde, PDA içeren eğik agar ortamında +4^{o}C'de saklanmıştır. İkincisinde elde bulunan mevcut izolatlar kısım kısım ayrılarak, bir parça miselyumlu agar %20 Gliserin + %80 distile su karışımlı 1.5' luk ve 2'lik kapaklı steril edilmiş Eppendorf tüplerin içerisine koyulmuştur. Diğer saklama yönteminde ise steril kurutma kağıtları ile Whatman-4 numaralı kurutma kağıtların üzerine bir parça misel koyulmuş, miseller ve sporlar mikrogüvenlik kabini içerisinde kurutularak aktarma yapılmış, steril zarfların içerisine konularak uzun süre depolamak için –20°C 'de buzdolabına bırakılmışlardır (Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.).



Şekil 3.9. İzolatların eğik agar, kurutma kağıdı gibi farklı ortamlarda saklanması ve derin dondurucuda depolanması



Şekil 3.10. İzolatların alt kültürlere alınarak saflaştırılması ve saklanması

3.2. 2. Patojenisite denemeleri ve iklim odası çalışmaları

Hastalıklı bitki örneklerinden izole edilen fungal izolatların yapay inokulumunu hazırlamak için, yulaf/kepek kültürü kullanılmıştır. Bu amaçla Lecoq ve ark. (1991)'a göre hazırlanan yulaf/kepek kültürlerinde ve PDA'da farklı funguslar geliştirilmiştir ve 3 tekerrür çalışılmıştır (Şekil 3.11 ve 3.14). Otoklav edilen yulaf ve kepek kültürü içine fungal diskler atılarak, inkübatörde 2-3 hafta gelişmeleri sağlanmıştır. Saksılara 25 g/m^2 oranında suni kültür eklenerek 'harç toprağına bulaştırma metoduyla' inokulasyon yapılmış ve biber fideleri 2-3 yapraklı dönemde iken dikilmiştir (Şekil 3.12 ve 3.13).

Patojenisite testlerinde literatürde hassas olduğu belirtilen **Demre** çeşidi ile GAPTAEM'in tescilli biber çeşidi **İnan-3363** çeşidi kullanılmıştır. Patojenisite çalışmaları için uygun olan iklim odası koşulları çalışmada işbirliği yapılan kuruluş olan Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsünde sağlandığı için denemeler Adana'da kurulmuştur. Elde edilen fungal izolatlar illere ve cinslere göre gruplandırılmış, tüm bölgeyi temsil edecek sayıda izolat seçilmiş ve testlenmiştir.

Saksı denemeleri, elde edilen fungal izolatlarla 4 tekrarlı olarak yürütülmüş, her saksıya 3 fide dikilmiştir (Şekil 3.13). Saksılar 25±2 °C, % 60-70 nem koşullarına ayarlı iklim odasına yerleştirilmiştir. 3-4 hafta sonra kontrol saksılarla karşılaştırılacak şekilde ve reizolasyon yapılarak etmenin patojen olup olmadığı belirlenmiştir. Patojenisite testlerinde hastalanan bitkiler, '**hasta-sağlam'** olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.11. Fungal disklerin elde edilmesi, inokulumun hazırlanması, inkübatöre bırakılması



Şekil 3. 12. İnokulumun steril torfa uygulanması



Şekil 3. 13. İklim odasında inokulumun saksılara ve bitkilere bulaştırılması



Şekil 3.14. İklim odasında fungal etmenlerin patojen olup olmadığının belirlenmesi

3.2.2.1. Bitkilerin yetiştirilmesi

Patojenisite testi denemelerinde ilk yılki (2013 yılı) sürvey çalışmalarından elde edilen fungal izolatlar için hassas çeşit Demre çeşidi ve ikinci yılki (2014 yılı) sürvey çalışmalarından elde edilen fungal izolatlar için ise hassas çeşit İnan-3363 kullanılmıştır. İkinci yılki patojenisite testi denemeleri için, Demre çeşidinde iklim odasında viyollere yapılan ekimler sonucu çimlenme ve çıkış olmamasından kaynaklanan sorundan dolayı denemelere İnan-3363 ile devam edilmiştir.

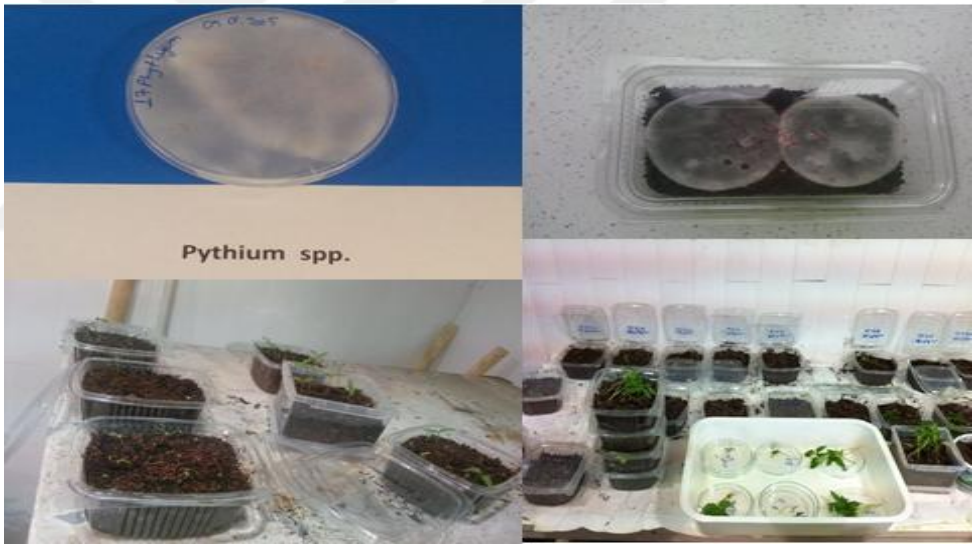
Biber çeşitlerinin tohumları steril torf bulunan viyollere tek tek ekilerek, tohumların üzeri vermikulit ile kapatılmıştır. Viyoller streç film ile kapatılıp daha sonra 26°C'de kontrollü iklim odasında 8-10 gün bekletilerek tohumların çimlenmesi sağlanmıştır. Çimlenmenin gerçekleşmesinden sonra viyoller şaşırtma büyüklüğüne gelene kadar (yaklaşık 6-7 hafta) bakım işleri yapılarak iklim odasında bekletilmiştir. Fideler 2-3 yapraklı döneme geldiğinde (7 cm x 9 cm) "1:1" v/v oranında "torf: perlit" steril harç karışımı bulunan saksılara şaşırtılmıştır. Her izolat için saksıya 4 biber fidesi dikilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3. 15. Serada İnan-3363 biber bitkileriyle son patojenisite denemesi

3.2.2.2. *Pythium* spp. patojenisite denemeleri

Biber tohumları (Sera-Demre ve İnan-3363) önce NaOCl ile steril hale getirildikten sonra, içinde otoklav edilmiş 1-2 kg steril torf bulunan steril kapların içerisine ekilmiştir. Biber çıkışları gözlemlendikten sonra, üzerine saf kültürler haline getirilen *Pythium* izolatları petri kaplarından direk üstüne aktarılarak kapların kapağı kapatılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde 26^{o}C'de iklim odasında, 12 saat ışıklanma süresinde kurulmuştur. Deneme süresince tamamen kuruyan bitkiler kayıt altına alınarak, 'virülent türler'olarak belirlenmiştir. Deneme 40. gün sonunda sonlandırılmış, biberler kök bölgesinden kesilerek hasta/sağlam olarak değerlendirilmiş ve laboratuarda reizolasyon çalışmalarına geçilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. İklim odasında *Pythium* spp. patojenisite denemesi ve inokulumu

3.2.2.3. *Phytophtora* spp. topraktan ve yapraktan inokulasyon ile patojenisite denemeleri

Elde edilen *Phytophtora* izolatlarının hem yapraktan (Şekil 3.17) hem de topraktan (Şekil 3.18) hastalık inokulasyonu yapılarak denemeyle ilgili kayıtlar ve

görüntüler alınmıştır. Patojenisite testlerinde kullanmak üzere, sporangiumlardan bol spor teşvikini sağlamak amacıyla PDA ve CMA'da gelişen miseller üzerinden sporlar alınmış, sporların oluşma dönemine göre 3-5 gün arayla 10-15 disk şeklinde tekrar 15 ml.'lik saf su bulunan petrilere aktarılmış ve 10 gün bekletilmiştir. 6.-7. tekrara kadar aktarma işlemi tekrarlanmıştır. Patojenisite testi için 3 tekerrür ve viyollere ekilen biber fideleri saf su içindeki *Phytophtora* diskleri etrafı 'Parafilm' ile kapatılarak bekletilmiştir. Daha sonra **'Gövde İnokulasyonu'** denemesinde biber yapraklarının gövdeye bağlandığı kısımlardan bitkiye inokulasyon edilmiştir.

İnokulum, topraktan ve yapraktan ayrı ayrı verilerek değerlendirmeye tabi tutulmuş ve reizolasyon çalışmaları yürütülmüştür (Şekil 3.17 ve 3.18).



Şekil 3.17. *Phytophtora* spp. patojenisite denemesinde gövde inokulasyonu



Şekil 3.18. *Phytophtora* spp. patojenisite denemesinde toprağa inokulum verilmesi

3.2.3. Moleküler analiz ve filogenetik çalışmalar

DNA izolasyonu yapılan örnekler; 2013 yılı izolatlarından *Fusarium* türleriyle moleküler çalışmalar yapılmıştır. Moleküler analiz çalışmalarında, 2013 ve 2014 yılı tüm izolatlarda, 'Sanger Dizi Analizleri ve Sekans Analizleri' kullanılmıştır. Bu kapsamda 2014 yılı Ekim ayında, ABMAE Bitki Biyoteknolojisi Laboratuarında 23 fungal izolatla moleküler analiz çalışmaları 2 tekerrürlü yürütülmüştür. Dizi analizi için örnekler 'GENOKS' firması aracılığıyla BGI (HongKong) firmasına gönderilmiştir.

Tüm çalışmalarda jelde iyi bant verenlerin sekansı istenmiştir. PZR 50 µl hacimde çalışılmıştır. 7 µl jell 'e koşulmuştur, kalanlar sekans için GENOKS firmasına gönderilmiştir. Primerler, 10 µM konsantrasyonda hazırlanmıştır ve gönderilmiştir.

2. yıl sürvey yapılan alanlarda 2014 yılı izolatlarından *Fusarium* türleriyle moleküler çalışmalara devam edilmiştir. Bu kapsamda 2015 yılı Mayıs ayından itibaren, ABMAE Bitki Biyoteknolojisi Laboratuarında 42 fungal izolatla moleküler analiz çalışmalarına başlanılmıştır. 2 tekerrür çalışılarak toplam 42+42= 82 örnekle moleküler analizlere devam edilmiştir. Örnekler % 1.5'luk Agaroz jelde koşturulmuştur. Moleküler analiz çalışmaları sonucunda 2014 yılı örnekleri Sanger Dizi Analizleri için 'Sekans Analiz'ine 'ASGEN Medikal' firmasına gönderilmiştir.

3.2.3.1. *Fusarium* spp. izolatlarının DNA izolasyonu

Sürvey çalışmaları ve patojenisite testleri sonucunda simptomatolojik ve morfolojik özeliklere göre ayrılmış *Fusarium* spp., *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium solani* izolatlarının DNA'ları aşağıdaki yönteme göre elde edilmiştir.

Genomik DNA izolasyonu için, *Fusarium* izolatları bir haftalık PDA (Patates Dekstroz agar) ortamında geliştirilerek, 10-50 mg etmenin sporları ve misel parçaları ile DNA izolasyon-ekstraksiyon kiti (Thermo Scientific Mini Kit, **Ek-3**) kullanılmıştır. DNA örneklerinin kalitesi Nanodrop cihazında ölçülmüş ve 5 µl'lik DNA örnekleri, DNA Ladder ile birlikte 75' V'da 45 dakika % 1.5'luk agaroz jelde koşturulmuştur. Kontrol olarak konsantrasyonu bilinen λ DNA (25ng, 50ng, 100ng, 200ng) kullanılarak, jel 'Ethidium Bromid' ile boyanmış, UV ışığında transilaminatör üzerinde incelenerek poloroid fotoğrafları çekilmiştir.

DNA izolasyonu esnasında fungus sporları ve miselleri O'Donnell ve ark. (1998) ve Çolak (2011)'ın kullandıkları yöntem kombine edilerek yapılmıştır. PDA üzerinde taze elde edilmiş miseller ve fungus sporları yumuşak bir kazıma preparatı ile 1.5 ml'lik eppendorf tüpün konik kısmının yarısına kadar (50-100 mg) konulmuştur. Tüp içerisinde toz haline gelinceye kadar parçalanmıştır.

DNA izolasyonu ve PZR'da gerekli protokoller (Thermo Scientific GeneJET Plant DNA Prufication Mini Kit Protokolü (K0791, K0792- **Ek-3**) uygulandıktan sonra *Fusarium* izolatları Sanger Dizi Analizine (Sekans moleküler analizine) gönderilmiş, genetik çeşitlilikteki önem düzeyleri belirlenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Moleküler analiz çalışmaları

3.2.3.2. *Fusarium* spp. için kullanılan primerler

Arazide ve iklim odası patojenisite denemelerinde fenotipik olarak belirlenen *Fusarium* spp. izolatlarının genetik olarak ayrılmasında akrabalıklarının ve farklı bölgelere taşınma haritalarının belirlenmesinde kulanılacak primerler seçilmiştir. Fungal ribozomal DNA'nın (rDNA) İç Transkripsiyonlu Arayüz (Internal Transcribed Spacer- ITS) bölgeleri, fungal türlerin PZR analizi ile ayırt edilmesinde büyük önem taşıyan değişken dizilerdir ve tür ayrımında sıkça kullanılır. Bu amaçla ilk önce *Fusarium* türüne spesifik primerlerle etmenlerin *Fusarium* olup olmadıkları kontrol edilmiş ve daha sonra türlere spesifik primerlerle, tür düzeyinde izolatlar belirlenerek iki basamaklı bir tanılama yapılmış, bunlarda da farklı tanılama bölgeleri kulanılarak fenotip ve genotip karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 3.1,Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 1. Moleküler analiz çalışmalarında kullanılan primerler

Etmen	**Hedef Bölge**	**Primer (forward ve reverse)**	**Bant büyüklüğü -Annealing derecesi**	**Kaynak**
Fusarium spp.	ITS region	ITS-Fu-f (CAACTCCCAAACCCCTGTGA) ITS-Fu-r (GCGACGATTACCAGTAACGA)	398 bp 54˚C	Abd-Elsalam ve ark., 2003
	ITS2/ 28S rDNA	ITS-Fu1f (ACAACTCATAACCCTGTGAACA) ITS-Fu1r (CAGAAGTTGGGTGTTTTACG)	466 bp 58˚C	Arif ve ark., 2012
Fusarium oxysporum	Calmodulin gene	CLOX1 (CAGCAAAGCATCAGACCACTATAACTC) CLOX2 (CTTGTCAGTAACTGGACGTTGGTACT)	534 bp 60˚C	Mulè ve ark., 2004
Fusarium oxysporum f.sp. *vasinfectum*	ITS region	Fov1 (CCCCTGTGAACATACCTTACT) Fov2 (ACCAGTAACGAGGGTTTTACT)	400 bp 50˚C	Moricca ve ark., 1998
	ITS region	Fov1-Egf (CCACTGTGAGTACTCTCCTCG) Fov1-Egr (CCCAGGCGTACTTGAAGGAAC)	438 bp 53˚C	Abd-Elsalam ve ark., 2006
Fusarium solani	TEF1 - alpha gene	TEF-Fs4f (ATCGGCCACGTCGACTCT) TEF-Fs4r (GGCGTCTGTTGATTGTTAGC)	658 bp 58˚C	Arif ve ark., 2012
	ITS region	ITS-Fu2f (CCAGAGGACCCCCTAACTCT) ITS-Fu2r (CTCTCCAGTTGCGAGGTGTT)	595 bp 63,5˚C	Arif ve ark., 2012
	ITS2/ 28S rDNA	ITS-Fs5f (CGTCCCCCAAATACAGTGG) ITS-Fs5r (TCCTCCGCTTATTGATATGCT)	485 bp 61˚C	Arif ve ark., 2012

3.2.3.3. PZR yöntemi ile DNA'ların amplifikasyonu

GAP Bölgesinde (Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Batman, Siirt, Şırnak, Batman) biber açık alanlarından elde edilen ve patojenisite çalışmaları sonucunda virülenslikleri (Bölüm 4.5) belirlenen farklı il ve ilçelere ait 23 adet *Fusarium* izolatının (2013 yılına ait) türlerini tespit etmede Fuf (*Fusarium* spp.), Fu2 (*F. solani*), Fov1-egr *(F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*) ve Clox (*F. oxysporum*) olmak üzere 4 farklı primer seti kullanılmıştır. Ayrıca 2014 yılına ait 42 adet *Fusarium* izolatında ise Fu1 ve Fuf (*Fusarium* spp.), Fs4, Fu2 ve Fs5 (*F. solani*), Fov1 ve Fov1egr *(F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*) ve Clox (*F. oxysporum*) olmak üzere 8 farklı primer seti kullanılmıştır (Çizelge 3.2) ve bunlardan Fuf, Fs5, Fu2, Fov1egr ve Clox olmak üzere 5 tane primer seti daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 4.36- 4.37- 4.38- 4.39).

PZR reaksiyonundaki bileşenlerin miktarları 25 µl' lik reaksiyon hacmi için optimize edilmiştir. Amplifikasyon koşullarını belirlemek için yapılan ön çalışmalar sonucunda, reaksiyona girecek primer oranı forward 1 µl ve reverse 1 µl olmak üzere, kalıp DNA konsantrasyonu ise 2 µl olarak belirlenmiştir. Amplifikasyonda bir örnek için reaksiyon bileşenlerinin oranları (DNA konsantrasyonu, master mix ve stok konsantrasyonlar), primerlerin nükleotid dizilimleri ve bağlanma sıcaklıkları, Thermal Cycler cihazının programlanması aşağıda belirtilmiştir.

Bu amaçla amplifikasyon sırasında reaksiyona girecek bileşenlerin optimum konsantrasyonlarının belirlenmesi Arif ve ark. (2012), Mule ve ark. (2004), Moricca ve ark. (1998) ile Abd-Elsalam ve ark. (2003 ve 2006) tarafından belirtilen optimizasyon çalışmaları ve koşulları doğrultusunda Thermal cycler cihazı programlanarak, *Fusarium*'un bölge izolatları ile çalışma yapılmıştır.

Mikrotüp içerisinde hazırlanan PZR karışımı; 2.5 µl Tag-polymerase tamponu ve 2.5 ünite Tag-polymerase enzimi (Promega firmasından), 10 pmol türe spesifik reverse ve forward primer, 0.2 mM dNTP's, 10xBuffer ve 1.25 mM $MgCl_2$ şeklinde hazırlanmıştır (Şekil 3.20). Daha sonra bu karışım dionize su ile 23 µl tamamlanmış,

üzerine 2 µl genomik DNA ilave edilmiştir. Reaksiyon thermalcycler'da uygulanmıştır. Türe spesifik primerlerle Çizelge 3.1'de verilen bağlama sıcaklığında (annealing) 30 döngü olacak şekilde ayarlanmıştır.

DNA sentezlenmesi (Çolak, 2011), primerler ile yapılan PZR'da; ilk döngü, 95 ˚C'de 3 dakika; 30 döngü ise 94 ˚C'de 1 dak., bazı primerlerde 55 ˚C'de 1 dak., bazılarında ise 50˚C'de 1 dak., 72 ˚C'de 2 dak.; son döngü 72 ˚C'de 10 dak. bekletilmiştir. Standart PZR aşamasında Thermo Scientific DreamTaq DNA Polymerase mix kullanılmış 1 örnek için gerekli kimyasallar aşağıda belirtildiği miktarlarda hazırlanarak toplam 25 mikrolitre hacimde 200 µl'lik PZR tüpüne yerleştirilmiştir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3. 2. Moleküler analiz çalışmalarında kullanılan PZR koşulları

PZR Koşulları		
95°C	3dk	1 döngü
95°C	45	30 döngü
annealing°C	50-63.5	
72°C	45	
72°C	10	1 döngü
PZR Karışımı		
ddH_2O	10,5µl	
PZR Mix (DreamTaq buffer, 0.4 mM, dATP, dCTP, dGTP,ve dTTP, and 4 mM $MgCl_2$ 1U DreamTaq Hot Start DNA polymerase içerir)	10,5 µl	
Primer Forward	1 µl	
Primer Reverse	1 µl	
DNA	2 µl	
Total	**25 µl**	

3.2.3.4. Elektroforez çalışmaları

Agaroz Jel Elektroforez çalışması (Galitelli ve Minafra, 1994)'e göre yapılmıştır. PZR ürünleri % 1.5'lik agaroz jelde aşağıda belirtilen sıraya göre işlemler yürütülmüştür:

a- Agaroz % 1.5'lik olacak şekilde 0.5xTAE tamponu (89 mM Tris, 89 mM borik asit, 2 mM EDTA) içerisine konulmuştur.
b- Agaroz-TAE tamponu, karışımı kaynayıncaya ve agaroz eriyinceye kadar mikrodalga fırın içerisinde ısıtılıp sonra hacim 30 ml'ye ayarlanmıştır.
c- Karışım tekrar 60^0C'ye kadar soğumaya bırakılmış ve tank içerisine boşaltılarak tarak geçirilmiştir.
d- Jel polimerizasyonundan sonra tarak dikkatli bir şekilde çekilmiştir. Daha sonra jel'in üzerini 1-2 mm kadar kaplayıncaya kadar tank içerisine TAE tamponu ilave edilmiştir.
e- 15 µl örnek üzerine 3 µl yükleme (loading) tamponu ilave edildikten sonra toplam 18 µl karışım jel'deki çukurlara dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. İlk çukura (1 µl yükleme tamponu) konulur. Yükleme tamponundaki turuncu renk (orange G) jel'in sonuna gelene kadar jel tankına 40-100 V elektrik akımı verilmiştir.
f- Koşma işlemi tamamlandıktan sonra jel, oda sıcaklığında 10 dakika 100 ml H_2O+30 µl (10mg/ml, Et.Br./distile su) Ethidium Bromide karışımı içerisinde boyanmıştır. Jeldeki fazla Ethidium Bromide uzaklaştırıncaya kadar 5 dakika distile su içerisinde tutulmuştur.
g- Jel, UV görüntüleme sisteminde incelenerek DNA bantları görüntülenmiştir.

3.2.3.5. Filogenetik analizler

Filogenetik analiz çalışmalarında, 2013 ve 2014 yılı izolatlarının DNA bantlarının sonuçları değerlendirilmiş ve iyi DNA bantı veren örnekler 'Sanger Dizi Analizleri ve Sekans Analizleri' nde kullanılmıştır.

BioEdit yazılımı ile elde edilen konsensus diziler ve NCBI GenBank veritabanından derlenen fungal patojenler ile *Fusarium* türlerine ait nükleotid dizileri, MEGA-6 ve CLC Genomics yazılımları kullanılarak filogenetik analize tabi tutulmuştur. Cluster Analiz İstatistiki Metod kullanılarak belirlenmiştir. Genetik uzaklık matriksi de yine aynı programda yapılmıştır.

Moleküler analiz çalışmaları sonucunda örnekler Sanger Dizi Analizleri için Sekans Analiz'ine 'Asgen Medikal' ve 'GENOKS' firmalarına gönderilmiştir. DNA bantları değerlendirilirken ve Filogenetik Ağaç oluşturulurken ilk önce 2013 yılı sürvey örnekleri için 'Bioedit ve MEGA-6' programları kullanılmış, daha sonra 2013 ve 2014 yılının her iki yıl örnekleri için ise 'CLC Genomics' programı kullanılmıştır. Blast analizleri, filogenetik ağaç ve biyoinformatik çalışmalar için Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölüm Başkanı Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN ve Bölüm Öğretim Üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Emrah NİKEREL hocalardan yardım alınarak Yeditepe Üniversitesinde tamamlanmıştır.

3.2.3.5.1. 2013 yılı örneklerinin filogenetik analizleri

BioEdit yazılımı ile elde edilen konsensus diziler ve NCBI GenBank veri tabanından derlenen fungal patojenler ile *Fusarium* türlerine ait nükleotid dizileri, MEGA 6 yazılımı kullanılarak filogenetik analize tabi tutulmuştur (Tamura ve ark., 2013).

Örnekler arasındaki evrimsel ilişki, Tamura 3-parametreli modele (Tamura, 1992) dayalı olarak 'Ençok Olabilirlik Yöntemi' kullanılarak gösterilmiştir. Nükleotid bölgeleri (Site) arasındaki evrimsel hız farklılıklarının modellenmesinde kesikli Gamma dağılımı kullanılmıştır (5 kategori). Ağaç ölçekli olarak çizilmiştir. Dal uzunlukları her bir nükleotid bölgesinde gerçekleşen değişim sayılarını göstermektedir. Analizde 25 nükleotid dizisi kullanılmıştır. Kapsamı % 95'ten az olan nükleotid bölgeleri analizden dışlanmıştır. Böylece her bir pozisyonda izin verilen hizalama boşluğu, kayıp veri ve şüpheli veri oranı % 5'in altında olmuştur. Elemelerin ardından elde edilen veri setinde 369 nükleotid pozisyonu bulunmaktadır.

3.2.3.5.2. 2014 yılı örneklerinin filogenetik analizleri

Örnekler arasındaki evrimsel ilişki, Kimura 2-parametreli modele dayalı olarak En çok Olabilirlik yöntemi kullanılarak gösterilmiştir. Diğer aşamalar yukarıda belirtildiği şekilde, 2013 yılındaki gibi yapılmıştır.

3.2.4. Biyolojik mücadele çalışmaları

Mikoriza denemesi için, öncelikle 45 'lik viyollere (5 cm çapı, 6 cm derinliği) harç toprağı için 1:1 oranında steril ithal **'Torf+ Perlit'** karıştırılarak doldurulmuştur. Tohumların üzerini kapatmak için ise **'Vermiküllit'** kullanılmıştır. 9 Kasım 2015 tarihinde viyollere GAPTAEM'in tescilli çeşidi **'İnan 3363'** tohumları ekilmiştir. Tohumlar 1 gece suda bekletilerek ekilmiştir. Biber fideleri 46 günlük iken, viyollerden saksılara şaşırtma yapılarak, 25 Aralık 2015 tarihinde deneme GAPTAEM iklim odasında kurulmuştur (Şekil 3.20). Tohum yatağına 2.5 g mikorizal funguslar (*Glomus mosseae, G. etanicum, G. intraradices* ve Mikorizal Mix.) eklenmiştir. İklim odasının oda sıcaklığı 22-25°C ve % 60-70 nem koşullarında ve 12 saat ışıklanma süresinde tutulmaya çalışılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü olarak 'Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde' kurulmuştur. Her bir saksı için gerekli inokulum miktarı m^2'ye 25 g olacak şekilde hesaplanmış ve 2 kg'lık saksılara (yaklaşık olarak 8 g inokulum) uygulanmıştır. İnokulumlar denemenin kurulmasından yaklaşık 15-20 gün önce yapay ortam olarak yulaf kültürlerinde hazırlanmış, otoklavda sterilize edilmiş ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (*Fov*) aşılanması gerçekleştirilmiştir.

Denemede Kullanılan Patojen *Fov* İzolatları;

43- Diyarbakır Hani İlçesi
183- Şanlıurfa Birecik



Şekil 3. 20. GAPTAEM iklim odasında biyolojik mücadele denemesinden bir görüntü

3.2.4.1. Patojen inokulumunun hazırlanması ve bitkilere inokulasyonu

Çalışma kapsamında 2013 ve 2014 yıllarında GAP Bölgesi biber üretim alanlarındaki sürvey çalışmasından elde edilen virülensliği yüksek olarak belirlenmiş 43-*Fov* ve 183-*Fov* izolatları steril kabin içerisinde PDA besi ortamına alınmış ve 26 ºC'de çalışan inkübatörde 5-7 gün karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Plastik saksılara şaşırtılan biber fidelerinin 5-6 gerçek yaprağı oluştuğunda patojen inokulasyonu yapılmıştır.

Bu amaçla öncelikle petrilerde gelişen kültürün en uç kısmından 5 mm çapında miselyum diskleri alınmış, suni yapay kültür ortamı (yulaf/kepek) hazırlanıp otoklav edildikten sonra bu erlanmayerler içerisine fungusun miselleri ve diskleri atılarak 26±1^{0}C sıcaklıktaki inkübatörde 1 hafta-10 gün süreyle inkubasyona bırakılmıştır. Daha sonra gelişen yapay ortam saksı toprağına bulaştırılarak bitkiler viyollerden saksılara şaşırtılmıştır.

Bitkiler, iklim odasında 12 saat karanlık 12 saat aydınlıkta, 25°C'de tutularak patojenin gelişimi ve lezyon oluşumu günlük olarak takip edilmiştir (Alerjo- Iturvide ve ark., 2008) (Şekil 3.20). Bu yönteme göre, PDA besi ortamında 25ºC'de 7-10 gün karanlıkta inkübatörde geliştirilen patojen izolatından 5-10 mm çapında parçalar kesilmiş ve yapay yulaf kültürü içerisine konulmuştur. Patojen inokulasyonu

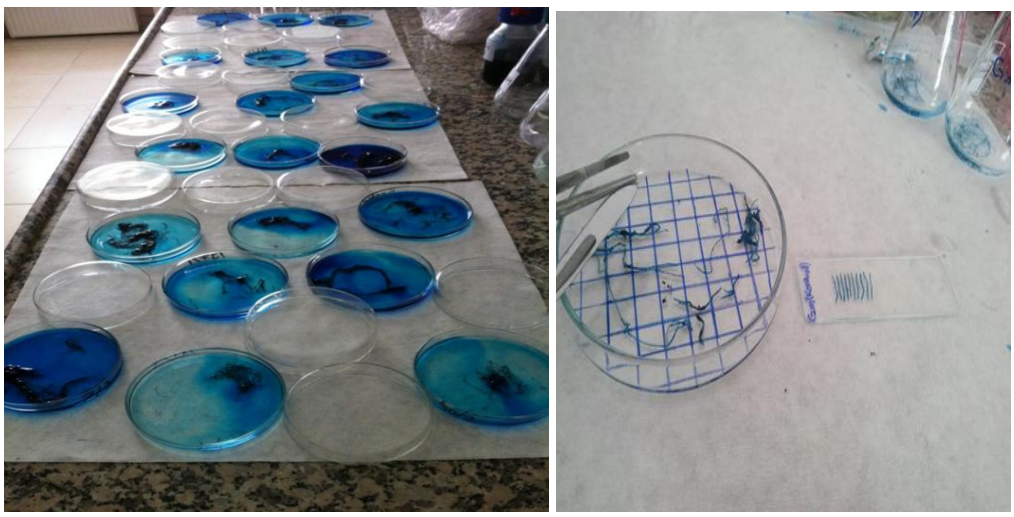
yapılacak olan bitkilerin kök çevresine inokule edilmiş ve saçak köklerde traşlama yapıldıktan sonra uygulanmıştır.

3.2.4.2. Mikorizal fungus türlerinin uygulanması

Hastalık etmeni *Fov* ve mikorizal funguslar toprağa inokule edilerek bulaştırma sağlanmıştır. Saksılara şaşırtma esnasında patojenle birlikte Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden temin edilen mikorizal fungus türleri (*Glomus intraradices, Glomus mosseae, Glomus etunicatum*) tek tek ve üçü birlikte karışım olarak (Mikorizal Mix.- MM) uygulanmış, saksılar ayrı bir bölümde 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Torf + Perlit karışımı 121˚C'de 15-20 dak. otoklav edilip steril hale getirildikten sonra 2 kg'lık saksılara 2.5 g oranında mikorizal funguslar (*Glomus* spp.) uygulanmıştır.

3.2.4.3. AMF yüzde kök kolonizasyonunun belirlenmesi

Mikoriza uygulanmış saksılardaki köklerde % kolonizasyon ve mikorizal spor sayısı kökler Trypan Blue ile boyanarak mikroskopta incelenmiştir (Read ve ark. 1976) (Şekil 3.21).



Şekil 3. 21. Mikorizal spor yoğunluğunu belirlemek için kullanılan Trypan Blue kimyasalı ile kök kolonizasyonu sayımından bir örnek

Mikorizal kök kolonizasyon sayımı ve mikoriza funguslarının etkinliğinin değerlendirmek için; hasattan sonra saksılarda kökler çıkarılarak musluk suyu ile yıkanmıştır. % 50 etil alkol içinde tüm kökler kapaklı tüpler içinde buzdolabında karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra kökler çıkarılıp, saf su ile yıkanmıştır. Kök boğazının altından yaklaşık 5 cm uzunluğunda kesilip, gazlı bezlerin içine konularak tel zımba ile kapatılmıştır. Test tüplerine tekrar alınan örnekler üzerine hazırlanan % 10'luk KOH çözeltisi ilave edilerek, 25°C'de 4 gün bekletilmiştir. 4. günün sonunda bez paketler açılıp kökler saf su ile yıkandıktan sonra yine bez paketlerle sarılarak % 1'lik HCI çözeltisinde 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra % 1'lik Trypan Blue çözeltisi içine alınan örnekler manyetik karıştırıcıda ve hafif ısıda 3 saat bekletilmiştir. Sonra örnekler bez paketlerden çıkarılıp bol saf su ile yıkanıp lam üzerine alınmıştır. Örnekler 40 büyütmeli ışık mikroskobunda incelenmiştir (Koske ve Gemma, 1989; Yıldırım, 2014).

Kök enfeksiyon yüzdesi ise denklem 3.1' deki formülle hesaplanmıştır (Givonetti ve Mossea, 1980):

$$\text{Kök Enfeksiyonu (\%)} = \frac{\text{(Enfeksiyonlu kök sayısı (adet)}}{\text{Toplam kök sayısı (adet)}} \text{ x100} \qquad (3.1)$$

3.2.4.4. Mikorizal toplam spor sayımı

Saksılardaki torf perlit karışımı örneklerinden 10 g toprak alınıp üzerine 100 ml saf su eklenip 2 saat bekletilip 53-125 μm'lik eleklerden geçirilerek süzülmüştür. 50 ml süzüntüden alınıp 20 dakika 3500 rpm devirde santrifüj edildikten sonra alınan süpernatant kısımdan 10 ml alınıp, % 50'lik sakkarozla 50 ml'e tamamlanmıştır. 1 dakika 3000 devirde santrifüj edilip elekten süzülmüştür. Santrifüjlenen örneklerden 5 ml alınıp petri içine konarak mikroskopta 40 büyütme ile spor yoğunluğu incelenmiştir (Gerdeman ve Nicolson, 1963). Elekte kalan kısım yıkanıp petriye alınmış ve sayım yapılmıştır (Akay ve Karaarslan, 2015).

3.2.4.5. Mikoriza x hastalık şiddeti çalışmaları

Sürvey çalışmaları sonucu varlığı belirlenen ve karakterize edilen fungal patojenlerden bölgede yaygın çıkan *Fusarium* spp.'ye karşı 3 mikorizal fungus türü ve 1 mix. karışımı İnan-3363'ün üzerinde reaksiyonları araştırılmıştır. 1 kontrol ve 4 mikorizal fungus olmak üzere 5 uygulama, 4 tekerrürlü olarak deneme kurulmuştur.

Patojen inokulasyonundan itibaren 4. hafta süresince bitkilerde ortaya çıkmaya başlayan hastalık simptomları belirli aralıklarla değerlendirilerek hastalık şiddeti belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre *Fov*'un neden olduğu hastalık şiddeti, patojen inokulasyonundan itibaren 4. 5. 6. ve 7. haftaların sonunda 0-4 skalası kullanılarak tespit edilmiştir (Postma ve Rattink, 1992; Yao ve ark., 2002; Aslanpay ve Demir, 2015) Oluşan lezyon ve kurumalara göre hastalık şiddet düzeyleri belirlenerek şu şekilde değerlendirme yapılmıştır. Bu skalaya göre;

0: Hiç simptom yok (Sağlıklı)
1: Yaprakta küçük renk değişikliği, hafif solgunluk, deformasyon (% 25)
2: Yaprakta şiddetli sararma, solgunluk, bodurluk (%25-50)
3: Gövdede kararma (% 50-75)
4: Tam kuruma-ölü bitki (Tam ölü)

olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçları denklem 3.2' deki formül yardımıyla hesaplanarak hastalık şiddeti (%) olarak tespit edilmiştir:

$$\%\ \text{Hastalık şiddeti} = \frac{(\text{Skala değ. x frekansı}) + (\text{Skala değ. x frekansı}) \ldots . \text{x} 100}{\text{Toplam bitki sayısı x En yüksek skala değeri}} \qquad (3.2)$$

Hastalık etmeni toprağa inokule edilerek bulaştırma sağlanmış, deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuş, her bir tekrarda 4 bitki kullanılmıştır. Deneme süresince her hafta bitkilerde ölçüm ve değerlendirme yapılarak skala değerleri alınmıştır. İnokulasyondan 7-8 hafta sonra saksılardaki bitkiler sökülerek bitkiler 0-4 skalasına göre değerlendirilmiş ve hastalık indeks değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen

hastalık indeksi verilerine göre varyans analizi yapılmış ve Tukey testi ile uygulamalar arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Karman, 1971).

3.2.4.6. Fide morfolojik gelişim parametrelerinin belirlenmesi

Fide gelişim parametreleri sürgün ve kök uzunlukları, kök boğazı çapı, sürgün ve kök yaş ağırlıkları, sürgün ve kök kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, sürgünde ve kökte makro ve mikro besin elementi içerikleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca yetiştirme toprağının tuz ve pH içerikleri de tespit edilmiştir.

3.2.4.6.1. Sürgün ve kök boyları, kök boğazı çapı, yaprak sayısı

Biber fideleri hasat döneminde sökülerek kök kısımlarının yıkanmasından sonra kök ve sürgün kısmının birleştiği yer makas yardımıyla kesilmiştir. Böylelikle kök ve sürgün birbirinden ayrılmıştır. Sürgün ve kök uzunlukları cetvel (cm), kök boğazı çapı ise (mm) kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Yaprak sayısı ise adet cinsinden elle sayılmıştır.

3.2.4.6.2. Sürgün ve kök yaş ağırlıkları

Biber bitkileri hasattan sonra kök ve sürgün ağırlıkları (g) ayrı ayrı tartılmıştır.

3.2.4.6.3. Sürgün ve kök kuru ağırlıkları

Yaş ağırlıkları tespit edilen bitkilerin kök ve yeşil aksam örnekleri kese kağıtlarına konulmuş, 70^{o}C'de 48 saat süresince etüvlerde tutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.4.6.4. Sürgünde ve toprakta makro besin elementi içerikleri

Biber bitkileri hasat edildikten sonra kurutulmuş ve öğütülmüş, öğütülen bitki örneklerinden 1'er g alınarak yakma işlemine tabi tutulmuşlardır (Kaçar ve İnal,

2008). Nitrik ve perklorik asit karışımı ile yakma işleminden sonra elde edilen süzükler ICP - OES cihazında okutularak (Ca), magnezyum (Mg), Fosfor(P) ve potasyum (K) içerikleri belirlenmiştir.

Bitki örneklerinde azot analizi ise 3 aşamada yapılmıştır:

- Yakma aşaması: Kurutulmuş bitki yeşil aksamından 1 g tartılmış ve Kjehldahl tüplerine konularak üzerlerine 15 ml konsantre sülfirik asit ve 1 adet Kjeldahl katalizör tableti ($CuSO_4$, K_2SO_4, $FeSO_4$) eklenmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirilerek 400^0C' de renk kirli beyaz oluncaya kadar yakılmıştır.

- Destilasyon aşaması: Yakma işlemi yapılan örnekler yakma ünitesinden çıkartıldıktan sonra soğumaya bırakılmış ve üzerilerine 50 ml saf su ve 50 ml % 40'lık NaOH eklenmiştir. Destilasyon cihazında 250 ml erlenmayer içerisine 20 ml % 4'lük H_3BO_3 ve 2 damla indikatör eklenmiş ve erlenmayerde 40 ml kadar destilat oluşuncaya kadar destilasyon işlemi yapılmıştır.

- Titrasyon aşaması: Erlenmayer içerisindeki örnek 0.1 normaliteye sahip HCI asit ile titre edilmiş, titrasyon sırasında erlenmayerdeki renk tekrar pembeye döndüğü anda titrasyona son verilerek sarf edilen HCI asit miktarı kaydedilmiştir. Örneklerdeki toplam azot oranı ise denklem 3.3' deki formül ile hesaplanmıştır (Kaçar, 1984).

$$\% \text{ Azot} = \frac{V_{HCI} \text{x } N_{HCI} \text{ x } 0{,}014}{m_{numune}} \text{ x } 100 \qquad (3.3)$$

$V_{HCl:}$ Kullanılan HCI Asidin Hacmi

$N_{HCl:}$ HCI Asidin Normalitesi

$m_{numune:}$ Bitki Numunesinin Kütlesi

3.2.4.6.5. Sürgünde ve toprakta mikro besin elementi içerikleri

Alınan bitki ve toprak örnekleri önce musluk suyu, daha sonra saf suda yıkanıp temizlenerek kurutma kağıtlarına alınmıştır (Kaçar ve İnal, 2008). Kurutma

kağıtlarında nemi alındıktan sonra 70^0C' de 48 saat kurutulan bitki ve toprak örnekleri öğütülerek, 1 gramı yakma işlemine tabi tutulmuştur. Nitrik ve perklorik asit karışımı ile yakma işleminden sonra elde edilen süzükler ICP-OES cihazında okutularak demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu) (mg/kg) içerikleri belirlenmiştir.

3.2.4.6.6. Yetiştirme toprağında EC ve pH'nın belirlenmesi

Uygulama grupları topraklarının tuz içerikleri ve pH'sının belirlenmesi amacıyla toprak örnekleri alınmış ve çamur süzüklerinin elde edilmesi amacıyla GAPTAEM Toprak analiz laboratuvarına getirilmiştir.

Kuruyuncaya kadar bekletilen topraklardan 100 g tartılarak saf su ile satürasyon çamuru hazırlanmıştır. Hazırlanan satürasyon çamurunda pH ve EC değerleri pH metre ve EC metre ile belirlenmiştir.

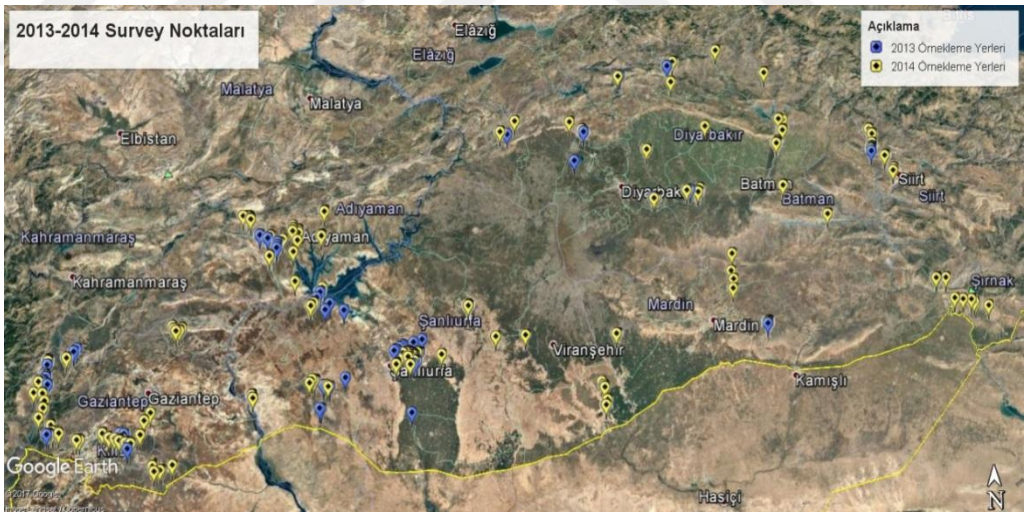
3.2.4.6.7. İstatistiki değerlendirmeler

Çalışma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde MINITAB versiyon 16.1 ve IBM SPSS Statistics versiyon 22.0.0.0 paket programları kullanılmış ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Arazi Çalışmaları (Sürvey)

Sürvey çalışmaları 2013 ve 2014 yılı olmak üzere iki yılda yapılmıştır. 2013 yılında Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Mardin, Siirt illeri ve ilçeleri olmak üzere 7 ilde yapılmıştır (**Ek-1**). Batman ve Şırnak illerinde kaydadeğer üretim amaçlı biber üretim alanı olmadığı, sadece üreticilerin ev sakinleri için yetiştirdiği 1 dekardan az çok küçük alanlarda olduğu Gıda & Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlükleri tarafından belirtilmiş olup, 2013 sürvey çalışması haricinde tutulmuştur. 2014 yılı sürvey çalışmasında ise bölgede biber üretim alanlarının arttığı belirtildiği için GAP Bölgesindeki tüm biber üretilen alanların hepsi Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Mardin, Siirt, Batman ve Şırnak illeri ve ilçeleri de olmak üzere 9 ilde 'Güdümlü Örnekleme' yapılmıştır (Şekil 4.1) (**Ek-2**).



Şekil 4.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2013-2014 yıllarında sürvey yapılan biber üretim alanları (toplam 296 örnekleme noktası)

Mayıs ayında çıkılan sürveylerde hastalık belirtisi gösteren bitki örneklerine rastlanılmamıştır. Bu durumun biberin vejetasyon dönemi erken olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Haziran ayından itibaren sürveylere başlanılmıştır.

Çizelge 4. 1. 2013-2014 yıllarına ait GAP Bölgesi biber alanlarının sürvey bilgileri

İLLER	Toplam Alan 2012-TUİK (da)	Sürvey Yapılacak Alan (da)	1. Yıl Sürvey Yapılan Alan da	Tarla Sayısı	2. Yıl Sürvey Yapılan Alan da	Tarla Sayısı	Bulaşık tarla sayısı
Şanlıurfa	24 822	248.22	408	52	577	57	109
Adıyaman	1 345	13.45	59	6	1 901	20	26
Mardin	1 275	12.75	7	7	85	12	19
Kilis	14 185	141.85	130	7	404	24	31
Gaziantep	36 101	361.01	285	10	926	20	30
Diyarbakır	17 009	170.09	91	18	104	30	48
Siirt	2 200	22	13	3	33	10	13
Batman	176	1.76	-		77	10	10
Şırnak	2 288	22.88	-		16	10	10
TOPLAM	99 401	994.01	**993**	**103**	**4 123**	**193**	**296**

2013 yılında toplam 103 biber üretim alanına, 2014 yılında ise 193 biber üretim alanına 'Güdümlü Örnekleme Metoduna' göre örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan tüm alanlarda kök çürüklük hastalığı belirtileri gözlenmiş ve izolasyon çalışmaları sonucunda etmenler elde edilmiştir. Toplam örnekleme alanının tümünde hastalıkla bulaşıklık bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Sürvey sonucu olarak GAP Bölgesinde yer alan tüm illerde % 100 bulaşıklık oranı tespit edilmiştir.

4.1.1. İzolasyon çalışmaları

Bitki örneklerinden izolasyon, teşhis ve tanı işlemleri ABMAE Fitopatoloji Laboratuarında yapılmış ve konu uzmanlarından yardım alınmıştır.

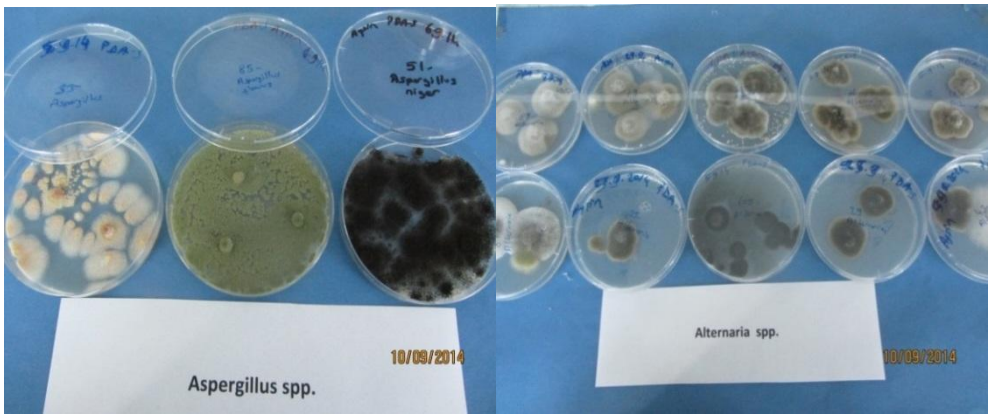
Toplanan 296 biber örneğinden yapılan izolasyonlar sonucu tüm tarlalardan izolat elde edilmiştir. İkinci yıl sürvey çalışmasında da birinci yıl sürvey çalışmalarının sonuçlarına paralel olarak Laboratuarda yapılan tanı-teşhis çalışmaları sonucunda kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinden *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Macrophomina phaseolina, Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* ve faydalı funguslardan *Trichoderma* spp. fungusları, 2014 yılındaki sürvey çalışmalarında ise farklı olarak *Verticillium* spp. saptanmıştır (Çizelge 4.2. -4.3. ve Şekil 4.2. -4.3. -4.4.- 4.5.).

Çizelge 4.2. 2013 yılı sürveyinde biber üretim alanlarında belirlenen fungal izolatlar

Hastalık Etmenleri	Ş.urfa	D.bakır	Siirt	Mardin	Adıyaman	G.antep	Kilis
Fusarium spp.	+	+	+	+	+	+	+
R. solani	+	+	-	+	+	+	-
Phytophtora spp.	+	+	+	+	+	+	+
M. phaseolina	+	+	+	-	-	-	-
Aspergillus niger	+	+	+	-	-	-	+
A. flavus	-	-	-	-	-	-	+
Alternaria spp.	+	-	-	-	-	-	-
Pythium spp.	+	-	-	-	-	-	-
Trichoderma spp	+	-	-	-	-	-	+



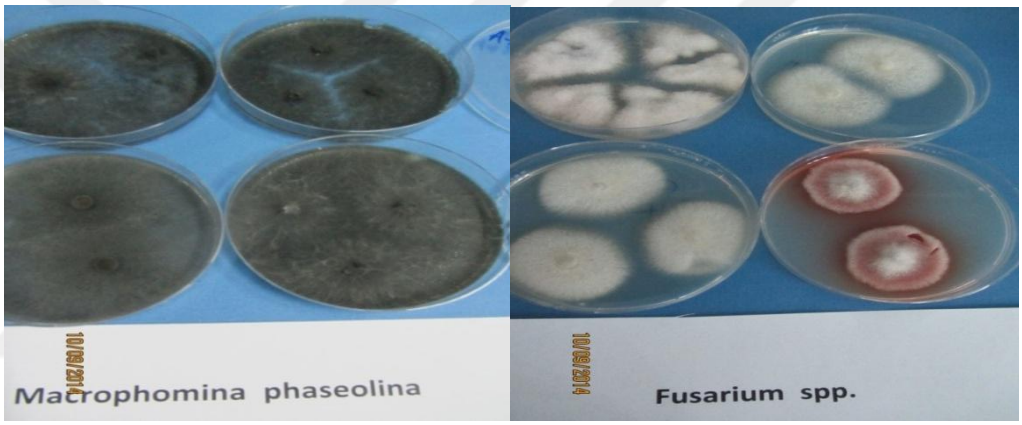
Şekil 4.2. PDA'da gelişen *Pythium* spp. ve *Verticillium* spp. fungusları ve miselyum yapıları



Şekil 4.3. PDA'da gelişen *Aspergillus* spp. ve *Alternaria* spp. fungusları ile miselyum yapıları



Şekil 4.4. CMA ve PDA ortamlarında gelişen *Phytophthora capsici* ve *Rhizoctonia solani* fungusları ve miselyum yapıları



Şekil 4.5. PDA ortamında gelişen farklı *Fusarium* fungus türleri ve *Macrophomina phaseolina*

Trichoderma spp., GAP Bölgesinin biber üretim alanlarının büyük bir kısmını kapsayan ve yoğun bir şekilde biber üretimi yapılan Şanlıurfa ve Kilis illerinde hem 2013 hem de 2014 yıllarında yapılan sürvey çalışmalarında yaygınlıkla tespit edilmiştir. *Verticillium* spp. ise sadece 2014 yılında tespit edilmiş olup Şanlıurfa, Batman, Gaziantep ve Kilis illerindeki biber yetiştiriciliği yapılan üretim alanlarında bulunmuştur. *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger* ise kök çürüklük etmenlerinden farklı olarak 'Aflatoksin' üreten etmenler olup, gıdalara geçtiği takdirde zehir etkisi yaparak insanlara kanserojen riski taşımaktadır (Eccles ve Scott, 1992). Bu etmenlerden *A. flavus* bölgede yaygınlıkla 2013 yılında sadece Kilis ilinde tespit edilmişken; 2014 yılında ise hem Kilis ilinde hem de Diyarbakır ilinde belirlenmiştir. *A. niger* ise 2013 yılında Şanlıurfa, Diyarbakır, Siirt ve Kilis illerinde tespit

edilirken; 2014 yılında ise bu illere ilave olarak Gaziantep ve Şırnak olmak üzere GAP Bölgesi'nin toplam 6 il ve ilçesinde belirlenmiştir (Çizelge 4.2. ve 4.3.).

Çizelge 4. 3. 2014 yılı sürveyinde biber üretim alanlarında belirlenen fungal izolatlar

Hastalık Etmenleri	U	D	S	M	A	G	K	B	Ş
Fusarium spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R. solani	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Phytophtora spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. phaseolina	+	+	+	-	+	+	+	+	+
A. niger	+	+	+	-	-	+	+	-	+
A. flavus	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Alternaria spp.	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Pythium spp.	+	-	-	-	+	-	-	+	+
Trichoderma spp.	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Verticillium spp.	+	-	-	-	-	+	+	+	-

U:Şanlıurfa, D:Diyarbakır, S:Siirt, M:Mardin, A:Adıyaman, G:Gaziantep, K:Kilis, B:Batman,Ş:Şırnak

4.1.2. Tanı-teşhis çalışmaları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2013 yılı sürvey sonuçlarına göre en yaygın patojenler sırasıyla *Fusarium* spp. % 76.69, *Phytophthora* spp. % 42.71, *Rhizoctonia solani* % 32.03 bulunma oranı ile *Macrophomina phaseolina* % 16.50, *Aspergillus* spp. % 13.59, *Alternaria* spp. % 5.82 ve *Pythium* spp. % 0.97 ile % 14.56 bulunma oranı ile *Trichoderma* spp. antagonistik fungusları tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4. 4. 2013 yılı GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	6/103	**5.82**
Aspergillus spp.	14/103	**13.59**
Fusarium spp.	79/103	**76.69**
Macrophomina phaseolina	17/103	**16.50**
Phytophthora spp.	44/103	**42.71**
Pythium spp.	1/103	**0.97**
Rhizoctonia solani	33/103	**32.03**
Trichoderma spp.	15/103	**14.56**
Verticillium spp.	-	**0**

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2014 yılı sürvey sonuçlarına göre en yaygın patojenler sırasıyla; *Fusarium* spp. % 77.20, *Phytophthora* spp., % 72.53, *Macrophomina phaseolina* % 35.75 ve % 29.53 bulunma oranı ile *Rhizoctonia solani* ve *Pythium* spp., *Aspergillus* spp. % 25.38, *Alternaria* spp. % 24.35, *Verticillium* spp. % 7.77 kök çürüklüğü etmenleri ile antagonistik fungus olan *Trichoderma* spp. % 1.55 oranında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4. 5. 2014 yılı GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	47/193	**24.35**
Aspergillus spp.	49/193	**25.38**
Fusarium spp.	149/193	**77.20**
Macrophomina phaseolina	69/193	**35.75**
Phytophthora spp.	140/193	**72.53**
Pythium spp.	57/193	**29.53**
Rhizoctonia solani	57/193	**29.53**
Trichoderma spp.	3/193	**1.55**
Verticillium spp.	15/193	**7.77**

Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki toplam biber üretim alanları içerisine yapılan sürvey çalışmaları sonucunda toplam 296 tarlaya örnekleme yapılmış (4.1. Arazi Çalışmaları -Sürvey kısmında da belirtildiği gibi), bu örnekleme yapılan

toplam alan içerisinde sırasıyla 228 tarlada *Fusarium oxysporum, F. solani, F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* olmak üzere *Fusarium* spp. (% 77.02), 184 tarlada *Phytophthora* spp. (% 62.16), 90 tarlada *Rhizoctonia solani* (% 30.40), 86 tarlada *Macrophomina phaseolina* (% 29.05), 63 tarlada *Aspergillus flavus* ve *A. niger* (% 21.28) türleri, 58 tarlada *Pythium* spp. (% 19.59), 53 tarlada *Alternaria* spp. (% 17.90), 15 tarlada *Verticillium* spp. (%5.06) kök çürüklük etmenleri ile; 18 tarlada ise antagonistik fungus olan *Trichoderma* spp. (% 6.08) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6. 2013 ve 2014 yıllarına ait GAP Bölgesinde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin bulaşıklık oranları (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	53/296	**17.905**
Aspergillus spp.	63/296	**21.283**
Fusarium spp.	228/296	**77.02**
Macrophomina phaseolina	86/296	**29.05**
Phytophthora spp.	184/296	**62.162**
Pythium spp.	58/296	**19.59**
Rhizoctonia solani	90/296	**30.405**
Trichoderma spp.	18/296	**6.081**
Verticillium spp.	15/296	**5.067**

Şanlıurfa ilinde yapılan sürvey çalışmalarının sonucunda PDA-S ve CMA besi ortamlarına yapılan ekimlerde biber alanlarında kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinden 2013 ve 2014 yıllarında sırasıyla % 76.47 ile % 80 oranlarında *Fusarium* türleri en yaygın etmen olarak yer almıştır. Bunu sırasıyla 2013 yılında *R. solani* (% 37.25) kök çürüklük etmeniyle % 29.41 oranında *Trichoderma* spp. antagonistik fungusları takip etmiştir. Üçüncü sırada kök çürüklük etmeni olarak ise % 25.49 oranında *M. phaseolina* ve *Phytophthora* spp. yer almıştır (Çizelge 4.7). 2014 yılında ise en etkin patojen olan *Fusarium* türlerini takiben, ikinci sırada % 76.36 bulunma oranı ile *Phytophthora* türleri, üçüncü sırada ise % 34.55 oranında *Pythium* spp. ve *M. phaseolina* tespit edilmiştir. Bu kök çürüklük etmenlerini sırasıyla *R. solani, Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. ve *Verticillium* spp. takip etmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4. 7. 2013 yılı Şanlıurfa ili sürvey yapılan biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	6/51	**11.76**
Aspergillus spp.	8/51	**15.69**
Fusarium spp.	39/51	**76.47**
Macrophomina phaseolina	13/51	**25.49**
Phytophthora spp.	13/51	**25.49**
Pythium spp.	1/51	**1.96**
Rhizoctonia solani	19/51	**37.25**
Trichoderma spp.	15/51	**29.41**

Çizelge 4. 8. 2014 yılı Şanlıurfa ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	17/55	**30.91**
Aspergillus spp.	17/55	**30.91**
Fusarium spp.	44/55	**80.00**
M. phaseolina	19/55	**34.55**
Phytophthora spp.	42/55	**76.36**
Pythium spp.	19/55	**34.55**
Rhizoctonia solani	17/55	**30.91**
Trichoderma spp.	1/55	**1.82**
Verticillium spp.	5/55	**9.09**

Diyarbakır ilinde ise 2013 yılında yapılan sürvey çalışmasında en yaygın fungal kök çürüklük etmenleri olarak birinci sırada *Fusarium* spp. (% 66.67) yer almıştır. Bunu % 44.44 bulunma oranı ile *Phytophthora* spp. takip etmiştir. *R. solani* (% 27.78) hastalık etmeni üçüncü sırada yaygın olarak bulunurken, bunu % 16.67 bulunma oranı ile *Macrophomina phaseolina* ve *Aspergillus* türleri takip etmiştir (Çizelge 4.9). 2014 yılı Diyarbakır biber sürvey çalışmasında ise *Phytophthora* spp. (% 80) oranında yaygın olarak birinci sırada tespit edilirken, *Fusarium* spp. % 70 yaygınlık oranında ikinci sırada yer almıştır. Bu etmenleri sırasıyla *R. solani* (% 40), *M. phaseolina* (% 36.67), *Aspergillus* spp. (% 36.67), *Pythium* spp. (% 33.33),

Alternaria spp. (% 20) kök çürüklük etmenleri ile *Trichoderma* spp. (% 3.33) yer almaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. 2013 yılı Diyarbakır ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	3/18	**16.67**
Fusarium spp.	12/18	**66.67**
Macrophomina phaseolina	3/18	**16.67**
Phytophthora spp.	8/18	**44.44**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	5/18	**27.78**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Çizelge 4. 10. 2014 yılı Diyarbakır ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı /Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	6/30	**20.00**
Aspergillus spp.	11/30	**36.67**
Fusarium spp.	21/30	**70.00**
M. phaseolina	11/30	**36.67**
Phytophthora spp.	24/30	**80.00**
Pythium spp.	10/30	**33.33**
Rhizoctonia solani	12/30	**40.00**
Trichoderma spp.	1/30	**3.33**
Verticillium spp.	-	**0.00**

Sürvey çalışmalarının 2013 yılında, Siirt ilinde % 75 oranında *Phytophthora* spp. yaygın olarak bulunurken, bunu *Fusarium* spp. (% 50), *Aspergillus* spp. (% 50) ve *M. phaseolina* (% 25) takip etmiştir (Çizelge 4.11.). 2014 yılı sürvey çalışmalarında ise birinci sırada *Phytophthora* spp. (% 80) yer alırken, ikinci sırada *Fusarium* spp. (% 70), üçüncü sırada *Aspergillus* spp. (% 40) yer almıştır. Bunları sırasıyla yaygın olarak *R. solani* (% 30), *M. phaseolina* (% 30), *Pythium* spp. (% 20), *Verticillium* spp. (% 20), *Alternaria* spp. (% 20) kök çürüklük etmenleri ile % 10 bulunma oranında *Trichoderma* spp. izlemiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. 2013 yılı Siirt ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık Oranı(%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	2/4	**50.00**
Fusarium spp.	2/4	**50.00**
Macrophomina phaseolina	1/4	**25.00**
Phytophthora spp.	3/4	**75.00**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	-	**0.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Çizelge 4.12. 2014 yılı Siirt ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı (%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	2/10	**20.00**
Aspergillus spp.	4/10	**40.00**
Fusarium spp.	7/10	**70.00**
Macrophomina phaseolina	3/10	**30.00**
Phytophthora spp.	8/10	**80.00**
Pythium spp.	2/10	**20.00**
Rhizoctonia solani	3/10	**30.00**
Trichoderma spp.	1/10	**10.00**
Verticillium spp.	2/10	**20.00**

Mardin ili biber üretim alanları incelendiğinde çoğunlukla aile işletmeciliği şeklinde ve kendi aile tüketimine yönelik yapılmakta olduğu gözlenmiş olup, biber arazilerinde yaygın olarak hem 2013 hem de 2014 sürvey çalışmalarında da sırasıyla birinci sırada *Fusarium* türleri (% 75 - % 100), ikinci sırada *Phytophthora* türleri (% 50- % 100) bulunmuştur. Bunları takiben 2013 yılında *R. solani* % 25 oranında üçüncü sırada yer alırken 2014 yılında ise üçüncü sırada % 50 oranında *M. phaseolina* bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14). Daha sonra 2014 sürveyinde sırasıyla % 35.71 oranında *Pythium* spp. ve *Alternaria* spp. ile % 28.57 oranında *Aspergillus* spp. ve % 7.14 *R. solani* kök çürüklük etmenleri yaygınlıkla bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. 2013 yılı Mardin ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	-	**0.00**
Fusarium spp.	6/8	**75.00**
Macrophomina phaseolina	-	**0.00**
Phytophthora spp.	4/8	**50.00**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	2/8	**25.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Macrophomina phaseolina hastalık etmeni ise, sıcaklık seviyesi yüksek olan illerimizde yaygınlıkla görülürken, sıcaklık seviyesi düşük olan Mardin ilimizde yoğun olarak görülmemiştir. Yücel ve arkadaşlarının (2013) Tarsus'ta salçalık biberde yapmış olduğu çalışmayla bizim sonuçlarımızda paralellik göstermektedir.

Çizelge 4. 14. 2014 yılı Mardin ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla Sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	5/14	**35.71**
Aspergillus spp.	4/14	**28.57**
Fusarium spp.	14/14	**100.00**
M. phaseolina	7/14	**50.00**
Phytophthora spp.	14/14	**100.00**
Pythium spp.	5/14	**35.71**
Rhizoctonia solani	1/14	**7.14**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	-	**0.00**

Adıyaman ilinde 2013 ve 2014 sürvey çalışmalarında kök çürüklük etmenlerinden yaygın olarak birinci sırada *Fusarium* (% 100-75) türleri bulunmuştur. 2013 yılındaki sürvey çalışmasında bu etmeni % 40 oranında *Phytophthora* spp. ve *R. solani* etmenleri izlemiştir (Çizelge 4.15). 2014 sürvey çalışmasında ise *Phytophthora* spp. (% 50) yine ikinci sırada yaygın olarak bulunurken, *M. phaseolina* (% 40), *R. solani* (% 35), *Alternaria* spp. (%30), *Pythium* spp. (%20),

Verticillium spp. (% 15) ve *Aspergillus* spp. (% 10) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4. 15. 2013 yılı Adıyaman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	-	**0.00**
Fusarium spp.	5/5	**100.00**
Macrophomina phaseolina	-	**0.00**
Phytophthora spp.	2/5	**40.00**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	2/5	**40.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Çizelge 4. 16. 2014 yılı Adıyaman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	6/20	**30.00**
Aspergillus spp.	2/20	**10.00**
Fusarium spp.	15/20	**75.00**
Macrophomina phaseolina	8/20	**40.00**
Phytophthora spp.	10/20	**50.00**
Pythium spp.	4/20	**20.00**
Rhizoctonia solani	7/20	**35.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	3/20	**15.00**

Yapılan sürvey çalışmalarında Kilis ilinde de kök çürüklük etmenlerinden yaygın olarak *Fusarium* türleri 2013 ve 2014 yıllarında sırasıyla % 85.71 ve % 70.83 olarak belirlenmiştir. Bunu 2013 yılı sürvey çalışmasında *Phytophthora* spp. (% 85.71) ve *Aspergillus* spp. (14.29) bulunma oranlarıyla takip etmiştir (Çizelge 4.17). Sürvey çalışmasının ikinci yılında yani 2014 yılı çalışmalarında ise *Fusarium* türlerini sırasıyla yine *Phytophthora* spp. (% 54.17), ikinci sırada takip ederken, *M. phaseolina* (% 45.83), *Pythium* spp. (% 33.33), *Alternaria* spp. (% 16.67),

Rhizoctonia solani (%12.50), *Verticillium* spp. (% 12.50) ve *Aspergillus* (% 8.33) türleri yaygınlıkla bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4. 17. 2013 yılı Kilis ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık Oranı (%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	1 / 7	**14.29**
Fusarium spp.	6 / 7	**85.71**
Macrophomina phaseolina	-	**0.00**
Phytophthora spp.	6 / 7	**85.71**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	-	**0.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Çizelge 4.18. 2014 yılı Kilis ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık Oranı (%)
Alternaria spp.	4 / 24	**16.67**
Aspergillus spp.	2 / 24	**8.33**
Fusarium spp.	17 / 24	**70.83**
M. phaseolina	11 / 24	**45.83**
Phytophthora spp.	13 / 24	**54.17**
Pythium spp.	8 / 24	**33.33**
Rhizoctonia solani	3 / 24	**12.50**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	3 / 24	**12.50**

Gaziantep ilinde ise 2013 ve 2014 yıllarında sırasıyla % 90 ve % 70 yaygınlıkla biber üretim alanlarında en etkin patojen *Fusarium* spp. ve onu takiben % 80 ve % 55 yaygınlıkla *Phytophthora* spp. ile % 50 ve % 35 bulunma oranlarında *R. solani* bulunmuştur (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Ayrıca 2014 yılı sürvey çalışmalarında *Fusarium, Phytophthora* ve *Rhizoctonia* kök çürüklük etmenlerinden başka % 30 bulunma oranıyla *M. phaseolina* ve % 25 bulunma oranlarıyla

Aspergillus spp., *Alternaria* spp., *Pythium* spp. ve % 10 bulunma oranıyla *Verticillium* spp. tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. 2013 yılı Gaziantep ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık Oranı (%)
Alternaria spp.	-	**0.00**
Aspergillus spp.	-	**0.00**
Fusarium spp.	9 /10	**90.00**
Macrophomina phaseolina	-	**0.00**
Phytophthora spp.	8 /10	**80.00**
Pythium spp.	-	**0.00**
Rhizoctonia solani	5 /10	**50.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**

Çizelge 4.20. 2014 yılı Gaziantep ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	5 / 20	**25.00**
Aspergillus spp.	5 / 20	**25.00**
Fusarium spp.	14 / 20	**70.00**
Macrophomina phaseolina	6 / 20	**30.00**
Phytophthora spp.	11 / 20	**55.00**
Pythium spp.	5 / 20	**25.00**
Rhizoctonia solani	7 / 20	**35.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	2 / 20	**10.00**

2014 yılı GAP Bölgesi biber üretim alanlarında yapılan sürvey çalışmalarında Batman ilinde ise % 90 yaygınlıkla *Fusarium* türleri yaygın ve etkin patojen olarak tespit edilmiştir. Daha sonra kök çürüklük etmenlerinden sırasıyla *Phytophthora* spp. % 80, *R. solani* % 30 ve % 10 bulunma oranlarıyla *M. phaseolina, Alternaria* spp. ve *Pythium* spp. yaygın olarak Batman ilinde belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4. 21. 2014 yılı Batman ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	1 / 10	**10.00**
Aspergillus spp.	-	**0.00**
Fusarium spp.	9 /10	**90.00**
Macrophomina phaseolina	1 /10	**10.00**
Phytophthora spp.	8 /10	**80.00**
Pythium spp.	1 /10	**10.00**
Rhizoctonia solani	3 /10	**30.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	-	**0.00**

Şırnak il ve ilçelerinde 2014 yılında yapılan sürvey çalışmasında ise biber üretim alanlarında % 100 yaygınlıkla *Phytophthora* spp., % 80 yaygınlıkla *Fusarium* spp., % 40 yaygınlıkla *R. solani* ve *Aspergillus* spp. ile % 30 yaygınlıkla *M. phaseolina* ve *Pythium* spp. ve % 10 yaygınlıkla *Alternaria* spp. tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4. 22. 2014 yılı Şırnak ili biber alanlarında fungusların bulaşıklık oranı(%)

Bulunan Etmenler	Bulunduğu tarla sayısı / Toplam tarla sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Alternaria spp.	1 / 10	**10.00**
Aspergillus spp.	4 / 10	**40.00**
Fusarium spp.	8 / 10	**80.00**
Macrophomina phaseolina	3 / 10	**30.00**
Phytophthora spp.	10 / 10	**100.00**
Pythium spp.	3 / 10	**30.00**
Rhizoctonia solani	4 / 10	**40.00**
Trichoderma spp.	-	**0.00**
Verticillium spp.	-	**0.00**

Biber ekiminin sıraya ve toprak profilinin nispeten kuru olduğu dönemlerde yapılması ve kontrollü su uygulaması, kurumaları büyük oranda önlemektedir. Farklı bir çalışmada hastalık çıkış oranı karık sulama yapılan parsellerde 2010 yılında % 8.0-18.2 olurken, damla sulama uygulanan parsellerde % 4.5-10.0 ile daha düşük

bulunmuştur (Yücel ve ark., 2013). Ve verim ile ürün su stres eşiği indeksi arasında önemli bir ilişki vardır. Nitekim, ürün su stres eşiği indeksi damlama sulama için 0.26, karık usulü sulamada ise 0.38 olarak bulunmuştur (Sezen ve ark., 2014). Yaprak alan indeksi ile ürün su stres eşiği indeksi arasında da büyük bir korelasyon bulunmuştur. Damlama sulama ve tam sulama kırmızı biber için önerilmektedir. Sulama durumlarının kısıtlı olduğu durumlarda ise kısıtlı kontrollü su uygulaması % 75 oranında önerilmiştir. Damlama sulamanın % 50 tam olarak uygulanması, kısmen kök kurumaları için değişmez ve alternatif bir çözüm olarak belirtilmiştir (Sezen ve ark., 2014).

4.2. Patojenisite Denemeleri (İklim Odası Çalışmaları)

2013 ve 2014 yılı sürvey çalışmalarından elde edilen izolatlarla, 9 adet deneme ABMAE'nde yer alan iklim odalarında ve 1 adet deneme HÜZF serasında olmak üzere toplam 10 adet patojenisite denemesi tüm izolatlar için kurulmuştur.

4.2.1. 2013 yılı *Rhizoctonia solani, Alternaria* sp., *Aspergillus niger, Phytopthora* sp. izolatlarının patojenisite denemeleri

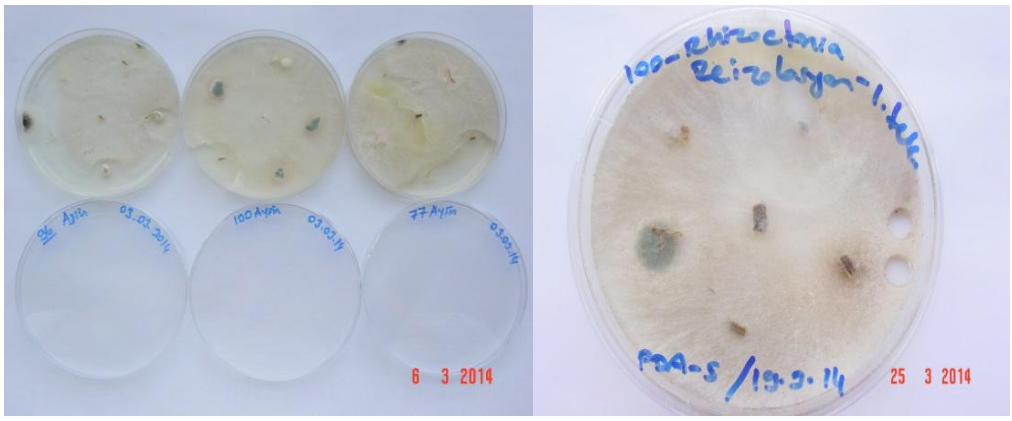
2013 yılı sürvey çalışmalarından elde edilen izolatlarla 3 adet ayrı ayrı patojenisite denemesi kurulmuştur. Bir tanesi 48 adet *Fusarium* spp. izolatlarının test edildiği patojenisite denemesi, ikincisi ise 23 adet *Fusarium* spp. izolatının ve üçüncü patojenisite denemesi ise; diğer etmenlerin yer aldığı *Rhizoctonia solani* (8 izolat), *Alternaria* sp. (1 izolat), *Aspergillus niger* (1 izolat), *Phytopthora* sp. (1 izolat) olmak üzere toplam 11 adet izolatın patojenisite denemesidir. ABMAE iklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem koşullarında 4 tekerrürlü kurulan denemede 8 adet *Rhizoctonia* izolatından sadece bir tanesinin patojen olmadığı (99-Rhizoctonia-Gaziantep izolatı), geriye kalan 7 adet *Rhizoctonia* izolatının ise (77-Rhizoctonia-Mardin, 102-Rhizoctonia-Gaziantep, 86-Rhizoctonia-Gaziantep, 96-Rhizoctonia-Gaziantep, 6-Rhizoctonia-Şanlıurfa, 100-Rhizoctonia-Gaziantep, 98-Rhizoctonia-Gaziantep izolatları) patojen olduğu tespit edilmiştir. Denemede test

edilen diğer izolatların ise 21-*Alternaria* sp., 14-*Aspergillus niger*, 15- *Phytopthora* sp.'nin patojen olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. İklim odası saksı denemelerinde *Rhizoctonia solani* izolatları ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
77- *Rhizoctonia solani*- Mardin	+	
102- *Rhizoctonia solani*-Gaziantep	+	
86- *Rhizoctonia solani*- Gaziantep	+	
96- *Rhizoctonia solani*- Gaziantep	+	
6- *Rhizoctonia solani*- Şanlıurfa	+	
100- *Rhizoctonia solani*- Gaziantep	+	
98- *Rhizoctonia solani*- Gaziantep	+	
99- *Rhizoctonia solani*- Gaziantep		+
15- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa		+
21- *Alternaria* sp.- Şanlıurfa		+
14- *Aspergillus niger*- Şanlıurfa		+
KONTROL	-	-

Birinci aşama patojenisite denemesi sonucunda iklim odasındaki bitkilerde meydana gelen kurumalar, laboratuarda yapılan 3 tekrarlı reizolasyonlar ve saflaştırmalar sonucunda 100, 96 ve 77 numaralı *R. solani* izolatlarının çok şiddetli hastalık belirtisi oluşturduğu ve virülent izolatlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. İklim odasında reizolasyon sonucu elde edilen *Rhizoctonia* spp.

Çalışmamızda, elde edilen izolatlardan *A. flavus, A. niger* ve *Aspergillus* sp. bölgede tespit edilmiş olup (Araştırma Bulguları 4.1.2.Tanı-Teşhis çalışmaları) teşhis kitaplarında toprak kökenli patojenler olmadıkları, özellikle biberde hava kökenli patojenler oldukları belirtilmiş olup (Jones ve ark., 1991; Eccles ve Scott, 1992), yine de 1 adet izolat patojenisite denemesinde testlenmeye alınarak denemeye tabi tutulmuştur. Ve sonuç olarak testlenen izolat patojen olarak bulunmamıştır (14-*Aspergillus niger*-Şanlıurfa) (Çizelge 4.23).

Biberdeki *Aspergillus* üzerine Eccles ve Scott (1992), yaptıkları derleme çalışmasında *Aspergillus*'un biberdeki hava kökenli fungus olduğunu ve çoğunlukla mutfakta yemeklerde masa üzerinde biber baharatını kullanırken çalkalama esnasında havaya karıştığını ve biber baharat kabını salladıktan ilk 10 sn sonra ortamda yoğun etkisini gösterdiklerini daha sonraki zamanlarda çok etkili olmadığını belirtmişlerdir. Sonuçlarımız bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.

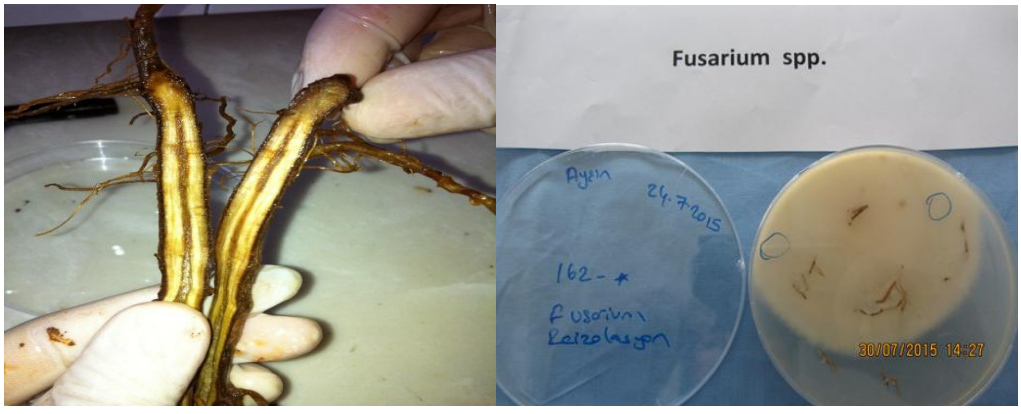
4.2.2. 2013 yılı *Fusarium* spp. izolatları patojenisite denemeleri

2013 yılı sürvey çalışması sonucu elde edilen *Fusarium* spp. izolatlarından ikinci kısım kurulan patojenisite denemesinde bölgeyi kapsaması açısından tüm illeri temsil eden izolatlar test edilmiştir. ABMAE iklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. İklim odasında yapılan patojenisite denemesinden elde edilen tekrarlı reizolasyonlar sonucunda toplamda 23 adet izolat test edilmiş ve bunun sonucunda 10 adet *Fusarium* izolatı (85-Fusarium-Adıyaman, 94-Fusarium-Kilis, 82-Fusarium-Adıyaman, 76-Fusarium-Mardin, Siirt-2-Fusarium, 66b-Fusarium-Diyarbakır, 12-Fusarium-Şanlıurfa, 84b-Fusarium-Adıyaman, 84a-Fusarium- Adıyaman, 10b-Fusarium-Şanlıurfa izolatları) patojen olarak bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. İklim odası saksı denemelerinde *Fusarium* spp. izolatları ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
32- *Fusarium* sp.- Şanlıurfa		+
85- *Fusarium* sp.-Adıyaman	+	
94- *Fusarium* sp.- Kilis	+	
77- *Fusarium* sp.- Mardin		+
101-*Fusarium* sp.-Gaziantep		+
Siirt-1- *Fusarium* sp.		+
64- *Fusarium* sp.- Diyarbakır		+
92- *Fusarium* sp.- Kilis		+
82- *Fusarium* sp.- Adıyaman	+	
76- *Fusarium* sp.- Mardin	+	
66- *Fusarium* sp.- Adıyaman		+
Siirt-2- *Fusarium* sp.	+	
84c- *Fusarium* sp.- Adıyaman		+
66b- *Fusarium* sp.- Diyarbakır	+	
91- *Fusarium* sp.- Kilis		+
12- *Fusarium* sp.- Şanlıurfa	+	
32b- *Fusarium* sp.- Şanlıurfa		+
84b- *Fusarium* sp.- Adıyaman	+	
84c- *Fusarium* sp.- Adıyaman		+
64- *Fusarium* sp.- Diyarbakır		+
10- *Fusarium* sp.- Şanlıurfa		+
84a- *Fusarium* sp.- Adıyaman	+	
10b- *Fusarium* sp.- Şanlıurfa	+	
KONTROL	-	-

2013 yılı *Fusarium* spp. patojenisite denemesi sonucunda (Şekil 4.7.); iklim odasındaki bitkilerde meydana gelen simptomlar, kurumalar ve laboratuarda yapılan 3 tekrarlı reizolasyonlar sonucunda 85, 84a, 94, 10b, 84b, 82, 76, 66b, 12 ve Siirt2 (*Fusarium* spp.) numaralı izolatlardan 10-b, Siirt-2, 66-b ve 84 numaralı izolatların **'virülent izolatlar'** olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).



Şekil 4.7. *Fusarium* reizolasyon sonucu

2013 yılı sürvey çalışması sonucu elde edilen *Fusarium* spp. izolatlarından üçüncü kısım olarak ABMAE'nde kurulan patojenisite denemesinde ise toplam 48 adet izolat test edilmiş ve deneme sonucunda biber bitkilerinde ve köklerinde meydana gelen simptomlardan, iletim demetlerinde meydana gelen tıkanmalar ve kurumalardan elde edilen tekrarlı reizolasyonlar sonucu 31 adet *Fusarium* izolatının patojen olduğu tespit edilmiştir. Patojen bulunan izolatlar içerisinde; Şanlıurfa, Diyarbakır ve Kilis ilçeleri ile, Adıyaman-Tut, Adıyaman-Merkez, Gaziantep-Nurdağı, Gaziantep-Islahiye, Şırnak-Cizre, Batman-Hasankeyf, Batman-Kozluk ve Mardin-Nusaybin, Mardin-Savur ve Mardin-Yeşilli izolatları yer almaktadır. 17 adet *Fusarium* izolatının ise patojen olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4. 25. Saksı denemelerinde *Fusarium* spp. izolatları ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
12- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Merkez		+
18- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Kısas		+
21- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Akçakale		+
24- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Siverek	+	
26- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Bozova	+	
171- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Ceylanpınar	+	
175- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Viranşehir	+	
183- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Birecik	+	
188- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Suruç	+	
192- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Suruç		+
34- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Bismil	+	
42- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Lice	+	
20- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Akçakale	+	
136- *Fusarium* sp.-Mardin, Nusaybin	+	
190- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Suruç	+	
8- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Merkez	+	
46- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Dicle	+	
80- *Fusarium* sp. -Adıyaman, Tut	+	
88- *Fusarium* sp. -Gaziantep, Nurdağı	+	
43- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Hani	+	
47- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Ergani	+	
48- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Yenişehir	+	
50- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Çermik	+	
56- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Kulp		+
59- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Silvan		+
71- *Fusarium* sp.-Adıyaman, Gölpınar		+
74- *Fusarium* sp.-Adıyaman, Merkez	+	
80- *Fusarium* sp.-Adıyaman, Tut	+	
83- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Yavuzeli		+

Çizelge 4.25. **(devam)**

89- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Nurdağı		+
92- *Fusarium* sp. -Gaziantep, Islahiye	+	
101- *Fusarium* sp.-Kilis, Merkez	+	
108- *Fusarium* sp. -Kilis, Polateli	+	
114- *Fusarium* sp.-Kilis, Musabeyli	+	
120- *Fusarium* sp. -Kilis, Elbeyli	+	
127- *Fusarium* sp.-Mardin, Yeşilli	+	
128- *Fusarium* sp. -Mardin, Savur	+	
135- *Fusarium* sp. -Mardin, Nusaybin		+
167- *Fusarium* sp.-Mardin, Derik		+
138- *Fusarium* sp.-Şırnak, Cizre	+	
140- *Fusarium* sp.-Şırnak, Güçlükonak		+
142- *Fusarium* sp. -Şırnak, Silopi		+
147- *Fusarium* sp.-Batman, Hasankeyf	+	
150- *Fusarium* sp.-Batman, Merkez		+
155- *Fusarium* sp.-Batman, Kozluk	+	
157- *Fusarium* sp. -Siirt, Kurtalan		+
161- *Fusarium* sp.-Siirt, Baykan		+
163- *Fusarium* sp. -Siirt, Merkez		+

Işık mikroskobu altında elde edilen *Fusarium* spp. örneklerinin makrokonidilerinin boyu 262-302 mikrometre arasında (ortalama 280.4 mikrometre), eni ise 43-55 mikrometre arasında (ortalama 50.8 mikrometre) tespit edilmiştir.

4.2.3. 2014 yılı *Pythium* spp. izolatları patojenisite denemeleri

İklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır (Şekil 4.9). 2014 yılı *Pythium* spp. izolatlarından kurulan patojenisite denemesinde toplam 49 adet izolat test edilmiş ve bunlardan 22 adet izolat patojen bulunmayıp, geriye kalan 27 adet tüm *Pythium* spp. izolatları patojen bulunmuştur. Bu izolatlar içerisinde 9 adet *Pythium* spp. izolatı (7-*Pythium*-Şanlıurfa Merkez, 3-*Pythium*-Şanlıurfa Merkez, 83-*Pythium*-Gaziantep Yavuzeli, 115-*Pythium*-Kilis Musabeyli, 19-*Pythium*-Şanlıurfa Kısas, 55- *Pythium*-Diyarbakır Kulp, 64-*Pythium*-Adıyaman Merkez, 29-*Pythium*-Şanlıurfa Yaylak, 63-*Pythium*-Adıyaman Merkez) **'çok virülent izolatlar'** olarak tespit edilmişlerdir (Çizelge 4.26). Deneme esnasında test edilen *Pythium* spp. izolatları, inokulasyon için hazırlanan petrideki misel ve sporlarının tamamı içinde olacak şekilde toprağa inokule edilmiş, böylece biber

fideleri çıkışında bitkiyi hemen zarara uğrattığı ve bitkiyi cansız bıraktığı ya da tamamen kuruttuğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çeşitli çalışmalarda da *Pythium* hastalık etmeni **'Çökerten-damping-off'** olarak adlandırılmaktadır.

Çizelge 4.26. Saksı denemelerinde *Pythium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
26- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Yaylak	+	
17- *Pythium* sp.- Şanlıurfa Kısas	+	
136- *Pythium* sp. -Mardin Nusaybin	+	
60- *Pythium* sp.-Diyarbakır Silvan	+	
2- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Merkez	+	
190- *Pythium* sp. -Şanlıurfa Suruç	+	
156- *Pythium* sp. -Batman Kozluk	+	
94- *Pythium* sp.-Gaziantep Islahiye	+	
114- *Pythium* sp. -Kilis Musabeyli	+	
135- *Pythium* sp.- Mardin Nusaybin	+	
7- *Pythium* sp.- Şanlıurfa Merkez	**	
3- *Pythium* sp. -Şanlıurfa Merkez	**	
42- *Pythium* sp.- Diyarbakır Lice	+	
83- *Pythium* sp.-Gaziantep Yavuzeli	**	
20- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Akçakale	+	
46- *Pythium* sp.-Diyarbakır Dicle	+	
88- *Pythium* sp.-Gaziantep Nurdağı	+	
115- *Pythium* sp.- Kilis Musabeyli	**	
14- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Merkez	+	
80- *Pythium* sp.-Adıyaman Tut	+	
97- *Pythium* sp. -Gaziantep Islahiye	+	
19- *Pythium* sp.- Şanlıurfa Kısas	**	
55- *Pythium* sp.-Diyarbakır Kulp	**	
64- *Pythium* sp.-Adıyaman Merkez	**	
29- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Yaylak	**	
8- *Pythium* sp. - Şanlıurfa Merkez	+	
63- *Pythium* sp.-Adıyaman Merkez	**	
40- *Pythium* sp.-Diyarbakır Lice		+
5- *Pythium* sp. -Şanlıurfa Merkez		+
160- *Pythium* sp.-Siirt Baykan		+
21- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Akçakale		+
49- *Pythium* sp.-Diyarbakır Ergani		+
74- *Pythium* sp.-Adıyaman Merkez		+
12- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Merkez		+
142- *Pythium* sp.-Şırnak Silopi		+
129- *Pythium* sp.-Mardin Savur		+
176- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Viranşehir		+
25- *Pythium* sp. -Şanlıurfa Yaslıca		+
146- *Pythium* sp.-Şırnak Silopi		+

Çizelge 4.26. **(devam)**

100- *Pythium* sp.-Gaziantep Şahinbey		+
36- *Pythium* sp.-Diyarbakır Çınar		+
43- *Pythium* sp.-Diyarbakır Hani		+
163- *Pythium* sp.-Siirt Merkez		+
189- *Pythium* sp. -Şanlıurfa Suruç		+
180- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Birecik		+
15- *Pythium* sp.-Şanlıurfa Merkez		+
145- *Pythium* sp.-Şırnak Silopi		+
84- *Pythium* sp.-Gaziantep Yavuzeli		+
KONTROL	-	-

** Patojenisite testi esnasında bitkilerin tamamen kurumasına sebep olan çok şiddetli izolat türlerini temsil etmektedir.

Hatat (1995)'de yaptığı çalışmada Samsun ilinde biber, domates, hıyar bitkilerine ilaveten mısır, buğday, fasülye, ayçiçeği, şekerpancarı, tütün olmak üzere toplam 6 tarla bitkisi ve 3 sebzede yaptığı patojenisite denemelerinde, *P. ultimum* var. *sporangiiferum* ve *P. monospermum*'un en virülent türler olduğu ve söz konusu bitkilerde çıkış öncesi ve sonrası Çökerten hastalığına neden olduklarını saptamıştır. *P. connatum, P. deliense, P. hydnosporum, P. paroecandrum, P.* sp. (F-grup), *P.* sp. (G-grup), *P.* sp. (HS-grup*), P. torulosum, P. ultimum* var. *ultimum* olmak üzere diğer *Pythium* türleri de bitkilerde değişen oranlarda kök çürüklüğüne ve zayıf gelişmeye neden olduklarını belirtmiştir. Biber de yaptığımız bu çalışmada da patojenisite denemeleri sonucunda yapılan teşhis çalışmalarında, yaygınlıkla *P. ultimum* türü tespit edilmiş olup, bu yönüyle Hatat (1995)'ın yaptığı çalışmayı desteklemektedir.

Chellemi ve ark. (2000), Florida'da yaptıkları çalışmada *P. aphanidermatum, P. myriotylum, P. helicoides* ve *P. splendens'*in biberlerde önemli bir şekilde kök çürüklüğüne ve biber kök gelişiminde azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir. *P. aphanidermatum* ve *P. myriotylum* çok şiddetli kök çürüklüğüne ve bitki ağırlığında önemli düşüşlere (% 42) ve bitki ölüm hızı (% 62) sebep olmuşlardır. Biber bitkilerinin köklerindeki nekrozlarında düşük oranlarda *P. arrhenomores, P. catenulatum, P. graminicola* ve *P. irregulare* gözlenmiştir fakat bu türlerin hiçbirisi bitki ağırlığında kayıplara sebep olmamıştır, sadece *P. irregulare* sürgün ağırlığında azalmalara neden olmuştur. *P. periplocum, P. spinosum* ve *Pythium* sp.-F türü biberin kök dokularına kolonize olmuşlardır, fakat önemli bir şekilde kök çürüklüğüne neden olmamışlar ve açıkça bitki gelişmesini etkilememişlerdir.

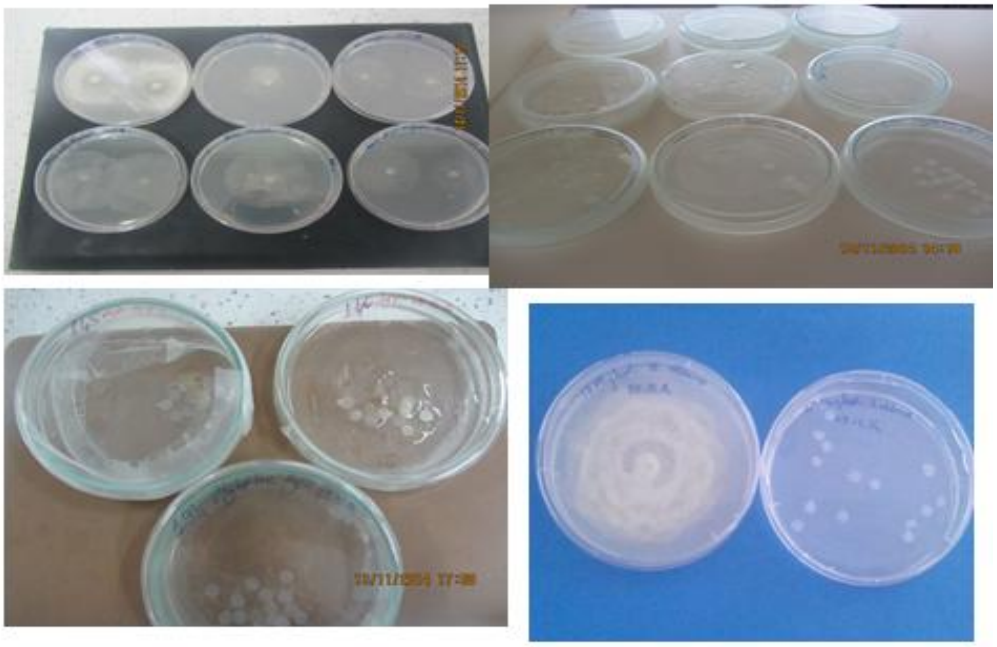
Sıcaklık ve *P. aphanidermatum, P. myriotylum* arasında önemli bir ilişki biberlerin şaşırtılması esnasında gözlenmiştir. 28^{o}C'de gelişmede önemli bir azalma meydana gelmiştir, bitki ölüm hızı ise sadece 34^{o}C'de meydana gelmiştir.

4.2.4. 2014 yılı *Phytophtora* spp. izolatları patojenisite denemeleri

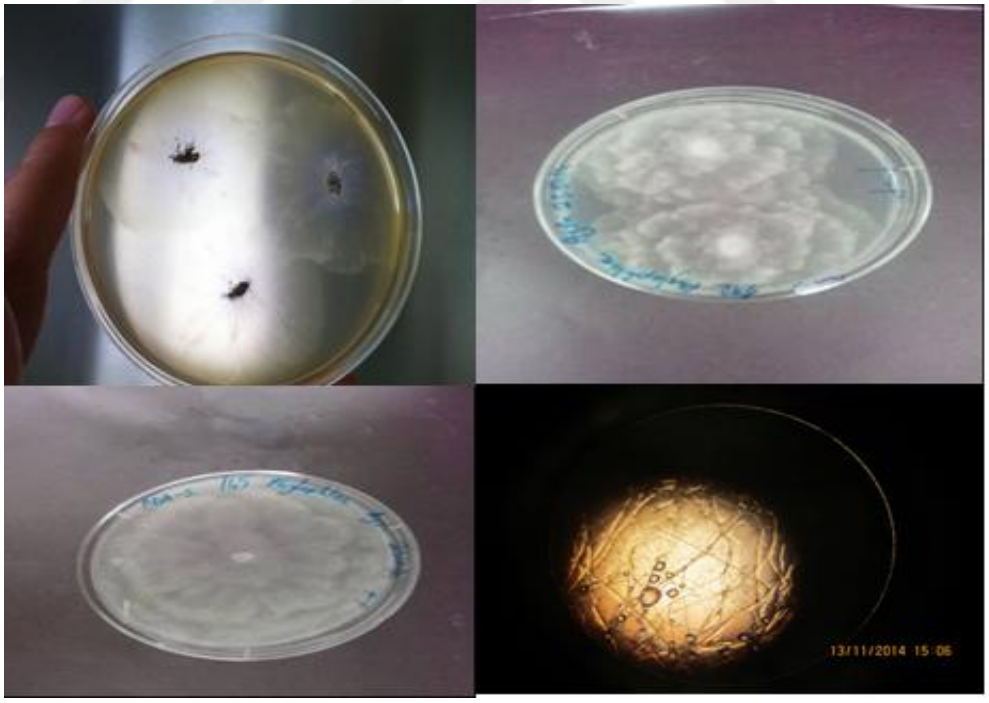
Deneme ABMAE'de 30 Aralık 2014 tarihinde kurulmuş, 19 Ocak 2015 tarihinde ise sonlandırılmıştır. İklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. Topraktan ve yaprak epidermisinden yara açmak suretiyle verilen izolatlar ayrı ayrı kontrol edilerek değerlendirmeye tabi tutulmuş ve tekrarlı reizolasyon çalışmaları laboratuarda yürütülmüştür (Şekil 4.8.). İnokulum hazırlamak için *Phytophtora* spp. izolatlarından devamlı saf kültürler elde edilerek ve çeşitli sayıda aktarmalar yapılarak sporangiumların bol miktarda oospor teşviki sağlanmış, sporulasyon tamamlanınca patojenisite denemelerinde kullanılmışlardır (Şekil 4.9.). Patojenisite denemeleri sonucunda yapılan teşhislerde *P. capsici, P. citrophtora, Phytophtora* sp. türleri yaygın belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.8. *Phytophtora* spp. patojenisite denemesi sonucu ve reizolasyonu



Şekil 4.9. CMA'da gelişen farklı *Phytophtora* (*Phytophtora* sp., *P.capsici*, *P.citrophtora*) türlerinin sporülasyonu ve patojenisite denemelerinde kullanılan fungal diskleri



Şekil 4.10. PDA ve CMA'da gelişen *Phytophtora capsici*, *P. citrophtora* ve *Phytophtora* sp. fungus türleri ve mikroskop altında görünüşü

4.2.4.1. Biber fidelerine topraktan inokulum verilen *Phytophtora* spp. izolatları

Testlemeye alınan 41 adet *Phytophtora* spp. izolatı yapay ortamda geliştirilen yulaf kültürü içerisinde inokulum olarak topraktan verilmek suretiyle ve bitki köklerinde küçük traşlama yaparak yara açılmış ve böylece test edilmiştir. Bu test edilen izolatların tümünün bitkiyi ve köklerini soldurduğu, yaralandırdığı ve hastalık simptomlarını fazlasıyla göstermiş olduğu tespit edilmiş ve hepsi patojen olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4. 27. İklim odası saksı denemelerinde *Phytophtora* türlerinin topraktan hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite listesi

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
14- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Umut	+	
85- *Phytophtora* sp.-Gaziantep Yavuzeli	+	
3- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Merkez	+	
21- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Akçakale	+	
90- *Phytophtora* sp.-Gaziantep Nurdağı	+	
83- *Phytophtora* sp.-Gaziantep Yavuzeli	+	
84- *Phytophtora* sp. -Gaziantep Yavuzeli	+	
40- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Lice	+	
146- *Phytophtora* sp.-Şırnak Silopi	+	
12- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Çekçek	+	
76- *Phytophtora* sp.-Adıyaman Boyundere	+	
64- *Phytophtora* sp.-Adıyaman Hasankendi	+	
128- *Phytophtora* sp.- Mardin Savur	+	
25- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Yaslıca	+	
74- *Phytophtora* sp.-Adıyaman Büyükkavaklı	+	
73- *Phytophtora* sp.-Adıyaman Gözebaşı	+	
16- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Çekçek	+	
136- *Phytophtora* sp.-Mardin Nusaybin	+	
148- *Phytophtora* sp.- Batman Hasankeyf	+	
60- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Silvan	+	
100- *Phytophtora* sp.- Gaziantep Şahinbey	+	
20- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Akçakale	+	
142- *Phytophtora* sp.- Şırnak Silopi	+	
114- *Phytophtora* sp.- Kilis Musabeyli	+	
115- *Phytophtora* sp.- Kilis Musabeyli	+	
17- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Kısas	+	
36- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Çınar	+	
49- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Ergani	+	
63- *Phytophtora* sp.-Adıyaman Merkez	+	
72- *Phytophtora* sp.- Adıyaman Gözebaşı	+	
94- *Phytophtora* sp.- Gaziantep Islahiye	+	
145- *Phytophtora* sp.- Şırnak Silopi	+	

Çizelge 4.27. **(devam)**

153- *Phytophtora* sp.- Batman Merkez	+
176- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Viranşehir	+
184- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Birecik	+
188- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Suruç	+
5- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Umut	+
27- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Yaylak	+
2- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Merkez	+
192- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Suruç	+
26- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Yaylak	+

4.2.4.2. Biber fidelerine yapraktan inokulum verilen *Phytophtora* spp. izolatları

Testlemeye alınan 37 izolatın hepsinin yaprakları ve bitkileri zararlandırdığı, yaralandırdığı tespit edilmiş ve hepsi patojen olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. İklim odası saksı denemelerinde *Phytophtora* türlerinin yapraktan hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite listesi

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
109- *Phytophtora* sp.-Kilis Polateli	+	
100-*Phytophtora* sp.-Gaziantep Şahinbey	+	
166- *Phytophtora* sp.- Siirt Merkez	+	
49-*Phytophtora* sp.-Diyarbakır Ergani	+	
136-*Phytophtora* sp.-Mardin Nusaybin	+	
148-*Phytophtora* sp.-Batman Hasankeyf	+	
18-*Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Kısas	+	
20- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Akçakale	+	
2- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Viranşehir	+	
114- *Phytophtora* sp.-Kilis Musabeyli	+	
17-*Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Kısas	+	
42-*Phytophtora* sp.-Diyarbakır Lice	+	
36- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Çınar	+	
163- *Phytophtora* sp.-Siirt Merkez	+	
191-*Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Suruç	+	
90- *Phytophtora* sp.-Gaziantep Nurdağı	+	
192- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Suruç	+	
24- *Phytophtora* sp.–Şanlıurfa Siverek	+	
21- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Akçakale	+	
40- *Phytophtora* sp.- Diyarbakır Lice	+	
26- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Yaylak	+	
182- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Birecik	+	
158- *Phytophtora* sp.- Siirt Kurtalan	+	
104- *Phytophtora* sp.- Kilis Merkez	+	
1- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Merkez	+	

Çizelge 4.28. **(devam)**

26- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Yaylak	+
64- *Phytophtora* sp.- Adıyaman Merkez	+
163- *Phytophtora* sp.- Siirt Merkez	+
144- *Phytophtora* sp.-Şırnak Silopi	+
63- *Phytophtora* sp.- Adıyaman Merkez	+
185- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Birecik	+
160- *Phytophtora* sp.- Siirt Baykan	+
129- *Phytophtora* sp.- Mardin Savur	+
15- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Umut	+
189- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Suruç	+
12- *Phytophtora* sp.- Şanlıurfa Çekçek	+
190- *Phytophtora* sp.-Şanlıurfa Suruç	+

Güncü (1983)'de yaptığı çalışmada bibere karşı patojenisiteleri denenerek tanımlanmış 4 *Phytophthora capsici* izolatından ikisini patojen bulurken diğer ikisinin patojen bulmamıştır. Fakat kendi elde ettiği 15 bölge biber izolatının hepsinin patojen olduğunu belirtmiştir. Bütün izolatların patojeniteleri testlerinde, bitkilerde önce genel solma görülmüş, hemen sonra kökboğazında haşlanmış gibi lezyon oluşmuş ve kökboğazı lezyonu köke ve gövdeye doğru ilerlerken renginin kahverengileştiğini ve çökükleştiğini, hastalık ilerledikçe de bitkilerin sararıp kuruduğunu bildirmiştir. Bu belirtiler bu çalışmada görülen belirtiler ile benzerlik göstermiştir. Yücel (1995), *P. capsici*'nin neden olduğu hastalığın kontrolünde toprak solarizasyonunun tek veya Methylbromid'in azaltılmış dozu ile (40 g/m^2) kombine edilmiş şeklinin etkili olduğunu belirtmiştir. Tüm uygulamalar, önemli bir şekilde hastalık şiddetini azaltmıştır.

Canıhoş (1998; 2003) yaptığı çalışmalarda Doğu Akdeniz Bölgesinde turunçgil sulama kaynaklarında zamklanma hastalığı etmeninin (*Phytophthora citrophthora* Smith ve Smith), tohum, toprak ve su ile taşınabilen bir etmen olduğunu; bahçelerin sulanmasında kullanılan havuz, kanal, kuyu gibi su kaynaklarının ve drenaj kanallarının tamamının etmenle bulaşık olduğunu belirtmiştir. Konukoğlu (2007) ise *P. capsici'* nin Kahramanmaraş bölgesindeki kanal sulama suları ile bulaştığını saptamıştır. Patojen bulaşık topraklardan biber yaprak disklerinin Masago seçici ortamında inkübasyonu ile elde edilememesine rağmen bu bulgular, bu etmenin topraklarda oosporları ile kışlayabileceğini göstermiştir. Bu yönüyle bu çalışmayla paralellik gösterip, *Phytophthora* spp. türlerinin biber üretim alanlarında da yoğun

bir bulaşıklığının bulunduğu, sulama suyuyla bir alandan diğerine taşındığını ve salma suyunun yoğun kullanıldığı takdirde yetiştirilen ürün farketmeksizin tüm alanlarda sporangium oluşturduğu ve hastalık yapma yeteneği arttığı için verimde önemli ölçüde kayıplara neden olabileceği öngörülmektedir.

4.2.5. 2014 yılı *Fusarium* spp. izolatları patojenisite denemeleri

GAP Bölgesi biber yetiştirilen alanlar içerisinde 9 il ve ilçeden 2014 yılında toplanan toplam 94 izolattan iklim odası koşullarının küçük olması sebebiyle 43 izolat hastalık testlemesine alınmıştır. Denemeler, ABMAE iklim odasında yürütülmüştür. İklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. Patojenisite denemeleri esnasında bitkilerde genel olarak bir solgunluk, kök ve kök boğazında çürüklük, iletim demetlerinde kararmalar ve bazı bitkilerin tamamında kurumalar tespit edilmiştir. Tamamen ve hemen kuruma gösteren türler 'çok virülent türler' kabul edilip, *Fusarium* türleri için yapılan moleküler karakterizasyon çalışmalarında bu türler kullanılmıştır (Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36). İnokulasyondan 45 gün sonra bitkiler köklerinden sökülerek değerlendirmeye alınmıştır. Daha sonra reizolasyon çalışmaları için Laboratuar ortamına geçilmiştir. Reizolasyon sonuçları ışık mikroskobu altında teşhis edilmiştir (Çizelge 4.29 ve Şekil 4.11 - 4.12).

GAP Bölgesi biber alanlarında mevcut kök ve gövde çürüklükleri arasında *Fusarium* spp. patojenisite denemelerinin sonucunda yapılan teşhislerde *Fusarium* sp., *F. solani* ve *F. oxysporum* yaygın türler olarak tespit edilmiştir. Sonuçlarımız Rowe (1980) ve Asan (2011)'ın bulduğu sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Fusarium spp. patojenisite denemelerinin reizolasyon çalışmaları sonucunda 3 adet izolat (83-*Fusarium*-Gaziantep-Yavuzeli, 89-*Fusarium*-Gaziantep-Nurdağı, 161- *Fusarium* -Siirt-Baykan) patojen bulunmayıp, geriye kalan 40 adet tüm *Fusarium* izolatları patojen olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).

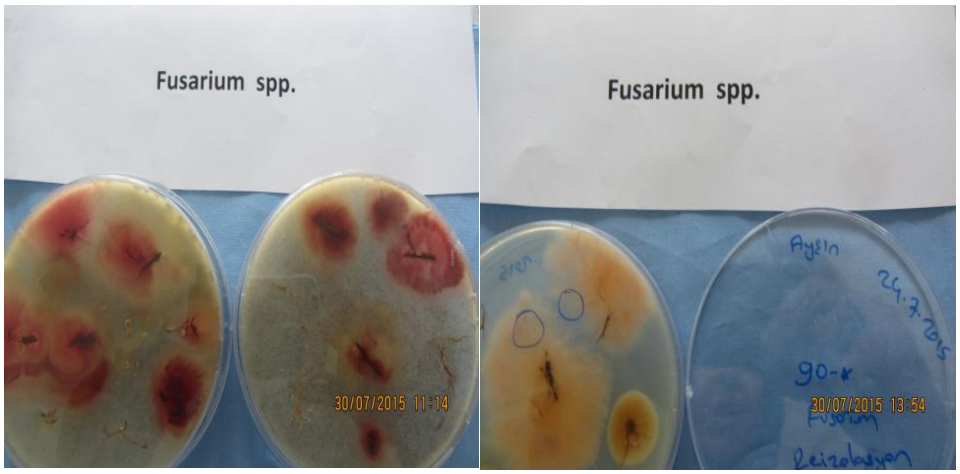
Çizelge 4.29. İklim odası saksı denemelerinde *Fusarium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
8- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Merkez	+	
12- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Umut Köyü	+	
18- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Kısas	+	
20- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Akçakale	+	
21- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Akçakale	+	
24- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Siverek	+	
26- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Bozova	+	
171- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Ceylanpınar	+	
175- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Viranşehir	+	
183- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Birecik	+	
188- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Suruç	+	
190- *Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Suruç	+	
34- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Bismil	+	
42- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Lice	+	
43- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Hani	+	
46- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Dicle	+	
47- *Fusarium* sp. -Diyarbakır, Yenişehir	+	
48- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Yenişehir	+	
50- *Fusarium* sp.-Diyarbakır, Çermik	+	
74- *Fusarium* sp. -Adıyaman, Merkez	+	
80- *Fusarium* sp.-Adıyaman, Tut	+	
83- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Yavuzeli		+
88- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Nurdağı	+	
89- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Nurdağı		+
92- *Fusarium* sp.-Gaziantep, Islahiye	+	
101- *Fusarium* sp.-Kilis, Merkez	+	
108- *Fusarium* sp. -Kilis, Polateli	+	
114- *Fusarium* sp.-Kilis, Musabeyli	+	
120- *Fusarium* sp.-Kilis, Elbeyli	+	
127- *Fusarium* sp.-Mardin, Yeşilli	+	
128- *Fusarium* sp. -Mardin, Savur	+	
135- *Fusarium* sp.-Mardin, Nusaybin	+	
136- *Fusarium* sp.-Mardin, Nusaybin	+	
167- *Fusarium* sp. -Mardin, Derik	+	
138- *Fusarium* sp.-Şırnak, Cizre	+	
140- *Fusarium* sp.-Şırnak, Güçlükonak	+	
142- *Fusarium* sp.-Şırnak, Silopi	+	
147- *Fusarium* sp.-Batman, Hasankeyf	+	
150- *Fusarium* sp.-Batman, Merkez	+	
155- *Fusarium* sp.-Batman, Kozluk	+	
157- *Fusarium* sp.-Siirt, Kurtalan	+	
161- *Fusarium* sp.-Siirt, Baykan		+
163- *Fusarium* sp. -Siirt, Merkez	+	
KONTROL	-	-

Skovgaard ve ark. (2002), bezelye üzerinde topraktan ve bitkiden elde ettikleri 28 *Fusarium oxysporum complex* izolat ırklarının patojenisitelerini kök ve gövdedeki solma yüzdesine göre test ettikleri çalışmalarında izolatların 7'si patojen, 14'ü zayıf patojen, 7 ırk ise bezelye üzerinde patojen bulunmamıştır.



Şekil 4.11. *Fusarium* spp. patojenisite denemesi sonucu ve reizolasyon



Şekil 4.12.Patojenisite denemelerinde reizolasyon sonucu PDA'da gelişen farklı *Fusarium* türleri

4.2.6. 2014 yılı *Rhizoctonia solani* izolatları patojenisite denemeleri

GAP Bölgesinde biber yetiştirilen alanlar içerisinde 9 il ve ilçeden toplanan toplam 38 izolattan bölgeyi temsil edecek 12 izolat hastalık testlemesine alınmıştır. ABMAE iklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. İnokule edilen bitkiler inokulasyondan 45 gün sonra değerlendirmeye tabi tutulmuş, reizolasyon sonuçları mikroskop altında teşhis edilmiştir (Çizelge 4.30, Şekil 4.13). Mikroskop altında tanı ve teşhis çalışmalarında *Rhizoctonia* spp.'nin *Rhizoctonia solani* olduğu tespit edilmiştir.

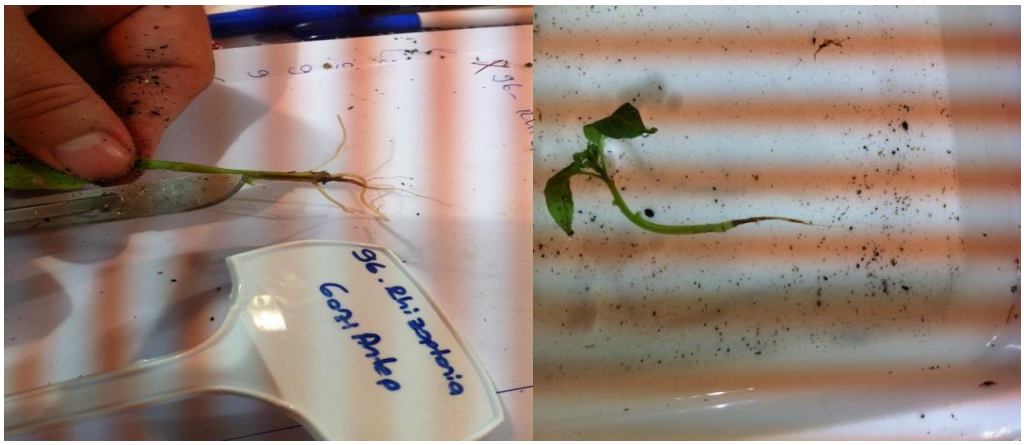
Çizelge 4.30. İklim odası saksı denemelerinde *Rhizoctonia solani* hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
6- *R. solani* - Şanlıurfa, Merkez		+
22- *R. solani* - Şanlıurfa, Merkez		+
179- *R. solani* - Şanlıurfa, Birecik	+	
49- *R. solani* - Diyarbakır, Ergani	+	
56- *R. solani* - Diyarbakır, Kulp	+	
62- *R. solani* -Adıyaman, Şambayat		+
75- *R. solani* - Adıyaman, Tut	+	
98- *R. solani* - Gaziantep, Şahinbey		+
109- *R. solani* Kilis, Polateli	+	
130- *R. solani* - Mardin, Nusaybin	+	
138- *R. solani* - Şırnak, Cizre	+	
156- *R. solani*- Batman	+	
165- *R. solani* - Siirt, Merkez	+	
KONTROL	-	-

Yapılan patojenisite deneme sonucunda 6-*Rhizoctonia*-Şanlıurfa Merkez, 22-*Rhizoctonia*-Şanlıurfa Merkez, 62-*Rhizoctonia*-Adıyaman Şambayat, 98-*Rhizoctonia*-Gaziantep, Şahinbey izolatları haricindeki toplam 9 adet *R. solani* izolatı patojen olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Bolkan ve Ribeiro (1985), Brezilyada *R. solani* izolatlarının patojenisiteleri ve anastomosis grupları üzerine yaptıkları çalışmada Brezilyanın 11 eyaletinde 31 tane farklı bitkiden topladıkları 130 tane *R. solani*'nin anastomosis grubunu tespit etmişlerdir. 59 tane izolat AG-4, 10 tane izolat AG-3, 42 tane izolat AG-2 ve 11 tane

izolat AG-1 olarak tanımlanmıştır. 8 tane izolat hiçbir anastomosis grubuna ya da ırkına dahil olmamış ve hiçbir izolat AG-5 ırkı olarak tanımlanmamıştır. Kırmızıbiber, turp, soya fasülyesi, barbunya, şekerpancarı, lahana yaprak ve hipokotilleri üzerinde gelişen çok yüksek virülent olan ırklardan virülent olmayan ırklara kadar değişkenlik gösteren farklı anastomosis gruplarından elde edilen 35 izolatın patojenisite testlerinde tüm reizolasyonlar, orijinal inokulumla benzer karakteristik özellikler göstermiştir. İzolatların optimum gelişme sıcaklığı 20^{o}C'den 30^{o}C'ye kadar çeşitli sıcaklıklarda test edilmiştir. 35 izolatın tamamı, nispeten 15^{o}C'de gelişmiştir. 10^{o}C'de % 75'i gelişmemiş ya da çok az miktarda gelişmiştir. 30^{o}C'de çoğu izolat ortalama gelişme göstermiştir. Fakat % 78'den fazla izolat 35^{o}C'de gelişmemiştir. Anastomosis grupları arasında (p=0.05 varyans aralığında) optimum sıcaklık istekleri açısından önemli bir fark görülmemiştir. AG1 izolatı börülce yaprakları üzerinde yüksek virülent *R. solani* anastomosis grup ırkı olarak tespit edilirken, test edilen diğer bitkilerde biberde dahil olmak üzere patojen olmadığı veya çok zayıf olarak bulunmuştur. Lahana ve şeker pancarı üzerinde bir izolat oldukça yüksek virülent ırk olmuştur. AG-2 ve AG-3 izolatları, inokule edildiği tüm bitkilerde (biberde dahil olmak üzere) çok zayıf veya hiç virülent bulunmamıştır. AG-4 izolatı şekerpancarı hipokotilleri ve börülce yaprakları üzerinde oldukça virülent ırk olarak tespit edilmiş ve diğer anastomosis grupları arasında en geniş konukçu dizini olan grup ırkı olmuştur.



Şekil 4.13. İklim odasında *Rhizoctonia solani* patojenisite denemesi reizolasyonu



Şekil 4.13. (**devam)**

4.2.7. 2014 yılı *Macrophomina phaseolina* izolatları patojenisite denemeleri

GAP bölgesinde biber yetiştirilen alanlar içerisinde 9 il ve ilçeden toplanan toplam 44 izolattan ABMAE'nün iklim odası koşullarının küçük olması sebebiyle 11 izolat hastalık testlemesine alınmıştır. İklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. İnokulasyondan 45 gün sonra değerlendirmeye alınan bitkilerden reizolasyon sonuçları mikroskop altında teşhis edilmiştir (Çizelge 4.31, Şekil 4.14). **'Kömür Çürüklüğü'** olarak da bilinen *Macrophomina phaseolina* hastalık etmeni bitkinin kök bölgesi ve çevresinde siyahımsı kömür gibi çürüklük oluşturmuştur. Biber bitkisinin kök bölgesinden ve iletim demetlerinin iç kısımlarından yapılan reizolasyon çalışmaları sonucunda da elde edilen misel yapısı ve etmenin konidileri siyahımsı renkte bulunmuştur. İklim odasında yapılan patojenisite denemesi sonucunda, 1 izolat dışında tüm bölgeden toplanarak testlenen 10 adet *M. phaseolina* izolatı patojen olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. İklim odası saksı denemelerinde *Macrophomina phaseolina* hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
5-a- *M. phaseolina* - Şanlıurfa, Merkez	+	
66- *M. phaseolina* - Adıyaman, Merkez	+	
109- *M. phaseolina* - Kilis, Polateli	+	
117- *M. phaseolina* - Kilis, Merkez	+	
112- *M. phaseolina* - Kilis, Merkez		+
132- *M. phaseolina* - Mardin, Nusaybin	+	
137- *M. phaseolina* - Şırnak, Cizre	+	
179- *M. phaseolina* - Şanlıurfa, Birecik	+	
188- *M. phaseolina* - Şanlıurfa, Suruç	+	
166- *M. phaseolina* - Siirt, Merkez	+	
159- *M. phaseolina* - Siirt, Merkez	+	
KONTROL	-	-

Reyes-Franco ve ark. (2006), yaptıkları çalışma sonuçlarında, *M. phaseolina*'nın genetik ve patojenik çeşitliliğinin önemli olduğunu doğrulamış ve Meksika izolatları ile diğer tüm izolatlar arasında açık bir farklılık olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.14. İklim odasında *Macrophomina phaseolina* patojenisite denemesi ve reizolasyonu

4.2.8. 2014 yılı *Verticillium* spp. izolatları patojenisite denemeleri

GAP bölgesinde biber yetiştirilen alanlar içerisinde 4 il ve ilçeden toplanan toplam 7 adet *Verticillium* spp. izolatının tümü hastalık testlemesine alınmıştır. ABMAE iklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. İnokulasyondan 45 gün sonra bitkiler köklerinden sökülerek değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmeye alınan bitkilerden reizolasyon sonuçları mikroskop altında teşhis edilmiştir (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.15).

Verticillium türleri 2013 yılı sürvey çalışmalarında tespit edilmemekle birlikte, 2014 yılı sürvey çalışmalarında Şanlıurfa, Batman, Kilis ve Gaziantep olmak üzere 'Araştırma Bulguları 4.1.2.Tanı-Teşhis çalışmaları' bölümünde de bahsedildiği gibi bölgede 4 ilde tespit edilmiştir. Elde edilen *Verticillium* spp. hastalık etmenlerinin tümü mikroskobik tanı ve teşhis çalışmaları sonucunda farklı yapıda mikroskleratlar oluşturduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.32. İklim odası saksı denemelerinde *Verticillium* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
116- Kilis, Musabeyli	+	
88- Gaziantep, Nurdağı	+	
103- Kilis, Merkez	+	
81- Gaziantep, Yavuzeli	+	
147- Batman, Hasankeyf	+	
112- Kilis, Merkez		+
174- Şanlıurfa, Viranşehir		+
KONTROL	-	-

Verticillium spp. patojenisite denemelerinde 5 adet izolat (116- Kilis Musabeyli, 88- Gaziantep Nurdağı, 103-Kilis Merkez, 81-Gaziantep Yavuzeli, 147-Batman Hasankeyf izolatları) patojen olarak bulunurken, 2 adet izolat (112- Kilis Merkez ve 174-Şanlıurfa Viranşehir izolatı) patojen olarak tespit edilmemiştir (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.15).



Şekil 4.15. İklim odasında *Verticillium* spp. patojenisite denemesi ve reizolasyonu

Bhat ve Subbarao (1999), *Verticillium dahliae*'nin konukçu aralığı ve seçiciliği üzerine yaptıkları çalışmada, dolmalık biber, lahana, karnabahar, enginar, kırmızı biber, çilek, patates, nane, marul, patlıcan, pamuk, domates, karpuz ve *V. dahliae* izolatları ve alfaalfadan *V. albo-atrum* izolatları bu 14 konukçu üzerinde patojenisitelerini değerlendirmişlerdir. 30 günlük fideler 10^7 konidi/per ml spor süspansiyonu ile kök daldırma metodu ile inokule edilmiştir. Hastalık şiddeti, oran, bitki uzunluğu, kök ve sürgün kuru ağırlığı inokulasyondan 6 hafta sonra kayıt edilmiştir. Dolmalık biber, lahana, karnabahar, pamuk, patlıcan ve nane izolatlarında konukçu seçiciliği varken, diğer konukçular enginar, marul, patates, marul, çilek, domates ve karpuz üzerinde patojenisite farklılığı bulunmamıştır. Dolmalık biber, (patlıcan ve top biberlerden elde edilen izolatlar hariç) tüm *Verticillium* izolatlarına dayanıklı bulunmuştur. Bununla birlikte, *V. dahliae* 'nın bazı izolatlarında konukçu hassasiyeti varolmuştur. Aynı izolatlar VCG'lerin grupları için karakterize edilmiştir.

Vejetatif uyum grupları top biber, patlıcan, patates ve domatesten VCG4 izolatları, pamuktan VCG1 izolatı, kalan konukçulardan VCG2 izolatı elde edilmiştir.

4.2. 9. 2014 yılı *Alternaria* spp. izolatları patojenisite denemeleri

GAP bölgesinde biber yetiştirilen alanlar içerisinde 9 il ve ilçeden toplanan toplam 18 izolattan ABMAE iklim odası koşullarının küçük olması sebebiyle 4 izolat hastalık testlemesine alınmıştır. İklim odası koşulları 26^{o}C sıcaklık ve % 60 nem oranında sabit tutularak ayarlanmıştır. İnokulasyondan 45 gün sonra bitkiler köklerinden sökülerek değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmeye alınan bitkilerden reizolasyon çalışmaları yapılmış ve sonuçları mikroskop altında teşhis edilmiştir (Çizelge 4.33, Şekil 4.16).

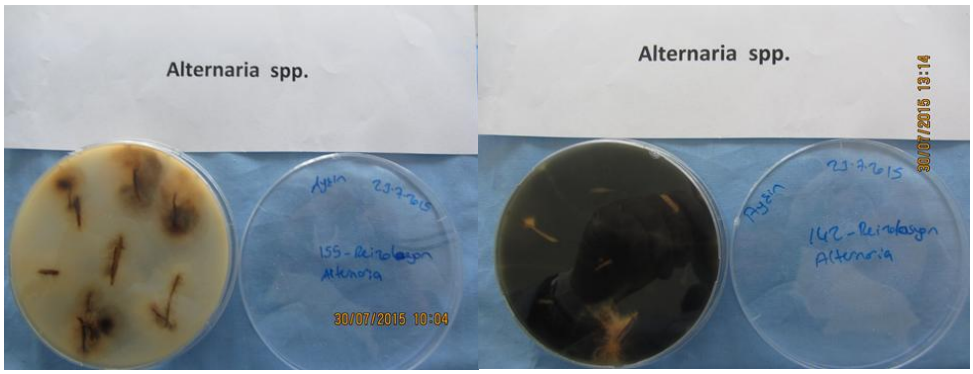
Test edilen 4 adet *Alternaria* spp. izolatından 29- Şanlıurfa Yaylak izolatı hariç, diğer 3 adet izolat (142-Şırnak Silopi, 81-Gaziantep Yavuzeli, 114-Kilis Musabeyli) patojen olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. İklim odası saksı denemelerinde *Alternaria* spp. hastalık testlemelerinde kullanılan izolatlar ve patojenisite sonucu

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
29- Şanlıurfa, Yaylak		+
142- Şırnak, Silopi	+	
81- Gaziantep, Yavuzeli	+	
114- Kilis, Musabeyli	+	
KONTROL	-	-



Şekil 4.16.İklim odasında *Alternaria* spp. patojenisite denemesi ve reizolasyonu



Şekil 4.16. (**devam**)

4.2.10. 2014 yılı patojenisite testleri- sera denemeleri

Denemeler, HÜZF Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde serada 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çeşit olarak İNAN-3363 biber çeşidi kullanılmıştır. Deneme max. 40.1°C - min 22.8 °C sıcaklık ve max. % 62 -min. % 12 nem olan cam sera koşullarında yürütülmüştür. Denemedeki bitkilerde erken kurumalar görüldüğü zamanlarda ise hemen 'Laminar Flow'da PDA-S ortamına ekim yapılmış ve reizolasyonlar sonucu yeni izolatlar elde edilmiştir. Erken kurumaların görülmediği diğer bitkilerde ise; denemenin kurulduğu günden itibaren '**45. Gün'** sonunda deneme sonlandırılarak bitkilerin kök bölgesi açılmış ve reizolasyonlar yapılarak izolatlar değerlendirmeye alınmıştır. İlk reizolasyon çalışmaları bitkilerin erken kurumasıyla birlikte 19 Haziran 2015 tarihinde yapılmıştır. Son reizolasyon çalışmaları ise 30 Temmuz 2015 tarihinde sonuçlandırılarak bitirilmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34.Serada test edilen 2014 yılı izolatları ve patojenisite sonuçları

TEST EDİLEN İZOLATLAR	PATOJEN	PATOJEN DEĞİL
193- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Suruç*	+	
7-*Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Kepirli*	+	
5- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa, Çekçek*	+	
**Fusarium* sp. -Şanlıurfa, Merkez*	+	
173-*Fusarium* sp.-Ş.urfa, Ceylanpınar*	+	
166-*Fusarium* sp. -Siirt, Merkez*	+	
162- *Fusarium* sp.-Siirt, Merkez*	+	
Kontrol- *Fusarium* sp.-Şanlıurfa*		+
137- *Fusarium* sp. -Şırnak, Cizre*	+	

Çizelge 4.34. **(devam)**

90-*Fusarium* sp.-Gaziantep, Nurdağı*	+	
149- *Fusarium* sp. -Batman, Merkez*	+	
107- *Fusarium* sp.-Kilis, Polateli*	+	
147-*Alternaria* sp. -Batman, Hasankeyf		+
129-*Alternaria* sp. -Mardin, Savur		+
66-*Alternaria* sp.-Adıyaman, Merkez		+
79-*Alternaria* sp.-Adıyaman, Tut	+	
3-*Alternaria* sp. -Şanlıurfa, Merkez	+	
61-*Alternaria* sp. -Adıyaman, Merkez		+
160-*Alternaria* sp. -Siirt, Baykan		+
175-*Alternaria* sp.-Ş.urfa, Viranşehir	+	
155-*Alternaria* sp. -Batman, Kozluk	+	
142-*Alternaria* sp. -Şırnak, Silopi		+
14-*Alternaria* sp.-Şanlıurfa, Umut		+
35-*Alternaria* sp. -Diyarbakır, Çınar		+
43-*Alternaria* sp. - Diyarbakır, Hani		+
133- *Alternaria* sp. -Mardin, Nusaybin		+
121-*M. phaseolina* -Kilis, Elbeyli		+
175- *M. phaseolina* -Ş.urfa, Viranşehir	+	
98- *M. phaseolina* -G.antep, Şahinbey		+
155- *M. phaseolina* -Batman, Kozluk	+	
191- *M. phaseolina* -Şanlıurfa, Suruç	+	
80- *M. phaseolina* -Adıyaman, Tut	+	
16- *M. phaseolina* -Ş.urfa, Çekçek	+	
35- *M. phaseolina* -D.bakır, Çınar		+
62-*R. solani* -Adıyaman, Şambayat		+
130- *R. solani* -Mardin, Nusaybin		+
98- *R. solani* -Gaziantep, Şahinbey	+	
22- *R. solani* -Şanlıurfa, Kısas	+	
6- *R. solani* -Şanlıurfa, Kepirli	+	
56- *R. solani* -Diyarbakır, Kulp	+	
138- *R. solani* -Şırnak, Cizre	+	
Kontrol	-	-

*****Patojenisite çalışmasına ilave olarak öncalışma G.M mikorizal fungusları uygulanmış izolatlar

Serada kurulan patojenisite denemesi sonucunda testlenen toplam 41 adet izolattan (12 adet *Fusarium* spp., 14 adet *Alternaria* spp., 8 adet *M. phaseolina,* 7 adet *R. solani*) çoğunlukla *Alternaria* spp. (147-*Alternaria*-Batman Hasankeyf, 129-*Alternaria*-Mardin Savur, 66-*Alternaria*-Adıyaman Merkez, 61-*Alternaria*-Adıyaman Merkez, 160-*Alternaria*-Siirt Baykan, 142-*Alternaria*-Şırnak Silopi)'nin 10 adet izolatı ve 3 adet *Macrophomina phaseolina* izolatı (35-*Macrophomina*-Diyarbakır Çınar, 98-*Macrophomina*-Gaziantep Şahinbey, 121-*Macrophomina*-Kilis Elbeyli) ile 2 adet *Rhizoctonia solani* izolatı (62-*Rhizoctonia*-Adıyaman Şambayat, 130-*Rhizoctonia*-Mardin) ve 1 adet *Fusarium* sp. (*Fusarium*-Kontrol-Şanlıurfa)

izolatı olmak üzere toplam 16 adet testlenen izolatın hastalık etmeni olmadıkları tespit edilmiştir. Testlenen 25 bölge izolatının ise patojen oldukları tespit edilmiştir.

4. 3. Moleküler Analiz ve Filogenetik Çalışmalar

Fungal sistematikte en çok tercih edilen bölge ribozomal DNA (rDNA) birimi içinde yer alan 18S rDNA'nın yanısıra Internal Transcribed Spacer (ITS)'dir. Kodlanmayan bölge olan ITS daha hızlı evrim geçiren bir bölge olup, bir tür içindeki suşların ya da bir cins içindeki fungal türlerin karşılaştırılması için kullanışlı olduğu bildirilmiştir (Kılıçoğlu ve Özkoç, 2008).

ITS bölgesi, aşağıda belirtilen özel nedenlerle funguslarda moleküler karakterizasyon çalışmaları için özellikle kullanışlı olduğu belirtilmiştir (White ve ark., 1990, Bruns ve ark., 1991, Lee ve Taylor, 1992):

- ITS bölgesi nisbeten küçüktür (500-800 bç) ve evrensel tek bir primer çifti (rRNA alt birimleri içindeki korunmuş bölgelerin komplementeri) kullanılarak PZR ile kolaylıkla çoğaltılabilir.

- rDNA birimlerinin çok sayıda tekrarlarının olması nedeniyle, seyreltik ya da oldukça degrade olmuş DNA örneklerinden bile ITS bölgesi kolaylıkla çoğaltılabilir.

- Morfolojik açıdan farklı türler arasında ITS bölgesi yeterince değişken olabilir ve bundan dolayı ITS RFLP restriksiyon verileri genetik uzaklığı tahmin etmek için kullanılabilir böylece filogenetik ve sistematik analizler için karakterler sağlayabilir.

- ITS türe özgü probları, bir kromozomal kütüphane oluşturmaya gerek kalmaksızın hızlı bir şekilde PZR ile üretilebilir. Birçok araştırıcı dizilerin tekrarlayan birimler şeklinde olması ve türler arasında değişken, tür içinde benzer olma eğiliminde olmasından dolayı, türe özgü probları geliştirmek için dizileri ITS bölgesinden seçmektedir.

Bu çalışmada ise, GAP Bölgesi biber yetiştirilen alanlarda Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Şırnak, Batman, Siirt, Adıyaman, Diyarbakır, Mardin illerinde solgunluk, gövde, kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinden yoğun ve yaygın olarak *Fusarium* spp. belirlenmiştir. O nedenle hastalık etmeni olarak *Fusarium* türlerinin genetik çeşitliliği ve filogenetik ilişkileri araştırılmıştır. Etkin patojen *Fusarium* spp.'den illeri temsil edecek yeterli sayıda izolat elde edilmiştir. DNA izolasyonu ve PZR'da gerekli protokoller (Thermo Scientific GeneJET Plant DNA Prufication Mini Kit Protokolü- K0791, K0792- **Ek-3**) uygulandıktan sonra *Fusarium* izolatları Sanger Dizi Analizine (Sekans moleküler analizine) gönderilmiş, genetik çeşitlilikteki önem düzeyleri Mega 6 ve CLC Genomics programları kullanılarak belirlenmiştir.

4.3.1. *Fusarium* spp. izolatlarının moleküler karakterizasyonu

White ve arkadaşlarının (1990) tasarladıkları ITS primerleri, farklı funguslara ait birçok ITS dizisinin de belirlenmesine olanak sağlamıştır. Bu sayede, bazı cinslerin (*Phytophthora, Fusarium* gibi) türleri arasındaki filogenetik ve taksonomik ilişkiler belirlenebilmiştir. *Fusarium* cinsinin hızlı bir şekilde teşhiş edilebilmesi için iki taksona özgü spesifik primerler (ITS-Fu-f, ITS-Fu-r) geliştirilmiştir. Bu primerler sayesinde *Rhizoctonia solani* ve *Macrophomina phaseolina* DNA'larından PZR amplifikasyonu gerçekleşmezken pamuk fidelerinde hastalığa neden olan *Fusarium* cinsinin DNA'sı amplifiye edilerek hızlı bir şekilde teşhisi gerçekleştirilmiştir (Abd-Elsalam ve ark., 2003).

1980'li yıllarda Mullis tarafından geliştirilen PZR hiç kuşkusuz ki genetik çalışmaların ivmesini artıran en önemli tekniklerden biridir. PZR, reaksiyonu DNA' nın iki zincirinin yüksek ısı ile birbirinden ayrılmasına (denatürasyon); sonra sentetik oligonükleotidlerin hedef DNA'ya bağlanmasına (hibridizasyonu); daha sonra zincirin uzatılmasına yani polimerizasyonu (çift iplikçikli DNA'larin sentezi) ve bu döngülerin belirli sayıda tekrarlanmasına dayanır. Bu üç adım (denatürasyon / primer bağlanması / DNA sentezi) bir PZR döngüsünü oluşturur ve her adım farklı ısılarda gerçekleştirilir (sırasıyla 94-98°C; 37-72°C; 72°C). Bu teknikle bir DNA hedefini

10^6-10^{12} arasında, istenilen sayıda çoğaltmak mümkündür. Yöntemin temeli, çoğaltılmak istenen bölgenin iki ucuna özgü, bölgedeki baz dizilerine tamamlayıcı bir çift sentetik oligonükleotid primer (18-20 baz uzunluğunda) kullanılarak; bu iki primer ile sınırlandırılan genin enzimatik olarak sentezlenmesine dayanır.

Yapılan bu çalışmada ise, PZR tekniği kullanılarak *Fusarium* türlerine ait GAP bölgesi izolatlarının tanısı ile tür tespitinin kesin ve güvenilir bir şekilde ortaya konulması sağlanmıştır. PZR ve Elektroforez çalışmalarında da belirtildiği gibi 398 ve 466 bç'de bant verenler *Fusarium* spp. olarak; 534 bç'de bant verenler *F. oxysporum*; 400 ve 438'de bç'de bant verenler *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*; 658, 595 ve 485 bç'de bant verenler *F. solani* olarak belirlenmiştir.

4.3.2. DNA izolasyonu yapılan fungal izolatlar ve illeri

2013 yılında moleküler analiz için DNA izolasyonu yapılan 23 adet *Fusarium* örneği ve ait olduğu iller Çizelge 4.35'te, 2014 yılında ise moleküler analiz için DNA izolasyonu yapılan 42 adet *Fusarium* örneği ve ait olduğu iller ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. 2013 yılı fungal izolatlardan moleküler analiz yapılan örnek numaraları ve ait olduğu iller

DNA Örnek No	İzolat No	İzolatın Elde Edildiği İl
1	66-d	Diyarbakır
2	Siirt-a	Siirt
3	64-b	Diyarbakır
4	84-a *	Adıyaman
5	66- b*	Diyarbakır
6	91-b	Kilis
7	101-b	Gaziantep
8	84-c	Adıyaman
9	94-b*	Kilis
10	10*	Şanlıurfa
11	94-a	Kilis
12	84-b*	Adıyaman
13	82*	Adıyaman
14	66-a	Diyarbakır
15	92-b	Kilis
16	92-a	Kilis
17	101-a	Gaziantep
18	66-c	Diyarbakır
19	85-a*	Adıyaman

Çizelge 4.35. **(devam)**

20	64-a	Diyarbakır
21	Siirt-b*	Siirt
22	85-b	Adıyaman
23	91-a	Kilis

***:** Patojenisite testinde patojen çıkan fungal izolatlar

Çizelge 4.36. 2014 yılı fungal izolatlardan moleküler analiz yapılan örnek numaraları ve ait olduğu iller*

DNA Örnek No	İzolat No	İzolatın Elde Edildiği İl
1	12	*Fusarium* -Şanlıurfa, Merkez*
2	18	*Fusarium* -Şanlıurfa, Kısas*
3	24	*Fusarium* -Şanlıurfa, Siverek*
4	26	*Fusarium* -Şanlıurfa, Bozova*
5	138	*Fusarium* -Şırnak, Cizre*
6	34	*Fusarium* -Diyarbakır, Bismil*
7	42	*Fusarium* -Diyarbakır, Lice*
8	43	*Fusarium* -Diyarbakır, Hani*
9	56	*Fusarium* -Diyarbakır, Kulp*
10	59	*Fusarium* -Diyarbakır, Silvan*
11	80	*Fusarium* -Adıyaman, Tut*
12	83	*Fusarium* -Gaziantep, Yavuzeli*
13	89	*Fusarium* -Gaziantep, Nurdağı*
14	92	*Fusarium* -Gaziantep, Islahiye*
15	161	*Fusarium* -Siirt, Baykan*
16	120	*Fusarium* -Kilis, Elbeyli*
17	128	*Fusarium* -Mardin, Savur*
18	147	*Fusarium* -Batman, Hasankeyf*
19	150	*Fusarium* -Batman, Merkez*
20	163	*Fusarium* -Siirt, Merkez*
21	175	*Fusarium* -Şanlıurfa, Viranşehir*
22	183	*Fusarium* - Şanlıurfa, Birecik*
23	188	*Fusarium* -Şanlıurfa, Suruç*
24	192	*Fusarium* -Şanlıurfa, Suruç*
25	21	*Fusarium* -Şanlıurfa, Akçakale*
26	48	*Fusarium* -Diyarbakır, Yenişehir*
27	49	*Fusarium* -Diyarbakır, Ergani*
28	50	*Fusarium* -Diyarbakır, Çermik*
29	71	*Fusarium* -Adıyaman, Gölpınar*
30	74	*Fusarium* -Adıyaman, Merkez*
31	101	*Fusarium* -Kilis, Merkez*
32	108	*Fusarium* -Kilis, Polateli*
33	114	*Fusarium* -Kilis, Musabeyli*
34	127	*Fusarium* -Mardin, Yeşilli*
35	135	*Fusarium* -Mardin, Nusaybin*
36	140	*Fusarium* -Şırnak, Güçlükonak*
37	142	*Fusarium* -Şırnak, Silopi*
38	155	*Fusarium* -Batman, Kozluk*
39	157	*Fusarium* -Siirt, Kurtalan*
40	167	*Fusarium* -Mardin, Derik*
41	171	*Fusarium* -Şanlıurfa, Ceylanpınar*

***:** Patojenisite testinde patojen çıkan fungal izolatlar

4.3.3. PZR yöntemi ile DNA'ların amplifikasyonu

Moleküler yöntemlerde ağırlıklı olarak kullanılan molekül DNA'dır. Evrimsel değişikliğin ilk olarak yansıdığı moleküller olan DNA ile yapılan araştırmaların daha güvenilir ve hızlı sonuçlara ulaşmamızı sağladığı belirtilmiştir (Taylor ve ark., 2000). Bu nedenle artık geleneksel yöntemlerin yanısıra moleküler yöntemler de fungal sistematikte sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan bazıları, giderek yaygın bir kullanım alanı bulan PZR temelli teknikler ve özellikle DNA dizileme çalışmalarıdır. Özgüllük ve duyarlılığından dolayı, PZR temelli yöntemler fungusların teşhisi için kullanışlı olmakta ve fungal suşların, türlerin ya da daha üst takson gruplarının belirlenmesi amacıyla kullanılabilmektedir (Kılıçoğlu ve Özkoç, 2008).

Fungal sistematikte, değişikliğin ilk meydana geldiği moleküller olan DNA üzerinde çalışmalar yapmak, hem güvenilir hem de hızlı sonuçlar elde etmemizi sağlamaktadır. DNA molekülünde organizmaların evrimini yansıtabilecek türe özgü bölgeler (evrimsel kronometre) olduğu için taksonomik çalışmalarda tercih edilmektedir. Fungal türler arasındaki polimorfik DNA dizilerinden biri olan ITS bölgesi, günümüzde bir türün doğru olarak tesbiti açısından iyi bir aday olarak görülmekte ve bu uygulama ile diğer tüm türlerden büyük ölçüde ayrılabilmektedirler.

Mikolojideki PZR uygulamalarının ilklerinden birisi, White ve arkadaşlarının (1990) fungusların filogenetik ve taksonomik ilişkilerini ortaya koymak amacıyla rDNA'nın direk çoğaltılması ve nükleotid dizilerinin belirlenmesini içeren çalışmasıdır. Filogenetik çalışmalarda dizi analizi için kullanışlı olduğu ispatlanmış DNA bölgeleri; çekirdek ve mitokondrial rDNA ve protein kodlayan genlerdir (Bridge ve ark., 1998).

Bu nedenle bu çalışmada, *Fusarium* spp. türlerinin teşhisinde; Fu1 primeri 466 baz çifti (bç) beklenen baz büyüklüğünde ve 58^{o}C annealing derecesinde ITS2/28S rDNA bölgesini çoğaltırken; Fuf primeri ITS bölgesini 398 bç'de 54^{o}C annealing derecesinde çoğaltmıştır. *Fusarium solani* örneklerinde ise; TEF1-α gene bölgesi için

TEF-Fs4f primeri 658 bç ve 58^{o}C annealing derecesinde, Fs5 primeri ITS2/28S rDNA bölgesini 485 bç ve 61^{o}C annealing derecesinde ve ayrıca ITS-Fu2f primeri 595 bç ve 63.5^{o}C annealing derecesinde ITS bölgesini tanımlamıştır. *F. oxysporum* için Clox primeri 60^{o}C'de ve 534 bç'de Calmodulin gen bölgesini tanımlamıştır. *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* örnekleri ise ITS bölgesini Fov1-egr primeri ile 438 bç ve 53^{o}C'de, Fov1 primeri ile 400 bç ve 50^{o}C annealing derecelerinde gayet iyi ve rahat çalışarak olumlu sonuçlar vermiştir.

Kısaca; Fusarium türüne spesifik primerlerle ilk önce etmenlerin *Fusarium* spp. olup olmadıkları kontrol edilmiş ve daha sonra türlere spesifik primerlerle türler belirlenmiş, bunlarda da farklı tanılama bölgeleri kulanılarak 8 farklı primer seti kullanılmıştır. Bunlardan Fuf, Fs5, Fu2, Fov1egr ve Clox olmak üzere 5 tane primer seti daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 4.37- 4.38).

Martin ve Rygiewicz (2005) yapmış oldukları çalışmada; fungal ribozomal DNA (rDNA)'ların ITS bölgeleri, PZR analizinde fungal türleri ayırtetmede, fungusların sınıf aralığını ve sırasını belirlemede, türe özgü spesifik primer setlerinin kullanılması ve birden fazla primer setleriyle çalışmanın gerekliliğini vurgulamıştır. Bu da fungal DNA'yı çoğaltan primerlerin neden konukçu DNA'sını da çoğaltmadığını, bitki DNA'sından fungal DNA'nın ayırdedilmesini gayet rahat bir şekilde açıklamaktadır. Bu da bu çalışmada neden birden fazla primerle çalıştığımızı ve sonuçlarımızın geçerliliğini doğrulamaktadır.

Costa ve ark. (2016)'da soya fasülyesinde kök çürüklüğüne neden olan *F. solani* türlerini araştırdıkları çalışmalarında; yeni bir tür olarak *F. paranaense* sp. *nov.*'yi (FSSC-*Fusarium solani* tür kompleksi içinde) yeni bir tür olarak tanımlamışlardır. Bu türü resmi olarak tanımlarken; soya fasülyesinde genel olarak ani ölüm sendromuyla (SDS) bağlantılı olan FSSC içinde soyafasülyesi kök çürüklüğü patojenlerinden; ilk olarak türler arası çiftleşme uyumu, ikinci olarak ise TEF1-α gene bölgesinin DNA sekansı ve RNA Polymeraz II'nin ikinci en büyük alt birimiyle kombine olmuş analizlerle tür ve alt tür seviyesinde örneklerin ayırtedilebileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuçta bizim biberde *F. solani* izolatlarını

tanımlarken nasıl TEF1-α gen bölgesini ve TEF-Fs4f-r primerini seçerken doğru bir karar verdiğimizi kanıtlamaktadır.

Çizelge 4. 37. 2013 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* örneklerinin PZR sonucu

DNA Örnek No	ITS Fu1- FR	ITS1-Fuf/ ITS4-FuR	Fs4F	ITSFs 5-FR	ITSFu 2-FR	Fov1/ Fov2	Fov1-egr	Clox1/ Clox2
	***Fusarium* spp.**		***F. solani***			***F. vasinfectum***		***F.oxysporum***
1		+			+			
2		+			+		+	+
3	+	+	+		+			
4		+			+			
5		+			+			
6		+	+		+	+		
7		+			+			
8		+				+		
9		+			+			
10	+	+	+		+	+		
11		+			+			
12	+		+	+	+	+		
13		+	+				+	+
14		+			+			
15		+				+	+	+
16		+		+	+			
17		+			+			
18	+		+			+		
19		+					+	+
20		+					+	+
21	+	+			+			
22		+					+	+
23	+	+			+			

Yukarıdaki çizelgede 2013 *Fusarium* izolatları incelendiğinde 2 numaralı izolat (Diyarbakır), 6 numaralı (91-B- Kilis-Merkez) izolat ile 18 numaralı (66-C-Diyarbakır) izolatı hem *Fusarium solani*'ye hem de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*'a karşı pozitif reaksiyon vermiştir (Çizelge 4.37). Çizelge 4.37'de de görüldüğü gibi birinci ve ikinci stunda kullanılan ITSFu1FR ve ITS1Fu primerleri ile ilk önce bu etmenlerin *Fusarium* olup olmadıkları anlaşılmış ve ilk yılki sürvey çalışmalarından elde edilen 23 adet fungal izolat örneğinde 398 ve 466 bç'de bant vermiştir (Şekil 4.17 ve 4.18). Aynı şekilde ikinci yılki sürvey çalışmalarından elde

edilen 42 fungus örneğinde de bant vermiş ve örneklerin *Fusarium* oldukları PZR testleri ile de gen düzeyinde ortaya konulmuştur (Çizelge 4.38, Şekil 4.23 ve 4.24).

Çizelge 4.38. 2014 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* örneklerinin PZR sonucu

DNA Örnek No	*Fusarium* spp.	*F. solani*		*F. vasinfectum*	*F. oxysporum*
	Fuf	Fs5	Fu2	Fov1egr	Clox
1	+	+	+		
2	+	+	+		
3	+	+	+		
4	+	+	+		
5	+	+	+	+	+
6	+		+		
7	+		+		
8	+			+	
9	+	+	+		
10	+		+	+	+
11	+	+	+	+	+
12	+			+	
13	+		+		
14	+	+			
15	+		+		+
16	+		+		
17	+	+	+	+	+
18	+			+	+
19	+		+		
20	+		+		
21	+	+	+	+	
22	+	+	+		+
23	+		+		
24	+		+		
25	+			+	+
26	+		+		
27	+		+		
28	+		+	+	+
29	+		+	+	+
30	+		+	+	+
31	+	+	+	+	+
32	+			+	
33	+			+	
34	+		+	+	+
35	+	+	+	+	+
36	+		+	+	+
37	+			+	
38	+	+		+	+
39	+			+	+
40	+		+		
41	+			+	+
42	+	+	+		

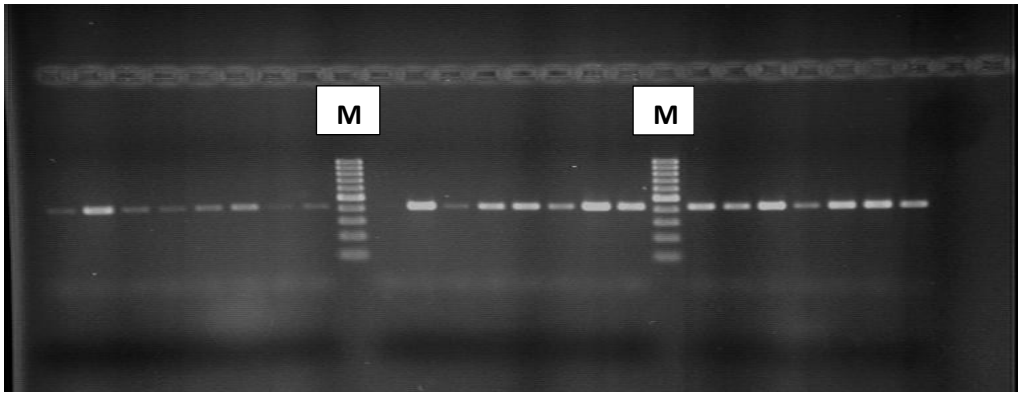
Yukarıdaki Çizelge 4.38 incelendiğinde 2014 yılı sürvey izolatlarından 5 (138-Şırnak- Cizre), 10 (59-Diyarbakır-Silvan), 11 (80-Adıyaman-Tut), 17 (128-Mardin-Savur), 21 (175-Şanlıurfa-Viranşehir), 22 (Şanlıurfa-Birecik), 28 (50-Diyarbakır-Çermik), 29 (71-Adıyaman-Gölpınar), 30 (74-Adıyaman-Merkez), 31 (101-Kilis-Merkez), 34 (127-Mardin-Yeşilli), 35 (135-Mardin-Nusaybin), 36 (140-Şırnak-Güçlükonak) ve 38 (155-Batman-Kozluk) numaralı *Fusarium* izolatları moleküler analiz çalışmaları sonucunda hem *Fusarium solani*'ye hem de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*'a karşı pozitif sonuç vermiştir.

Yine çizelge 4.38'de görüldüğü gibi 8 (43-Diyarbakır Hani), 12 (183-Şanlıurfa Birecik), 25 (21-Şanlıurfa Akçakale) ve 41 (171-Şanlıurfa Ceylanpınar) numaralı örnekler sadece *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*'a karşı pozitif sonuç vermiştir. Bu sonuç ise başlıbaşına primerlerin tür ve alt tür seviyesinde doğruluk seviyesinde iyi çalıştıklarını ve sonuç verdiklerini göstermektedir.

4.3.4. Elektroforez çalışmaları

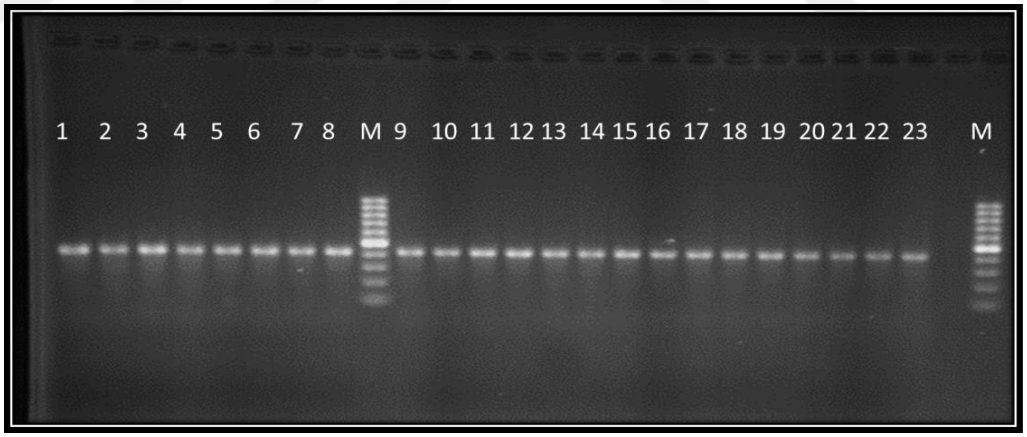
Bu çalışmada, *Fusarium* spp.' ye spesifik ITS bölgesine özgü 2 farklı primer çifti kullanılmıştır. 'Abd-Elsalam ve ark. (2003)'ün geliştirdikleri 398 bç bant veren FuFR ve 'Arif ve ark. (2012)'nın geliştirdiği 466 bç bant veren Fu1 primerine göre daha kullanışlı ve sorunsuz çalıştığı tespit edilmiştir. Çalışmaya 466 bç' de bant veren primer çiftleri ile devam edilmiştir.

Sürvey çalışmaları ve patojenisite testleri sonucunda simptomatolojik ve morfolojik özeliklere göre ayrılmış *Fusarium* spp., *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium solani* izolatlarının DNA'ları elde edilmiştir. DNA izolasyonları sonucunda elde edilen DNA'ların varlığı agaroz jel (% 1.5) elektroforezi sonucu oluşan bantlarla gözlenmiştir (Şekil 4.17- 4.18- 4.19- 4.20- 4.21- 4.22- 4.23- 4.24- 4.25 ve 4.26).

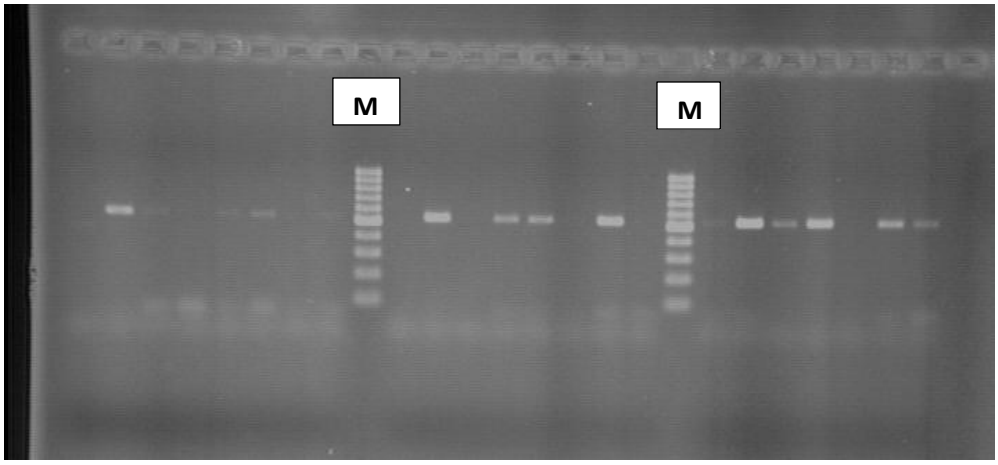


Şekil 4.17. ITS-FuFR primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 398 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2013 yılı sürvey çalışmalarından elde edilerek iller bazında seçilen ve gruplandırılan 23 adet *Fusarium* spp. izolatı ITS-FuFR primeriyle çalışılarak 398 baz çiftinde bant vermiş (Şekil 4.17); yine ITS-Fu1FR primeri ile ise 466 baz çiftinde bant vererek (Şekil 4.18) tüm bu izolatların Fusarium olduğu doğrulanmıştır ve 100 baz çiftlik Marker ile birlikte Şekil 4.17'de ve Şekil 4.18'de açıkça görülmektedir.

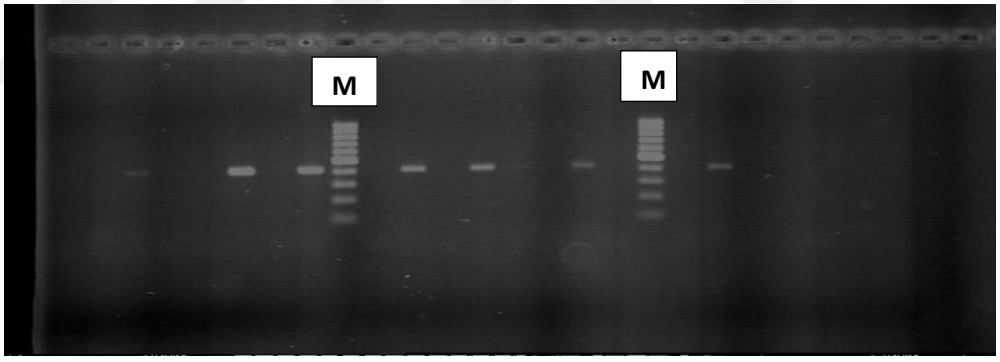


Şekil 4.18. ITS-Fu1FR primeri ile 2013 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 466bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)



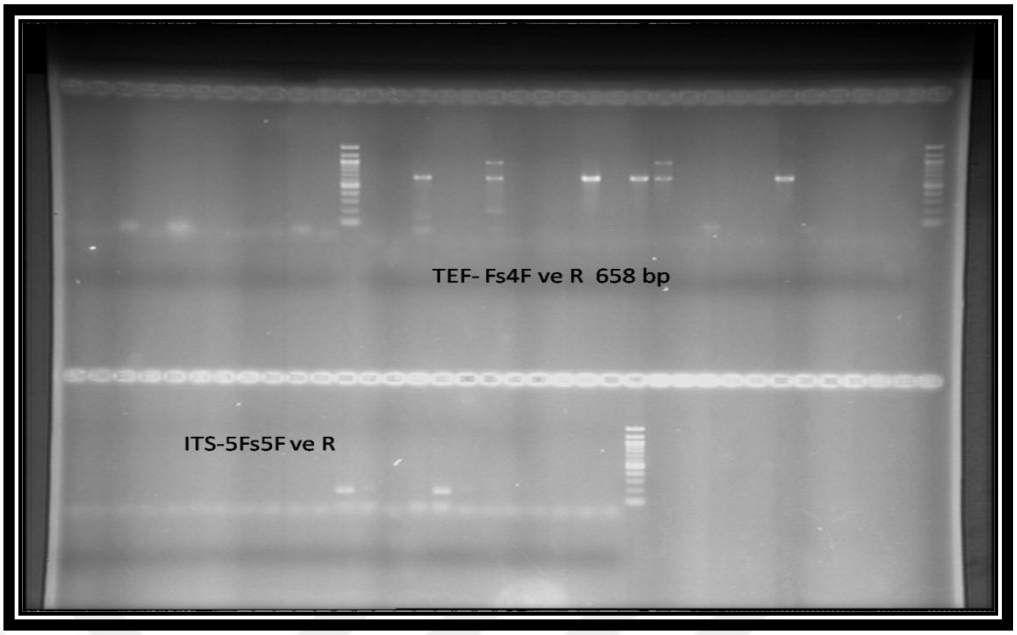
Şekil 4.19. Clox-FR primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *F. oxysporum* olduğunu gösteren 534 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2013 yılı sürvey çalışmalarından elde edilerek iller bazında seçilen ve gruplandırılan 23 adet *Fusarium* spp. izolatı Clox-FR primeriyle çalışıldığında 534 baz çiftinde bant vermiş ve bu bant veren 2, 6, 10, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 22 ve 23 numaralı örneklerin *F. oxysporum* olduğu görülmüştür (Şekil 4.19).



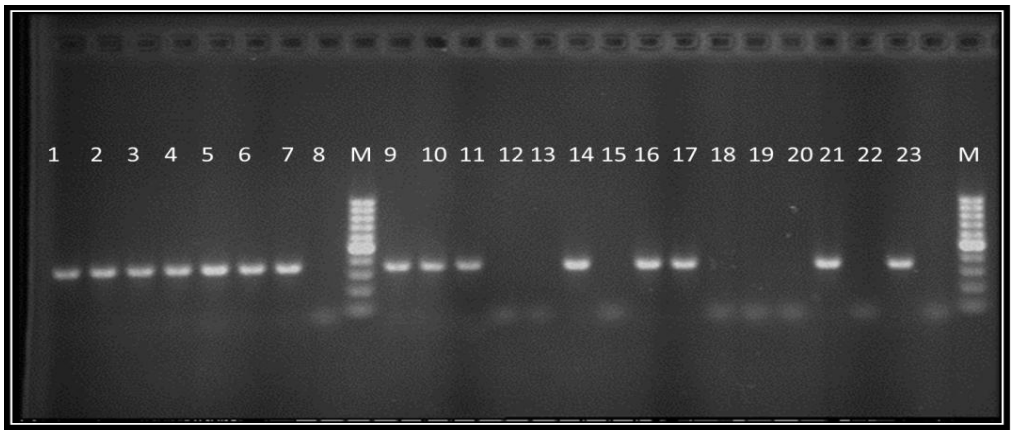
Şekil 4.20. Fov1-2 primeriyle çalışılan 2013 yılı örneklerinin *F. vasinfectum* olduğunu gösteren 400 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2013 yılı sürvey örnekleri Fov1-2 primeriyle çalışıldığında ise 6, 8, 10,12, 15 ve 18 numaralı örnekler 400 baz çiftinde bant vermişler ve bu örneklerin de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (*Fov*) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20).



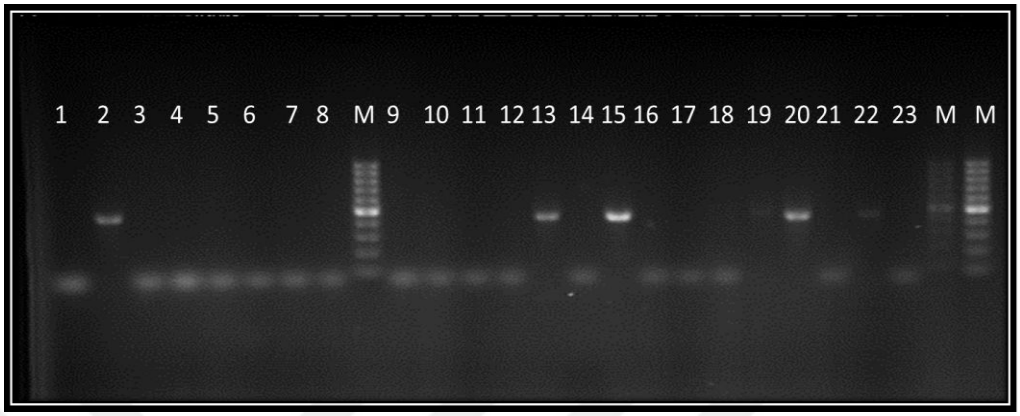
Şekil 4.21.TEF-Fs4FR (658 bç) ve ITS-Fs5FR (485 bç) primerleri ile 2013 yılı sürvey çalışmasından elde edilen örneklerin *F. solani* olduğunu gösteren jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2013 yılı sürvey örnekleri TEF-Fs4FR primeriyle çalışıldığında 3, 6, 10, 12, 13 ve 18 numaralı örnekler 658 baz çiftinde bant vermişler ve bu örneklerin *Fusarium solani* olduğu belirlenmiştir. Yine aynı örnekler başka bir primer olan ITS-Fs5FR primeriyle çalışıldığında ise sadece 12 ve 16 numaralı örnekler 485 bç bant vermiş ve bu örneklerin de *F. solani* olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21).



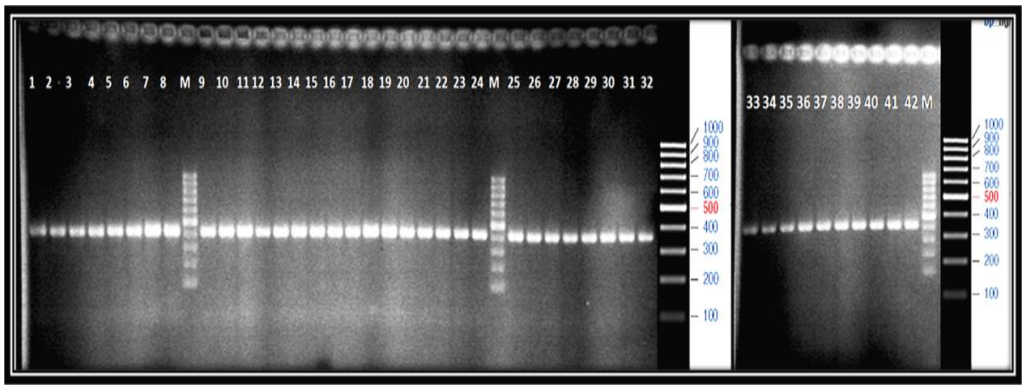
Şekil 4.22. Fov1 primeri ile 2013 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fov* olduğunu gösteren 400 bç' lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2013 yılı sürvey örnekleri Fov1-egr primeriyle çalışıldığında ise 2, 13, 15, 19, 20 ve 22 numaralı örnekler 458 baz çiftinde bant vererek *Fov* oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.23).

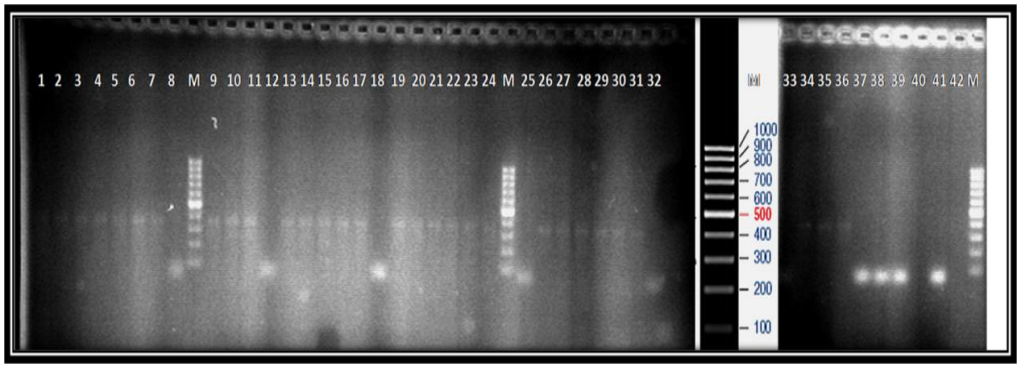


Şekil 4.23.Fov1-egr primeri ile 2013 yılı sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fov* olduğunu gösteren 458 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2014 yılı sürvey çalışmalarından elde edilerek iller bazında seçilen ve gruplandırılan 42 adet *Fusarium* spp. izolatı ITS-FuFR primeriyle çalışılarak 398 baz çiftinde bant vermiş (Şekil 4.24); yine ITS-Fu1FR primeri ile ise 466 baz çiftinde bant vererek (Şekil 4.25) tüm bu izolatların Fusarium olduğu doğrulanmıştır ve 100 baz çiftlik Marker ile birlikte Şekil 4.24'de ve Şekil 4.25'de açıkça görülmektedir.

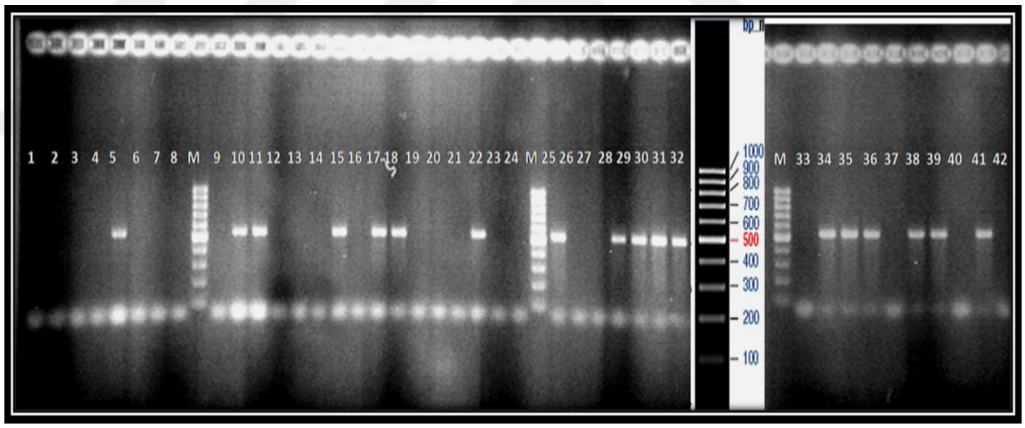


Şekil 4.24. ITS-FuFR primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 398 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)



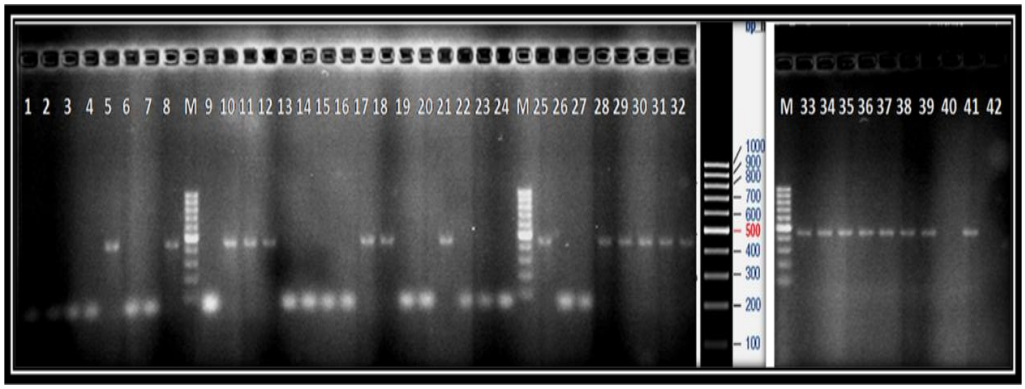
Şekil 4.25. ITS-Fu1FR primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatların *Fusarium* spp. olduğunu gösteren 466 bç'lik jel görüntüsü (**M:** 100 bç DNA Markır)

2014 yılı sürvey çalışmalarından elde edilerek iller bazında seçilen ve gruplandırılan 42 adet *Fusarium* spp. izolatı Clox-FR primeriyle çalışıldığında 534 baz çiftinde bant vermiş ve bu bant veren 5, 10, 11, 15, 17, 18, 22, 25, 28, 29, 30, 31 ve 41 numaralı örneklerin *F. oxysporum* olduğu görülmüştür (Şekil 4.26).

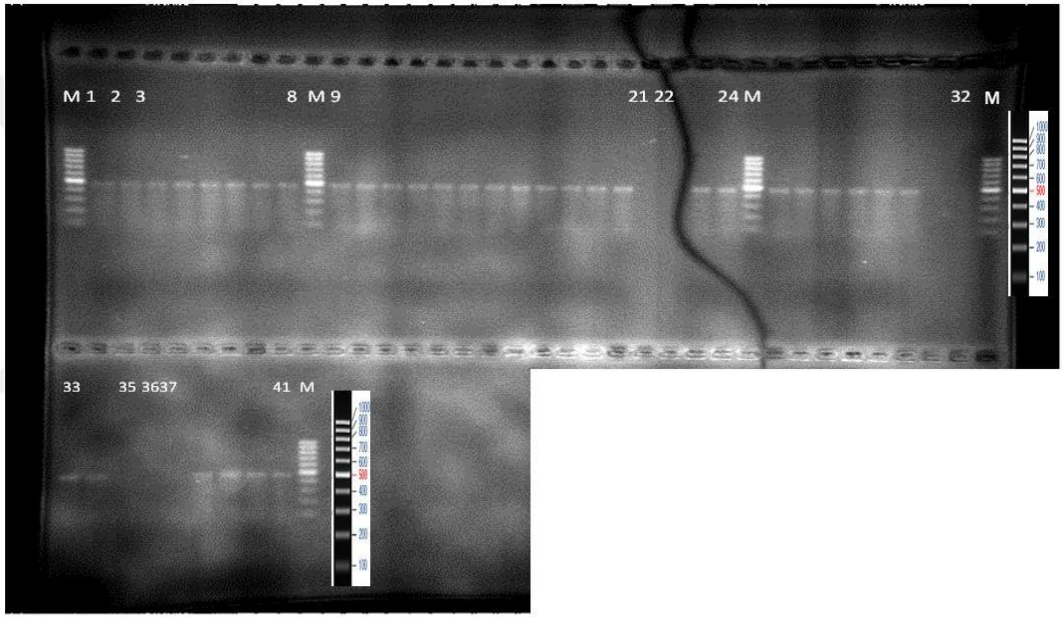


Şekil 4.26. Clox primeri ile 2014 sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *F. oxysporum* olduğunu gösteren 534 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)

2014 yılı sürvey örnekleri Fov1-egr primeriyle çalışıldığında ise 5, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 21, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ve 41 numaralı örnekler 458 baz çiftinde bant vermişler ve bu örneklerin de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (*Fov*) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.27).

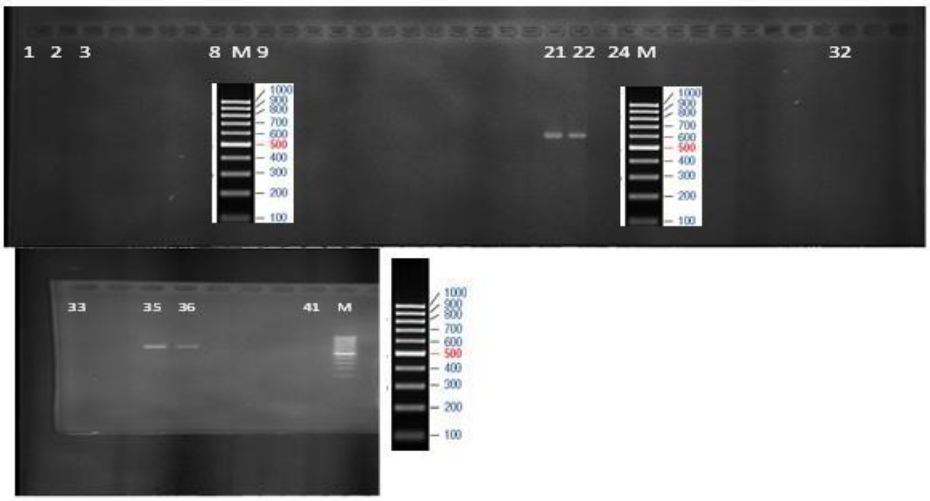


Şekil 4.27. Fov1-egr primeriyle 2014 yılı sürvey çalışmasından elde edilen *Fusarium* izolatlarının *Fov* olduğunu gösteren 458 bç'lik jel görüntüsü (M: 100 bç DNA Markır)



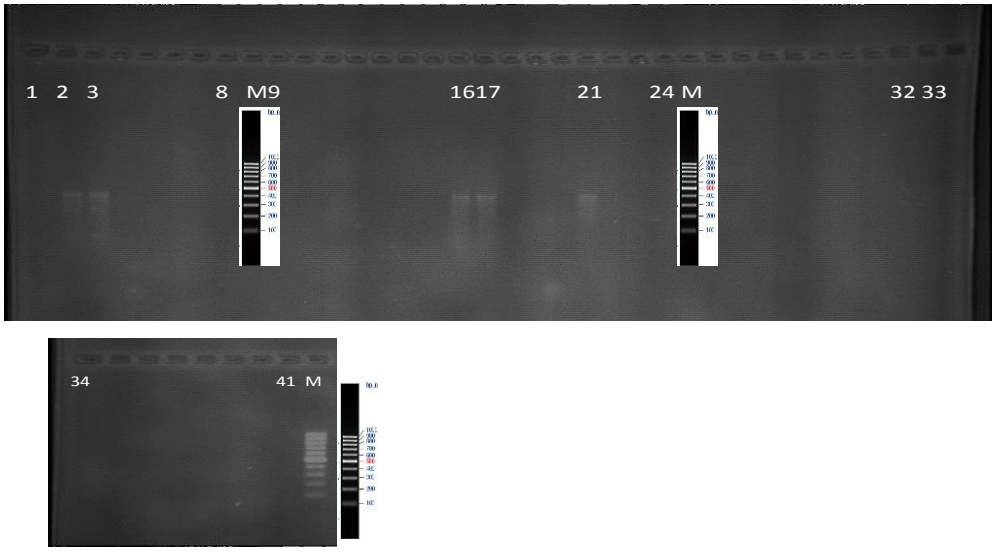
Şekil 4.28. *Fusarium* spp. izolatlarının sekansa gönderilirken ITS-Fu1FR primeri ile elde edilen jel görüntüsü (**M:** 100 bç DNA Markır)

Şekil 4.28'de belirtildiği gibi jel resminde ise 466 bç ITS-Fu1 Forward ve Reverse primerleri ile yapılan PZR sonucunda da 21, 22, 31, 32, 35, 36 ve 37 numaralı örnekler dışında % 1.5'lik Agaroz jelde yürütülen tüm örnekler sekansa gönderilmek için *Fusarium* spp. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.29. *Fusarium solani* izolatlarının sekansa gönderilirken Fs4-FR primeri ile jel görüntüsü (**M:** 100 bç DNA Markır)

Şekil 4.29'daki jel resminde ise sekansa gönderilmek için 658 bç Fs-4 primerleri ile yapılan PZR sonucunda 21, 22, 35 ve 36 numaralı *Fusarium* izolatları ise *Fusarium solani* etmenleri olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.30. *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* izolatlarının sekansa gönderilirken Fov1-egr primeri ile jel görüntüsü (**M:** 100 bç DNA Markır)

Şekil 4.30'da belirtildiği gibi jel resminde sekansa gönderilmek için 438 bç Fov1-egr primerleri ile yapılan PZR sonucunda 2, 3, 16, 17 ve 21 numaralı *Fusarium* izolatları *Fov* etmenleri olarak belirlenmiştir.

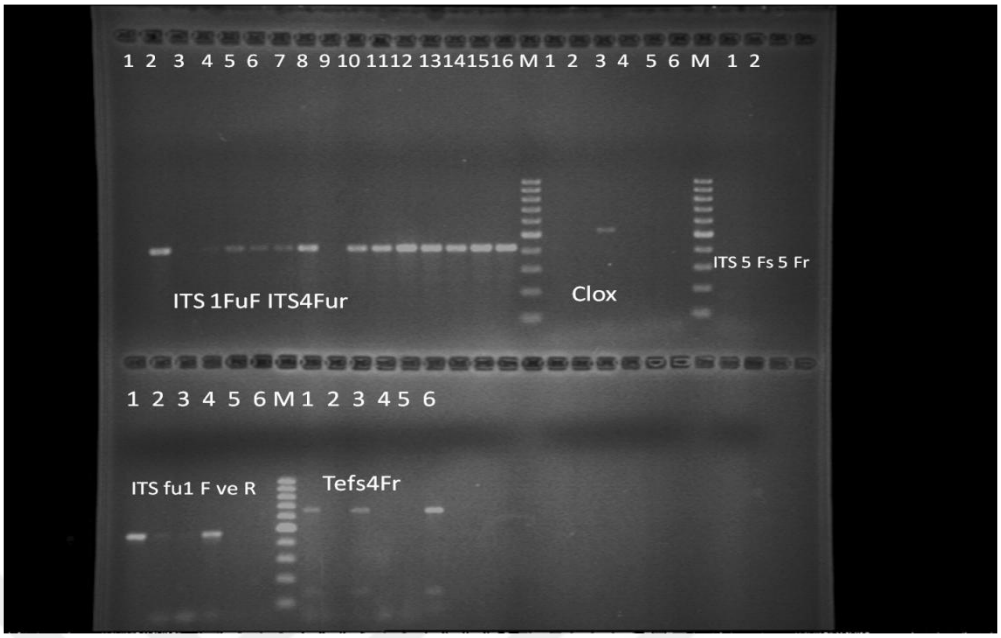
2013 yılı sürvey çalışmasından 23 örnek ve 2014 yılı sürvey çalışmasından ise 41 örnek, toplam iki yılda 64 örnekle moleküler çalışmalar yapılmış ve iyi DNA bantı veren, sekans analizi sonucu başarılı bulunmuş örneklerle karşılaştırma (blastlama) ve filogenetik analizler yapılmıştır. Bu örneklerin tamamının *Fusarium* spp. olduğu 'Fu1f-r ve Fuf-r' primerleri kullanılarak ITS ve ITS2/28S rDNA bölgelerinden belirlenmiştir. Bu çalışma, 'Fu1 ve Fuf' primerler ile biberde *Fusarium* spp. enfeksiyonunu tespit etmede güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Abd-Elsalam ve ark. (2003), ile Arif ve ark. (2012)'de yaptıkları çalışmada bu primerlerin *Fusarium* izolatlarının tespitinde kullanılabileciğini ve güvenli olduklarını bildirmişlerdir.

Ayrıca Abd-Elsalam ve ark. (2006), pamukta *Fov* izolatlarının tür teşhisinde de 'Fov1-Egf-r' primerinin güvenle çalıştığını belirtmiştir. Yine *Fov* için farklı gen bölgelerinin çalışıldığı farklı iki çalışmada Mule ve ark. (2004) Calmodulin gen bölgesi için 'Clox1-Clox2' primerinin iyi ve güvenli çalıştığını, Moricca ve ark. (1998) ise ITS bölgesi için 'Fov1-2' primerinin daha iyi çalıştığını belirtmişlerdir.

Bu çalışma, *Fusarium solani* hastalık etmenlerini belirlemede Arif ve ark. (2012)'nin önerdiği 'TEF-Fs4f-r' ile 'ITS-Fu2f-r' ve 'ITS-Fs5f-r' primerlerinden 'ITS-Fu2f-r' kullanılarak gayet iyi sonuç alınabileceğini göstermiştir.

Sonuçlarımız mikroskobik olarak *Fusarium*'un tür ve alt türlerinin belirlenemediği durumlarda bu primerler kullanılarak çok kolay, hızlı ve güvenilir bir şekilde tür ve alt tür düzeyinde teşhislerin yapılabileceğini; benzer bir şekilde Moricca ve ark. (1998), Mule ve ark. (2004), Abd-Elsalam ve ark. (2003 ve 2006) ile Arif ve ark. (2012)'nın sonuçları ile benzerlik göstererek kanıtlamaktadır.

4.3.5. Filogenetik analizler



Şekil 4.31. İyi bant gösteren örnekleri sekansa göndermek için tüm primerlerle aynı anda jelde koşturularak elde edilen PZR ürünü [M: 100 bç DNA Markır; 1-16 *Fusarium* spp.-ITS1FuF-ITS4Fur örnekleri; 1-6 *F. oxysporum*-Clox örnekleri; 1-2 *F. solani*-ITSFs5Fr örnekleri; 1-6 *F.solani*- Tefs4Fr örnekleri (sol baştan sırasıyla)]

Şekil 4.31'de görüldüğü üzere 1-3-4-9 numaralı örneklerin görüntüleri olmadığı için sekansı yapılamamıştır, diğerlerinin ise iki yönlü sekansı yapılmıştır. Clox primeriyle çalışılan örneklerde ise sadece 3 nolu örnekte bant alındığı için bir örnek için sekans yapılmıştır. Bant görünen örneklerin tümünün sekansı istenmiştir (Şekil 4.31).

PZR 50 µl hacimde çalışılmıştır. 7 µl jell 'e koşulmuştur, kalanlar sekans için GENOKS firmasına gönderilmiştir. Primerler, 10 µM konsantrasyonda hazırlanmıştır ve gönderilmiştir.

Moleküler analizleri yapılmış ve sekans analizleri için özel firmalara gönderilmiş olan izolatlardan her ili temsil edecek şekilde, pozitif sonuç veren, iyi bant gösterenlerle hizalama ve blastlama analizleri ile biyoinformatik ve filogenetik çalışmalar yürütülmüştür. Bu amaçla 2013 ve 2014 yılı sürvey çalışmalarından elde

edilen *Fusarium* izolatlarıyla ayrı ayrı iki adet filogenetik ağaç (Şekil 4.33 ve Şekil 4.37) oluşturulmuştur.

4.3.5.1. 2013 yılı *Fusarium* örneklerinin hizalama ve blast analizi

PZR ürünlerinin direct sekanslaması sonucu elde edilen diziler NCBI (National Center for Biotechnology Information)'de yapılan nükleotid karşılaştırmaları Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) ve NÜKLEOTİD BLAST (blastn) programında yapılmıştır.

PZR çalışmaları sonucu *Fusarium* spp. ile bulaşık bulunan ürünlerin direkt olarak sekanslaması yapılmıştır. Elde edilen sekanslar ilk olarak NCBI Blast Programında kontrol ve kıyaslaması yapılmıştır. Biberden izole edilerek elde edilen izolatların (15-Fu2-F_G2) daha önce dünyada biberden elde edilen (KM407603.1) izolatlarla % 99 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

PZR ürünlerinin sekanslaması sonucu elde edilen nükleotid dizilerinin hangi izolat ile ne oranda eşlendiği NCBI'da kontrol edilmiş ve tüm izolatlar % 98- % 100 oranında *Fusarium* tür ve alt türleri ile eşlendiği tespit edilmiştir. Çalışılan örnekler; dünyadaki önemli fungal izolatlardan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* ile % 98 oranında, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* ile % 99 oranında, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* ile % 99 oranında, *F. solani* izolatı ile % 99 oranında ve *Fusarium oxysporum* % 99 oranında benzerlik göstermiştir (Şekil 4.33; Şekil 4.38).

Elde edilen sonuçlara baktığımızda ITS-Fu2 gen bölgesine göre; 15 adet fungal izolat örneği, NCBI' daki JN006815.1 ile *F.solani* izolatı % 99.9 oranında benzer, 3 adet fungal izolat örneği KY659068.1 ile *F. solani* izolatı % 99.9 oranında benzer ve 2 adet fungal izolat ise MF510630.1 Uncultured fungus clone ile % 99.9 oranında benzer bulunmuştur.

Aynı şekilde, Fov1-egr bölgesi ile benzer analizi yaptığımızda ise; ilk soru olarak elimizdeki sekans örneklerinin NCBI veri setindeki hangi organizmalar ile

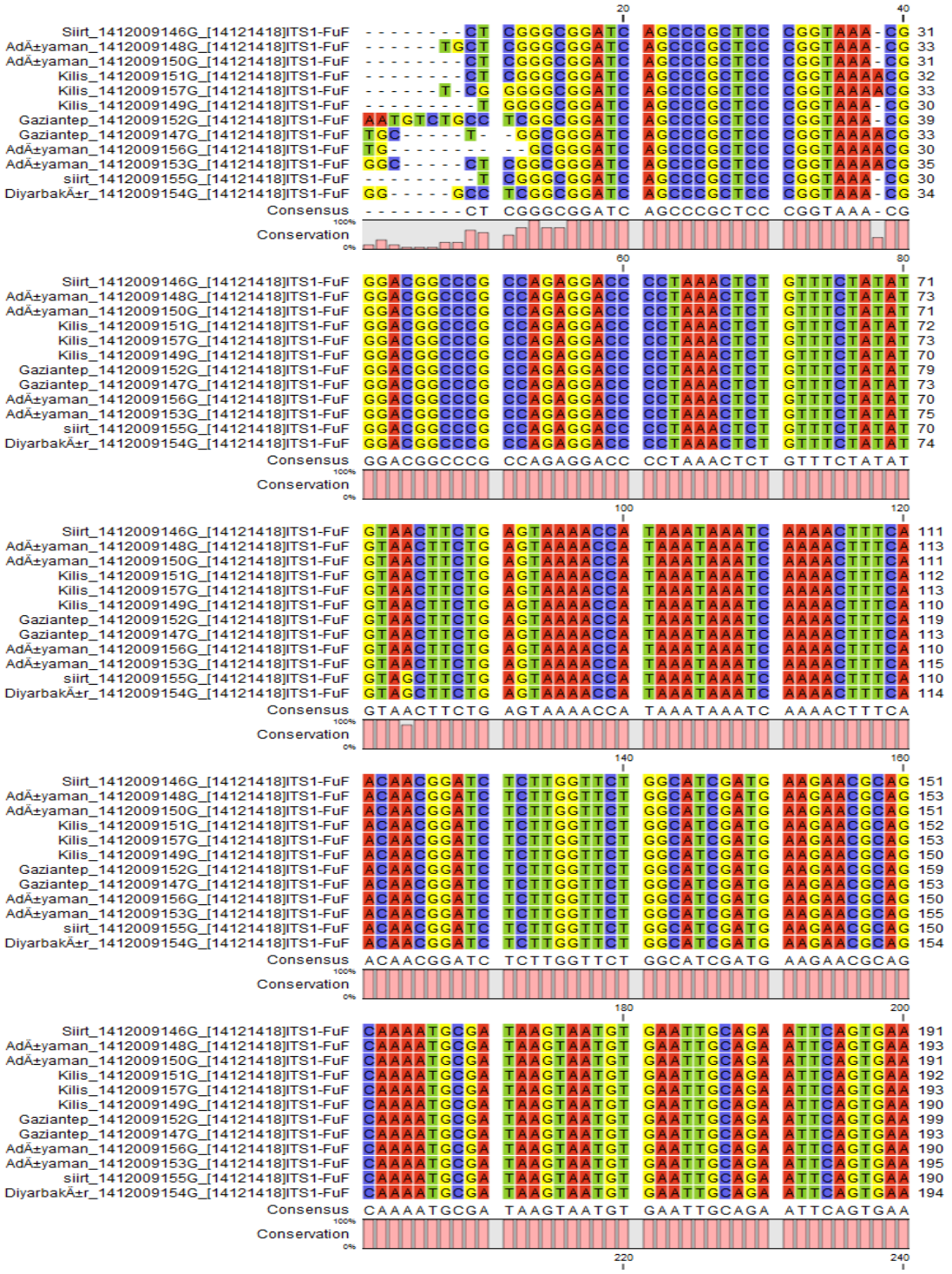
örtüştüğü ve ikinci soru olarak bu örtüşmenin sonucunda bu "DNA'lar en yakın hangi *Fusarium* türüne yakındır?" sorusunun cevabında elde edilen sonuçlar şu şekildedir: 1 adet fungal izolat örneği HQ916323.1 *Fusarium solani* izolatı ile % 99.9 oranında benzerlik göstermiştir. 2 adet fungal izolat MF686819.1 *Fusarium solani* izolatı ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir. 2 adet fungal izolat HG970335.2 *Fusarium graminearum* izolatı ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet örnek ise XM_018900994.1 *Fusarium verticillioides* izolatı ile % 98.9 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet fungus örneği ise KX822794.1 *Fusarium oxysporum* izolatı ile % 100 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet izolat örneği, KY357331.1 *Fusarium solani* izolatı ile % 99.9 oranında benzerlik göstermiştir.

Son olarak, Clox1-2 bölgesi için aynı analizi tekrar edersek, benzer sonuçlar bulunmuştur. Örnekler şu şekilde sıralanmıştır: 1 adet fungus örneği, KP852534.1 *Fusarium solani* izolatı ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet örnek KU361573.1 *Fusarium solani* izolatı ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir. 1 fungal örnek ise, KT956198.1 *Fusarium oxysporum* izolatı ile % 99.9 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet fungal izolat LT598659.1 *Fusarium culmorum* ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir. 1 adet fungal izolat HG970333.1 *Fusarium graminearum* izolatı ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir.

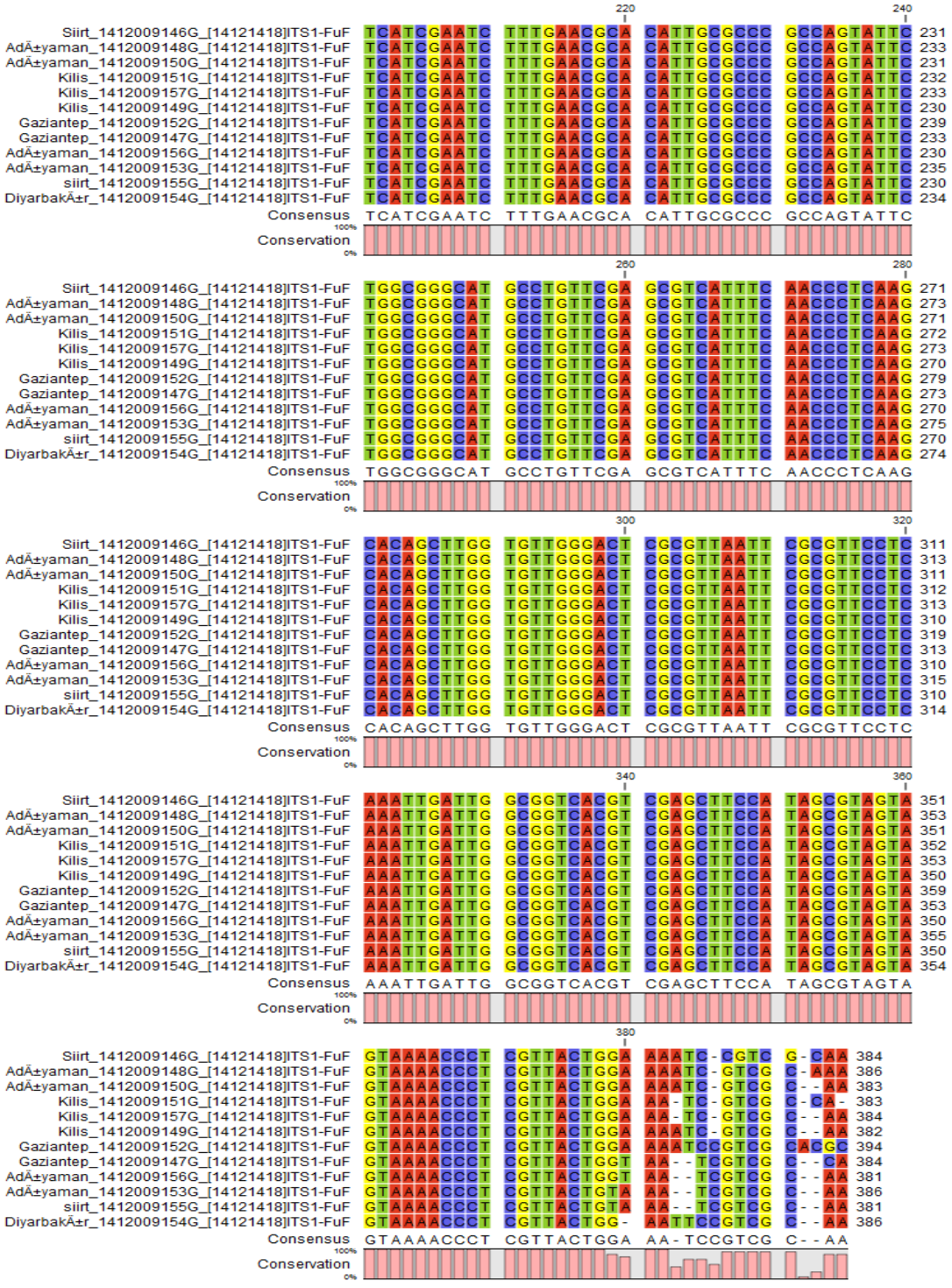
Fungal çalışmalarda en çok tercih edilen bölge rDNA birimi içinde yer alan 18S rDNA ve kodlanmayan bölge olan ITS'dir. Bir tür içindeki ırkların yada bir cins içindeki fungal türlerin karşılaştırılması için ve fungal çalışmalarda kullanışlı olduğu bildirildiği için yoğunlukla kullanılmaktadır (Kılıçoğlu ve Özkoç, 2008). Kodlanmayan iki değişken bölgeden meydana gelen ITS bölgesi, oldukça korunmuş küçük alt birim (SSU) ile 5.8S alt birimi arasında (ITS1 bölgesi) ve de büyük alt birim (LSU) rRNA genleri ile 5.8S alt birimi arasındaki bölgede (ITS2) yer almaktadır.

ITS türe özgü probları, bir kromozomal kütüphane oluşturmaya gerek kalmaksızın hızlı bir şekilde PZR ile üretilebilir. Birçok araştırıcı dizilerin tekrarlayan birimler şeklinde olması ve türler arasında değişken, tür içinde benzer

olma eğiliminde olmasından dolayı, türe özgü probları geliştirmek için dizileri ITS bölgesinden seçmektedir (White ve ark., 1990, Bruns ve ark., 1991, Lee ve Taylor, 1992).



Şekil 4.32. 2013 yılı örneklerinin alignment olarak gösterilmesi



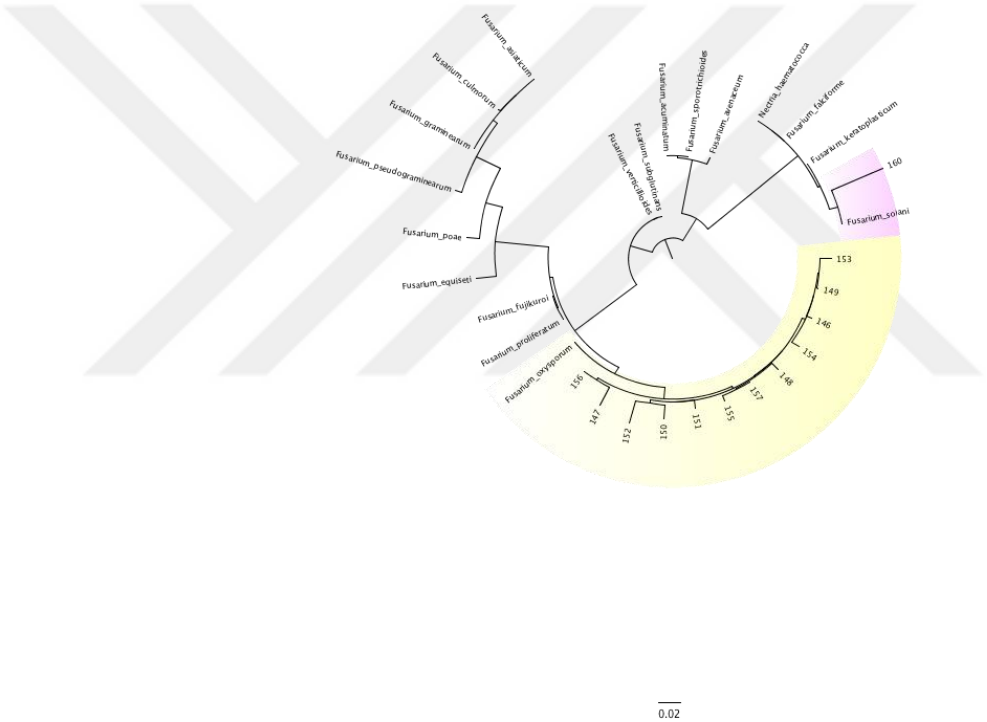
Şekil 4.32. **(devam)**

Yukarıda yapılan analiz çalışmalarında ise; *Fusarium* spp. için iki genel primerle elde edilen sekanslar karşılaştırılarak bir ortak dizilim elde edilmiştir ve haplotip belirlemesi yapılmıştır. NÜKLEOTİD BLAST (blastn) programı

kullanılarak blast ve hizalama sonucunda izolatlar arasındaki tek nokta mutasyonlarını gösteren dizilimlerin grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.32).

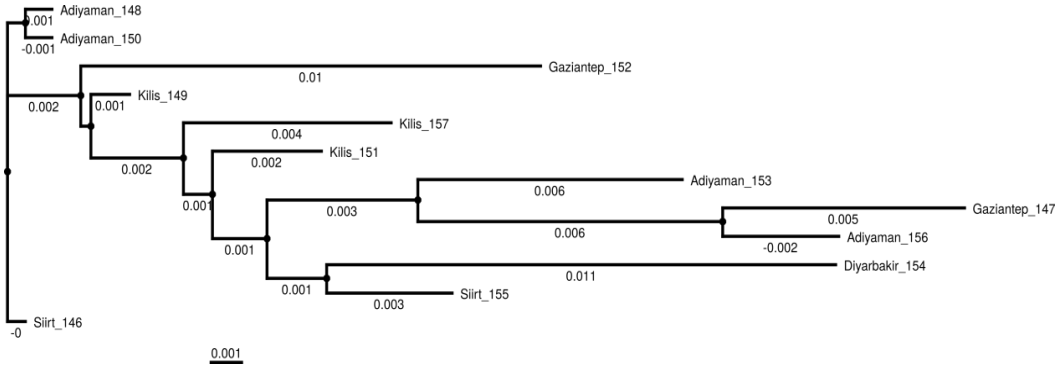
4.3.5.2. 2013 yılı sürveyde seçilen *Fusarium* örneklerinin filogenetik ağacı

Bu örneklerin *Fusarium* dışında başka fungal patojenlere ait olma riskini ortadan kaldırmak üzere, örnekler ilk olarak fungal bitki patolojisinde rol alan en önemli patojenlerle karşılaştırılmıştır. Evrimsel ilişkiler Şekil 4.33'de görülmektedir.



Şekil 4.33. 2013 yılı sekansı yapılan tüm örneklerin önemli fungal bitki patojenleriyle karşılaştırılması (0.02)

2013 ve 2014 yılları Filogenetik ağaçları incelendiğinde (Şekil 4.33 ve Şekil 4.37), örneklerin fungal bitki patojenleri arasında en yakın ortak atayı paylaştığı türlerin *Fusarium* türleri olduğu görülmektedir. 160 no'lu örnek hariç diğer tüm örnekler en yakın ortak atalarını *Fusarium oxysporum* ile paylaşmaktadır. 160 no'lu örnek *Fusarium solani* ile en yakın ortak atayı paylaştığı görülmüştür. Bulgular BLAST sonuçları ile örtüşmektedir.

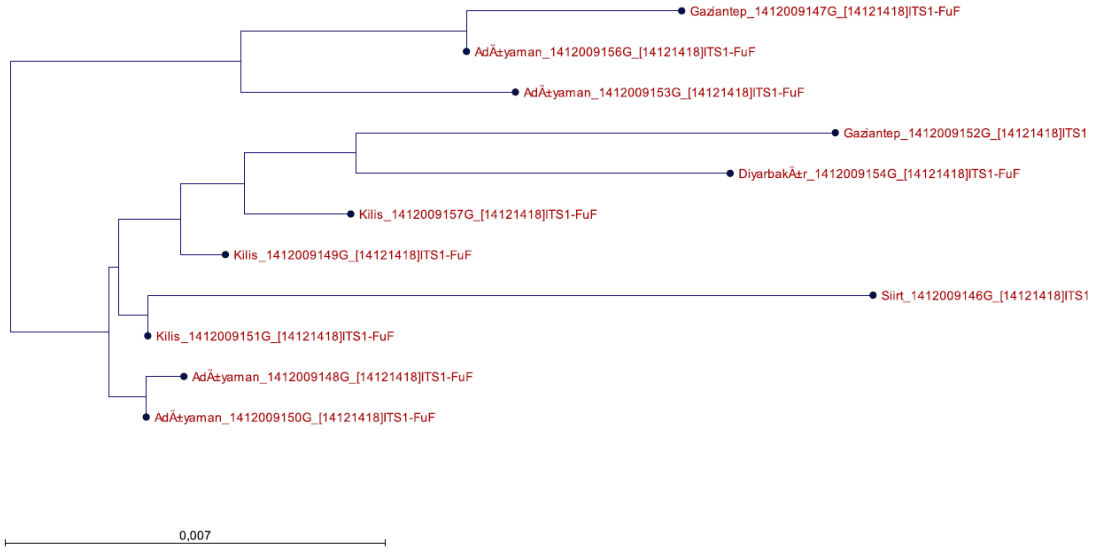


Şekil 4.34. Çalışmadaki *F. oxysporum* izolatlarından elde edilen 2013 yılı örneklerine ait dendogram

Şekil 4.33 ve Şekil 4.34 incelendiğinde, 156 (85-B/Adıyaman-Doyran), 147 (101-B/Gaziantep-Islahiye), 153 (85-A/Adıyaman-Doyran), 149 (94-A/Kilis-Gülbaba), 151 (92-A/Kilis-Minadir), 146 (Siirt-A/Siirt-Merkez), 152 (101-A/Gaziantep-Islahiye), 150 (82/Adıyaman-Doyran), 154 (64-A/Diyarbakır-Güleçoban), 148 (84-C/Adıyaman-Şambayat), 155 (Siirt-B/ Siirt-Merkez) ve 157 (91-A/ Kilis-Gülbaba) numaralı izolatların *Fusarium oxysporum* ile; 160 (64-B/ Diyarbakır-Güleçoban) numaralı izolat ise *Fusarium solani* ile en yakın ortak atayı paylaştığı görülmüştür.

2013 yılı sürvey örneklerinden DNA izolasyonu ve filogenetik çalışmalar için seçilen Siirt-146, Adıyaman 148 ve 150 ile diğer izolatların içinde yer aldığı 3 haplotip grubu *F. oxysporum* örnekleri için oluştuğu Şekil 4.34 'te gözlenmektedir.

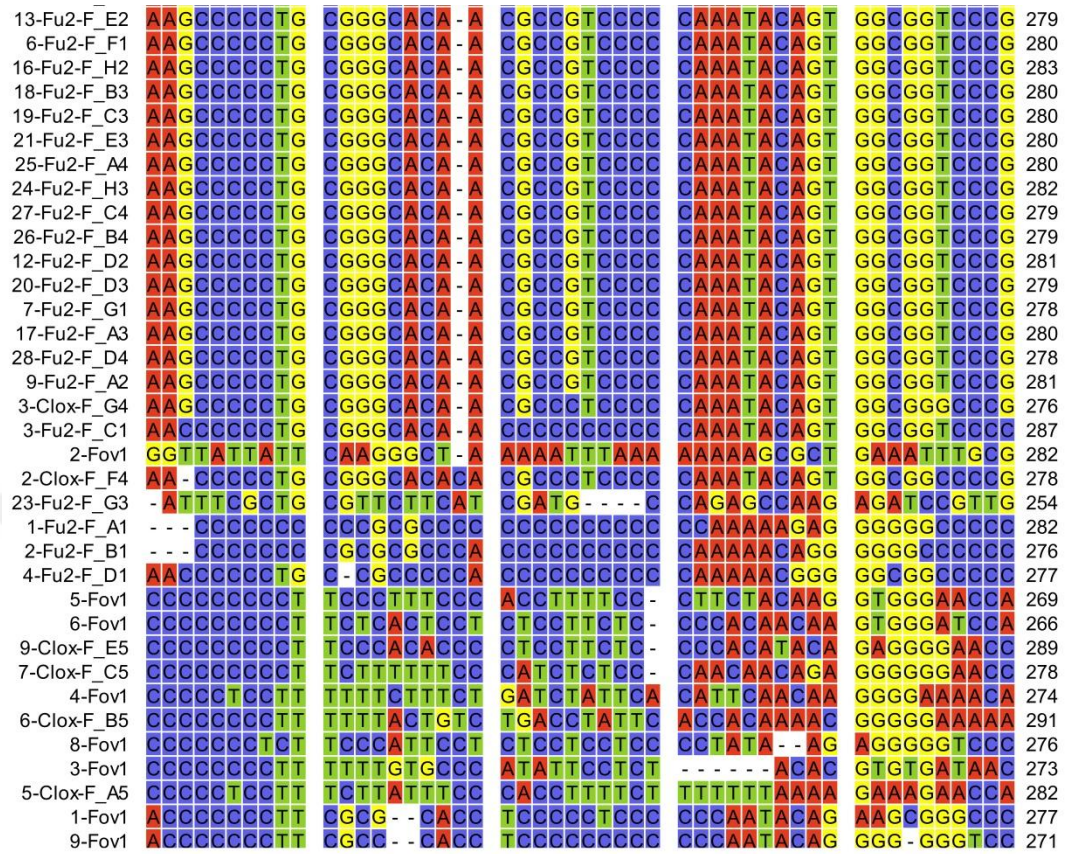
2013 yılı örneklerinin şehirler bazında filogenetik ağacı aşağıdaki şekilde de verilmiştir (Şekil 4.35). Şekil incelendiğinde 2013 yılı sürvey çalışmalarından elde edilen tüm izolatların 2 haplotip grubu oluşturduğu ve bu şekilde iki grup etrafında izolatların dallanma gösterdikleri Şekil 4.35'teki filogenetik ağaçta görülmektedir.



Şekil 4.35. 2013 yılı *Fusarium oxysporum* örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.007)

Birbirine çok yakın olan bu iller arasında bitki alışverişi, yağmur, erezyon akarsular, sulamada kullanılan sular, fideler gibi *Fusarium* hastalığını taşıma kapasitesi olan materyallerin serbest dolaşımı ile, aynı kökene sahip, birbirine yakın haplotiplerden oluştuğu soyağacında da ortaya konulmuştur. Bu bölgelerde izolatların birbirine bu kadar yakın akraba çıkması bu şekilde yorumlanmıştır.

4.3.5.3. 2014 yılı *Fusarium* örneklerinin hizalama ve blast analizi

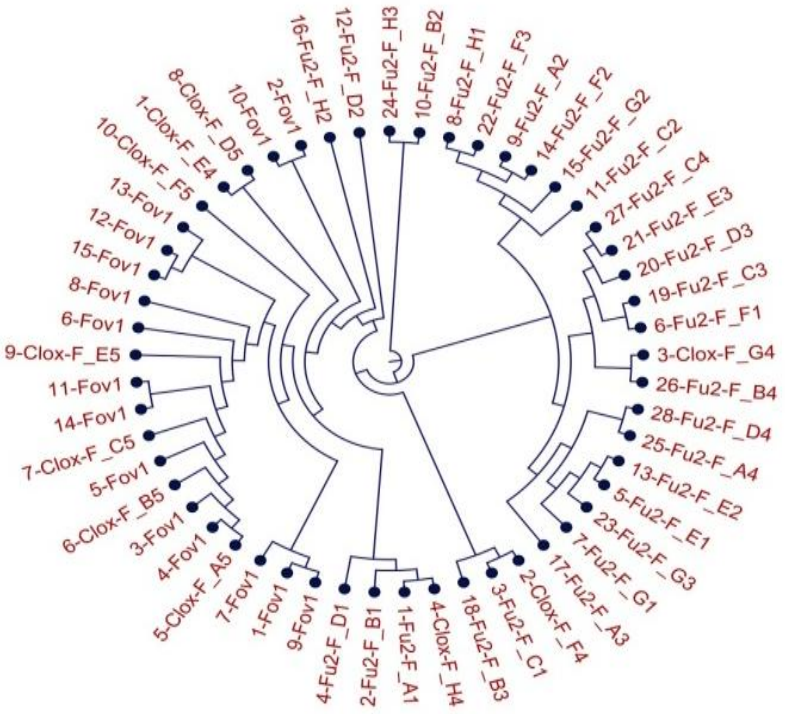


Şekil 4.36. 2014 yılı örneklerinin alignment olarak gösterilmesi

2014 yılı örneklerinin sekans analizleri sonucunda alignment olarak gösterilmesi yukarıda sıralandırıldığı şekildedir (Şekil 4.36).

Sonuçları bölge bazında ayırıp, ilk olarak en çok örneğin yer aldığı ITS-Fu2 bölgesine odaklandığımızda 27 adet sekans verisini, NCBI veritabanında varolan tüm genom verilerine karşı 'blastn' kullanılarak hizaladığımızda aldığımız sonuç NCBI veritabanında bu DNA dizileri ile en iyi uyuşan organizmaları aşağıdaki filogenetik ağaçlar bize sonuçları göstermektedir (Şekil 4.37 ve Şekil 4. 38).

4.3.5.4. 2014 yılı sürveyde seçilen *Fusarium* örneklerinin filogenetik ağacı



Şekil 4.37. 2014 yılı sürveyde elde edilen tüm izolatların filogenetik ağacı (0.02)

Şekil 4.37 incelendiğinde; 8-Fu2-F_H1 (43-Diyarbakır-Hani) izolatı ile 22-Fu2-F_F3 (183-Şanlıurfa-Birecik) izolatının aynı ortak atayı paylaştığı; 9-Fu2-F_A2 (56- Diyarbakır-Kulp) izolatı ile 14-Fu2-F_F2 (92-Gaziantep-Islahiye) izolatının aynı ortak atayı paylaştığı ve ayrıca bu dört izolatın kendi aralarında yakın akrabalık ilişkisi bulunduğu; 15-Fu2-F_G2 (161- Siirt-Baykan) izolatının da diğer 4 izolatla ortak atayı paylaştığı ve 11-Fu2-F_C2 (80-Adıyaman-Tut) izolatıyla da aynı atayı paylaştığı gözlenmektedir.

27-Fu2-F_C4 (49-Diyarbakır-Ergani) izolatıyla 21-Fu2–F_E3 (175-Şanlıurfa-Viranşehir) izolatının aynı ortak atadan geldiği, 20-Fu2-F_D3 (163-Siirt-Merkez) izolatının diğer iki izolatla aynı atayı paylaştığı Şekil 4.37 ‘te belirlenmiştir. 19-Fu2-F_C3 (150-Batman-Merkez) izolatı ile 6-Fu2-F_F1 (34-Diyarbakır-Bismil) izolatları

aynı atadan; 3-Clox-F_G4 (24-Şanlıurfa-Siverek) izolatıyla 26-Fu2-F_B4 (48-Diyarbakır-Yenişehir) izolatı aynı atadan gelmiş olup kendi aralarında da yakın akrabalık dereceleri tespit edilmiştir.

Şekil 4.37 incelendiğinde; 28-Fu2-F_D4 (50-Diyarbakır-Çermik) izolatıyla 25-Fu2-F_A4 (21-Şanlıurfa-Akçakale) izolatının aynı ortak atadan geldiği; 17-Fu2-F_A3 (128-Mardin-Savur) izolatıyla uzak akraba olduğu; 7-Fu2-F_G1 (42-Diyarbakır-Lice) izolatıyla yakın akraba olduğu Şekil 4.37'de belirlenmiştir. 13-Fu2-F_E2 (89-Gaziantep-Nurdağı) izolatıyla 5-Fu2-F_E1 (138-Şırnak-Cizre) izolatının aynı ortak atadan geldiği; 23-Fu2-F_G3 (188-Şanlıurfa-Suruç) izolatıyla 7-Fu2-F_G1 (42-Diyarbakır-Lice) izolatının kendi aralarında yakın akraba oldukları, diğer iki izolatla ise uzak akraba oldukları tespit edilmiştir.

2-Clox-F_F4 (18-Şanlıurfa-Kısas) izolatının 3-Fu2-F_C1 (24-Şanlıurfa-Siverek) izolatıyla aynı ortak atadan geldiği ve 18-Fu2-F_B3 (147-Batman-Hasankeyf) ile yakın akraba oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.37).

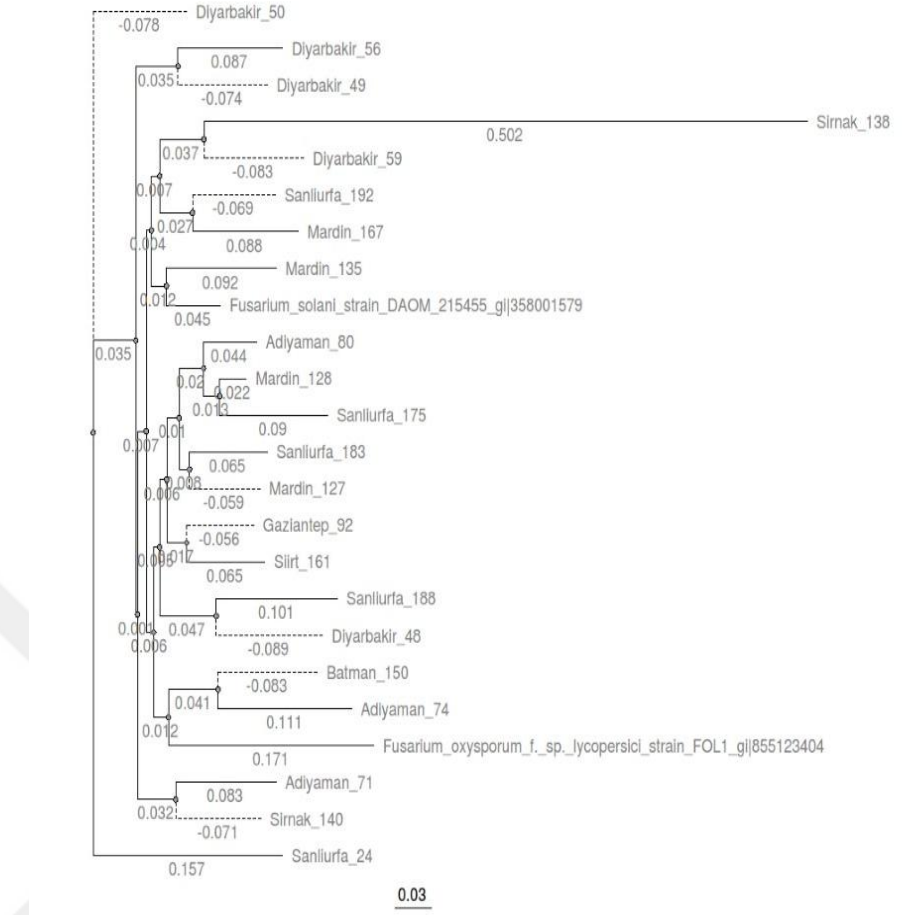
4-Clox-F_H4 (26-Şanlıurfa-Yaylak) izolatının 1-Fu2-F_A1(12-Şanlıurfa-Umut Köyü) izolatıyla aynı ortak atadan geldiği ve 2-Fu2-F_B1 (18-Şanlıurfa-Kısas) izolatı ve 4-Fu2-F_D1 (26-Şanlıurfa –Yaylak) izolatları ile yakın akraba oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.37).

Şekil 4.37'ye göre; 1-Fov1 (12-Şanlıurfa-Umut Köyü) izolatıyla 9-Fov1 (56-Diyarbakır-Kulp) izolatının aynı ortak atadan geldiği ve 7-Fov1 (42-Diyarbakır-Lice) izolatıyla ortak atayı paylaştıkları gözlenmiştir. 4-Fov1 (26-Şanlıurfa-Yaylak) izolatının ise 5-Clox-F_A5 (138-Şırnak-Cizre) izolatıyla aynı ortak atadan geldiği; 3-Fov1 (24-Şanlıurfa-Siverek) izolatıyla yakın akraba olduğu; 6- Clox-F_B5 (34-Diyarbakır-Bismil) izolatıyla ve 5-Fov1 (138-Şırnak-Cizre) izolatıyla da yakın akraba olduğu; 7-Clox-F_C5 (42-Diyarbakır-Lice) izolatı ile de kendi aralarında yakın akraba oldukları tespit edilmiştir.

14-Fov1 (92-Gaziantep-Islahiye) izolatı ile 11-Fov1 (80-Adıyaman-Tut) izolatının aynı ortak atadan geldiği ve 9-Clox-F_E5 (56-Diyarbakır-Kulp) izolatıyla,

6-Fov1 (34-Diyarbakır-Bismil) izolatıyla ve 8-Fov1 (43-Diyarbakır-Hani) izolatıyla yakın akrabalık ilişkisi bulunduğu ve dolayısıyla ortak atayı paylaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.37). 15-Fov1 (161-Siirt- Baykan) izolatıyla 12-Fov1 (83-Gaziantep-Yavuzeli)'in aynı atadan geldikleri ve 13-Fov1 (89-Gaziantep-Nurdağı) ile yakın akraba oldukları; 10-Clox-F_F5 (59-Diyarbakır-Silvan) izolatı ile uzak akraba oldukları yukarıdaki Filogenetik ağaç üzerinde belirlenmiştir (Şekil 4.37).

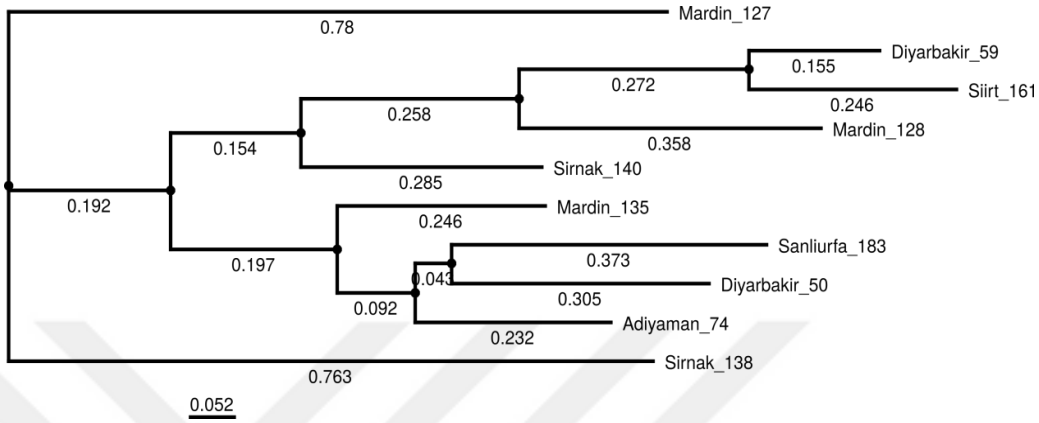
1-Clox-F_E4 (12-Şanlıurfa-Umut köyü) izolatı ile 8-Clox-F_D5 (43-Diyarbakır-Hani) izolatının aynı ortak atadan geldikleri; 2-Fov1 (18-Şanlıurfa-Kısas) izolatı ile 10-Fov1 (59-Diyarbakır-Silvan) izolatının aynı ortak atadan geldikleri; 16-Fu2-F_H2 (120-Kilis-Elbeyli) izolatının ise 12-Fu2-F_D2 (83-Gaziantep-Yavuzeli) izolatıyla aynı ortak atayı paylaştıkları ve birbirleriyle uzak akraba oldukları Şekil 4.37 üzerinde gözlenmiştir. Ayrıca 24-Fu2-F_H3 (192-Şanlıurfa-Suruç) izolatı ile 10-Fu2-F_B2 (59-Diyarbakır-Silvan) izolatlarının da kendi aralarında yakın akraba oldukları ve aynı atayı paylaştıkları Filogenetik analiz çalışmalarıyla belirlenmiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.38. 2014 yılı sürveyde elde edilen *Fusarium* spp. izolatlarının NCBI'daki verilerle filogenetik ağacı (0.03)

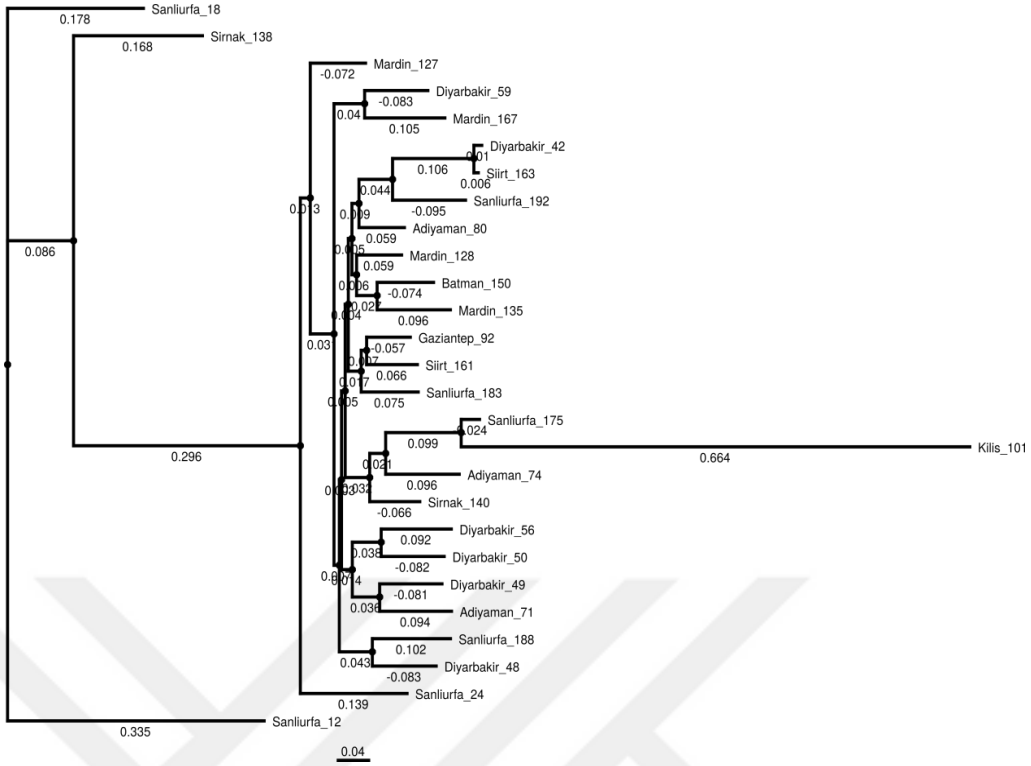
ITS-Fu2 bölgesine göre sekans örnekleri NCBI data setindeki izolatlarla benzerlikleri ve oranları tespit edilerek filogenetik ağacı Şekil 4.38'de oluşturulmuştur. Şekil incelendiğinde Diyarbakır-50, Şanlıurfa-24 ve diğer tüm izolatları içerisinde barındıran 3 haplotip grubu olduğu ve Şırnak-138 izolatının ise tamamen diğerlerinden farklı bir izolat olduğu açıkça görülmektedir. Bu izolatların hangilerinin *F. solani* ve *F. oxysporum*'a benzer olduğu da ayrıca şekilde görülmektedir (Şekil 4.38).

2014 yılı sürvey çalışmalarından elde edilen örneklerin iller bazında her bir primer çifti için dağılımı ise Şekil 4. 39 (Clox1-2), Şekil 4.40 (ITS-Fu2 FR) ve Şekil 4.41 (Fov1-egr) ’de verilmiştir.



Şekil 4.39. Clox 1-2 primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.052)

F. vasinfectum için Mardin 127 ve Şırnak 138 izolatlarının birbirine en uzak izolat ve iki ayrı haplotip olduğu, diğer izolatların ise aynı kökenden geldiği ve tek haplotip olduğu saptanmış, böylece 2014 yılı sürvey çalışmasından 3 ayrı haplotip belirlenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.40. ITS-Fu2 FR primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.04)

Şekil 4.40 incelendiğinde filogenetik ağacın 3 haplotip oluşturduğu görülmektedir. Birinci haplotip Şanlıurfa-18 grubu, ikinci haplotip ise Şanlıurfa-12 grubu, üçüncü haplotipi ise Şırnak-138 ve tüm izolatların olduğu diğer grup oluşturmaktadır. Kilis-101 izolatı ise diğer izolatlardan tamamen farklı bir haplotipi ifade etmektedir.

Şekil 4.40'da Şanlıurfa izolatlarını incelediğimizde ve üretici bilgileri ile birlikte yorumlayarak karşılaştırdığımızda ise; Şanlıurfa-12 numaralı örnek, Şanlıurfa-Çekçek Umut Köyü'nden elde edilmiş ve aynı arazide bir önceki yıl pamuk ekili olduğu öğrenilmiştir. Salma sulama ile arazi sulanmış ve üretici kendi tohumunu kullanmıştır. Örneğin petride gelişen morfolojik yapıya göre oluşturduğu misel yapılarına baktığımızda ise *Fusarium oxysporum, Alternaria* sp., *Aspergillus niger, Rhizoctonia solani, Phytophtora* sp., *Phytium* sp. sonucu morfolojik teşhiste elde edilmiştir.

Şanlıurfa-18 numaralı örnek ise, Şanlıurfa-Kısas beldesinden elde edilmiş ve bir önceki yıl arazide pamuk ekili olduğu öğrenilmiştir. Salma sulama ile arazi sulanmış ve üretici kendi tohumunu kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium oxysporum, Macrophomina phaseolina* ve *Phytophtora* sp. fungusları elde edilmiştir.

Şanlıurfa-24 numaralı örnek; Şanlıurfa-Siverek ilçesi Başbuk Köyünden elde edilmiş ve bir önceki yıl arazide mısır ekili olduğu öğrenilmiş ve damlama sulama ile salma sulama birlikte kullanılarak arazi sulanmış ve üretici kendi tohumunu kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium oxysporum*, *Phytophtora* sp. ve *Aspergillus* sp. sonucu elde edilmiştir.

Şanlıurfa-192 numaralı örnek, Şanlıurfa-Suruç ilçesinden Onbir Nisan bölgesinden elde edilmiş ve bir önceki yıl arazide pamuk yetiştirildiği öğrenilmiştir. Salma sulama ile arazi sulanmış ve üretici kendi tohumunu yani Urfa yerli genotip çeşit biber tohumunu kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium* sp. ve *Phytophtora* sp. sonucu elde edilmiştir.

Şanlıurfa-183 numaralı örnek, Şanlıurfa-Birecik ilçesinden elde edilmiş ve arazide bir önceki yıl yine sebze ve darı yetiştiriciliği yapıldığı öğrenilmiş ve üretici arazisini sularken salma sulama yöntemini kullanmıştır. Üretici kendi tohumu olarak yerli Mezra genotip çeşit biber tohumunu kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium* sp. ve *Phytophtora* sp. fungusları elde edilmiştir.

Şanlıurfa-175 numaralı örnek, Şanlıurfa-Viranşehir içesinden elde edilmiş ve arazide bir önceki yıl arpa tarımı yapılmış ve üretici arazisini salma sulama ile sulamış ve biberde hazır tohum kullanarak Urfa yerli genotip çeşidi kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise

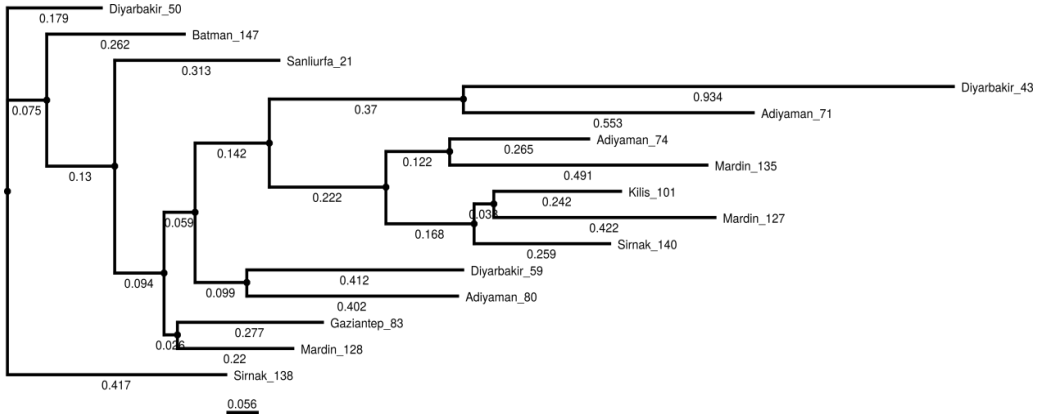
Fusarium sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Phytophtora* sp., *Verticillium* sp. ve *Macrophomina phaseolina* fungusları elde edilmiştir.

Şanlıurfa-188 numaralı örnek, Şanlıurfa-Suruç ilçesi Aşağıbostancı köyünden elde edilmiştir. Üretici bir önceki yıl arazide arpa yetiştiriciliği yapmış, salma sulama ile arazisini sulamış, Urfa yerli genotip biber çeşidini ve kendi tohumunu kullanmıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *M. phaseolina* ve *Phytophtora* sp. sonucu elde edilmiştir.

Tüm izolatlara en uzak olan, Kilis-101 numaralı izolat ise Kilis-Merkez Bayramlı mezrasından elde edilmiştir. Üretici arazide bir önceki yıl buğday ekmiş ve Antep dolmalık biber çeşidi ve kendi tohumunu kullanmış, damlama sulama ile arazisini sulamıştır. Morfolojik teşhiste petride gelişen misel yapısına göre sonuçlara baktığımızda ise *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *R. solani* ve *Phytophtora* sp. fungusları elde edilmiştir.

59-Diyarbakır örneği ise Silvan ilçesi Malabadi köprüsü civarından elde edilmiştir. Bir önceki yıl arazide sebze ekiliymiş ve üretici *Charliston* biber çeşidi ekmiş, hazır tohum kullanarak, salma sulama yapmıştır. Morfolojik teşhiste ise *F. oxysporum, A. niger, R. solani* ve *M. phaseolina* fungusları elde edilmiştir.

Bu filogenide Şanlıurfa izolatlarının farkı; arazideki belirtileri aynı görünmelerine rağmen, morfolojik teşhisinde petride ve sekans bilgilerinde bütün bu izolatların farklı bir haplotip oldukları görülmektedir. Bu şekilde filogenetik ağaçtaki dallanmalar ve farklılıklar anlam kazanmaktadır.



Şekil 4.41. Fov1-egr primerindeki gen bölgesine göre 2014 yılı örnekleri ve iller bazında dağılımı (0.056)

Şekil 4.41 incelendiğinde Diyarbakır-50'nin oluşturduğu birinci haplotip grubu, Şırnak-138'in oluşturduğu ikinci haplotip ve diğer tüm izolatların içinde bulunduğu üçüncü haplotip grubu bulunmaktadır.

Özetle; PZR, sekans ve filogenetik analiz çalışmaları sonucunda tamamı incelenerek **'*Fusarium* Karışık Enfeksiyon'** olarak tespit edilen izolatlar aşağıda belirtildiği gibi tespit edilmiştir. Bu DNA örnekleri, 2013 ile 2014 yılı sürveylerinde elde edilen *Fusarium* örneklerinin PZR sonuçlarını gösteren Çizelge 4.37,4.38'de ve filogenetik ağaçlarda da görülmektedir.

2013 yılı sürvey örneklerinden;

2- Diyarbakır

6- Kilis

18- Diyarbakır

2014 yılı sürvey örneklerinden ise;

21- Şanlıurfa, Viranşehir

28- Diyarbakır, Çermik

17- Mardin, Savur

5- Şırnak, Cizre

22- Şanlıurfa, Birecik

11- Adıyaman, Tut

10- Diyarbakır, Silvan
29- Adıyaman, Gölpınar
30- Adıyaman, Merkez
31- Kilis, Merkez
34- Mardin, Yeşilli
35- Mardin, Nusaybin
36- Şırnak, Güçlükonak
38- Batman, Kozluk

numaralı örnekler olmak üzere toplam 17 adet fungal izolat **'*Fusarium* Karışık Enfeksiyon'** olarak moleküler analiz çalışmaları sonucunda belirlenmiştir. Bu izolatların çoğu yoğun olarak ve üstüste sebze ekili alanlardan elde edilmiş olmalarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca bu örneklere bakılarak elde edilen sonuç, ITS bölgesi *Fusarium*'un tür ve alt tür seviyesinde net ayırımı yapamadığını göstermektedir. Abd-Elsalam ve ark. (2003, 2006) ile Arif ve ark. (2012)'de *Fusarium*'un tür seviyesinde teşhisi net çıkarken, yukarıda da belirtildiği gibi bu yapılan çalışmada karışık enfeksiyon çıkan örneklerde ITS bölgesi net ayırımı ortaya koyamamıştır.

Costa ve ark. (2016), soya fasülyesinde kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium solani* tür kompleksi (FSSC: *Fusarium solani* species complex) içerisinde yeni bir tür olarak *F. paranense* resmi olarak tanımlanmıştır. Bu türler, soya fasülyesinde genel olarak ani ölüm sendromuyla (SDS: suddenly death sendrome) bağlantılı olan FSSC içindeki soya fasülye kök çürüklüğü patojenlerinden; türler arası çiftleşme uyumu ile TEF1-α'nın DNA sekansı ve RNA polymeraz II'nin ikinci en büyük alt birimiyle kombine olmuş analizleriyle ayırt edilebileceğini belirtmişlerdir. *F. paranense* izolatlarının filogenetik analizleri göstermiştir ki Clade 2 içinde yer aldığı bilinen patojenlerin aksine FSSC'nin Clade 3 içinde ayrı bir grup oluşturmuştur.

Egambardiev ve ark., (2013), pamuktan izole edilen *Fov* izolatlarının moleküler karakterizasyonu çalışmaları sonucunda; TEF-1α baz çifti genetik uzaklığa göre, *Fov*'un 4 ve 7 ırkları arasında hiçbir farklılığın bulunmadığını

göstermiştir. Çalışma sonucu, Özbekistanda *Fov* izolatlarıyla yapılan ilk kapsamlı çalışma olması açısından ve tamamen pamuk ıslahçılarına *Fusarium* solgunluğu hastalığı için yönetim stratejisi geliştirmede ve katkı sağlaması açısından bizim çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmamızda bölgede biberde yapılan ilk kapsamlı bir çalışma olması açısından ve aynı TEF-1α gen bölgesi çalışılarak biber ıslahçılarına dayanıklılık ıslahı açısından çeşit geliştirmede yardım ve katkı sağlaması açısından çok önemlidir. Kim ve ark. (2005), Kalifornia *Fov* izolatlarının moleküler karakterizasyonu çalışmalarında Beta-Tebulin gen bölgesi (BT), Fosfat Permase ve Elongation Factor (EF-1α) bölgelerinin toplu sekanslarının temel alınmasına göre kendi aralarında 4 sınıf oluşturmuştur.

4.4. Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Farklı AMF fungusların *Fov* hastalık etmenine etkisinin araştırılması amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

Denemede kullanılan patojen izolatlar; 43, 183.

43- Diyarbakır Hani ilçesi
183- Şanlıurfa Birecik ilçesi

olmak üzere denemede 2 adet izolat, 1 adet (+) Kontrol ve 1 adet (–) Kontrol kullanılmıştır.

4.4.1. Hastalık şiddeti (%)

Mikorizal fungusların *Fov* hastalık etmeni üzerine etkileri (Şekil 4.42), haftalar bazında değerlendirildiğinde hastalık şiddeti 4. haftada % 45 oranında iken 7. haftada % 25 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.43). Bu da haftalar ilerledikçe mikorizal fungusların etki mekanizmasının ortaya çıktığını ve bitkilerin hastalık etmenine karşı dayanıklılık mekanizmasını geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Farklı AMF ve bunların karışımı olan Mikorizal Mix.'in (MM) *Fov*'un hastalık şiddetine etkisi % 11.107- % 68.90 arasında değişmiştir (Çizelge 4.39). En yüksek

hastalık şiddeti 43 *Fov* uygulama grubunda (% 68.90) yani Kontrol (+) 'te tespit edilirken, en düşük hastalık şiddeti ise her iki hastalık etmeni (43 *Fov* -183 *Fov*) izolat için de *Glomus etunicatum* (GE)+ Patojen uygulama grubunda (sırasıyla % 27.77- % 11.107) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.39). Hastalık şiddeti değerlerine bakıldığında, genel olarak GE'un *Fov* hastalık şiddetini değişen oranlarda baskıladığı ortaya çıkmıştır. Matsubara et al. (1995), Patlıcan bitki köklerinde mikorizal fungus kolonizasyonu uygulamadan 10 hafta sonra GE ve GM için sırasıyla % 48 ve % 40.2 oranında olduğunu tespit ederek, AMF inokulasyonuyla *V. dahliae'* nin hastalık görünümünün kontrole oranla azaldığını veya geciktirildiğini belirterek sonuçlarımızla benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

AMF fungusların toprak kökenli patojenler üzerindeki etkisi ve baskılama mekanizması farklı patosistemlerde de incelenmiş ve genel olarak bu simbiyotik mikroorganizmaların özellikle fungal kök patojenleri üzerinde engelleyici bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Linderman, 1992; Demir ve Akköprü, 2007; Arslanpay ve Demir, 2015). İki hastalık etmeni *Fov* izolatları (43- *Fov* Kontrol + ; 183-*Fov* Kontrol +) arasındaki farklılık ise; bu iki izolatın farklı illerden elde edilmesine ve izolatların virülenslik derecesinin farklı olmasına bağlanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada 43- *Fov* şiddetli bir izolat olarak görülmüştür.

Çizelge 4.39. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkilerinin hastalık şiddetleri (%)

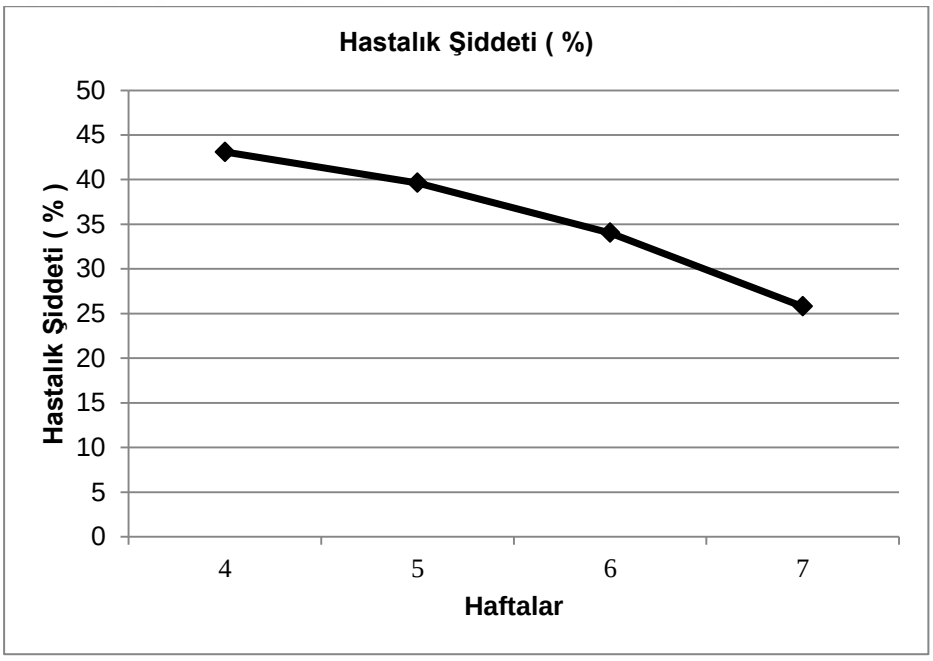
Uygulamalar	**Hastalık Şiddeti 43 *Fov* (%)***	**Hastalık Şiddeti 183 *Fov* (%)****
Kontrol (-)	0.00 b	0.00 b
Kontrol (+)	68.90 a	55.165 a
G. mosseae + Patojen	47.22 ab	38.72 ab
G. intraradices + Patojen	49.99 ab	22.22 ab
G. etunicatum + Patojen	27.77 ab	11.107 b
Mikorizal Mix + Patojen	68.75 a	29.165 ab

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).

Mikorizal fungusların *Fusarium* spp. hastalık etmenleri üzerine etkileri (Şekil 4.42) haftalar bazında aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4.42. Hastalık etmeninin uygulandığı kontrol (+) bitkisi



Şekil 4.43. Haftalar bazında AMF uygulamalarının hastalık şiddeti üzerine etkisi

4.4.2. AMF kök kolonizasyonunun belirlenmesi (%)

Grid-Line intersect metodu kullanılarak yapılan değerlendirmelerde biber bitkisi köklerindeki AMF türlerinin ve bunların Mix. karışımının kolonizasyon oranları 43 *Fov* için; % 80- % 33.33 arasında, 183 *Fov* için ise % 73.33- % 33.33 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.40). Çalışma kapsamında yer alan uygulama grupları arasında en yüksek kolonizasyon oranı her iki hastalık etmeni izolat için de (43 *Fov* -183 *Fov*) *G. etunicatum* + Patojen'in yer aldığı uygulama grubunda sırasıyla % 80 ve % 73.33 olarak tespit edilmiştir.

Tutar (2014), yaptığı çalışmayla *Fov*'un patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu GE % 79 oranında engellediğini, patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini en fazla engelleyen funguslar ise GM, GE ve GF (% 32-39) olduğunu belirterek bizim üç AMF ile yaptığımız deneme sonuçlarıyla benzer GE'nin daha etkili olduğunu belirtmiştir. *V. dahliae*'nın patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu (% 32-53) ve patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini (% 22-37) bu AMF funguslarının engellediğini bildirmiştir (Tutar, 2014).

AMF kök kolonizasyonları toprak kökenli patojenler tarafından nasıl etkilendiği literatürlerde de netlik kazanmamıştır. Zambolim and Schenck (1983), Hassan Der et al.,(1997) ve Akköprü and Demir (2005), AMF funguslarının çeşitli konukçularda ve farklı hastalık etmeni patojenler tarafından nasıl etkilendiğini ve kök kolonizasyonlarının azaltıldığını belirlemişlerdir. Buna karşılık; Caron et al., (1986), Özgönen ve ark. (1999), Yücel ve ark. (2001) ve Arslanpay ve Demir (2015) ise yapmış oldukları çalışmalarla AMF funguslarının kök kolonizasyonunun istatistiki açıdan önemli düzeyde etkilenmediğini belirlemişlerdir. Çalışmamız sonucunda ise AMF kök kolonizayonunun *Fov* bakımından istatistiki açıdan önemli düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 40. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkisi köklerinin kolonizasyon oranları (%)

AMF Türleri	Kök Kolonizasyonu 43 *Fov* (%) $^{\beta*}$	Kök Kolonizasyonu 183 *Fov* (%) $^{\beta*}$
Kontrol (-)	0.00 b	0.00 b
G. mosseae + Patojen	35.00 ab	53.33ab
G. intraradices + Patojen	46.67 ab	56.67ab
G. etunicatum + Patojen	80.00 a	73.33 a
Mikorizal Mix + Patojen	70.00 ab	70.00ab
G. mosseae	63.33 ab	63.33ab
G. intraradices	50.00 ab	50.00ab
G. etunicatum	33.33 ab	33.33ab
Mikorizal Mix	65.00 ab	65.00ab

$^{\beta}$ Değerler her grup için ortalama değerlerdir.
$^{ns:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
$^{*:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir ($P < 0.05$) .
$^{**:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir ($P< 0.01$).

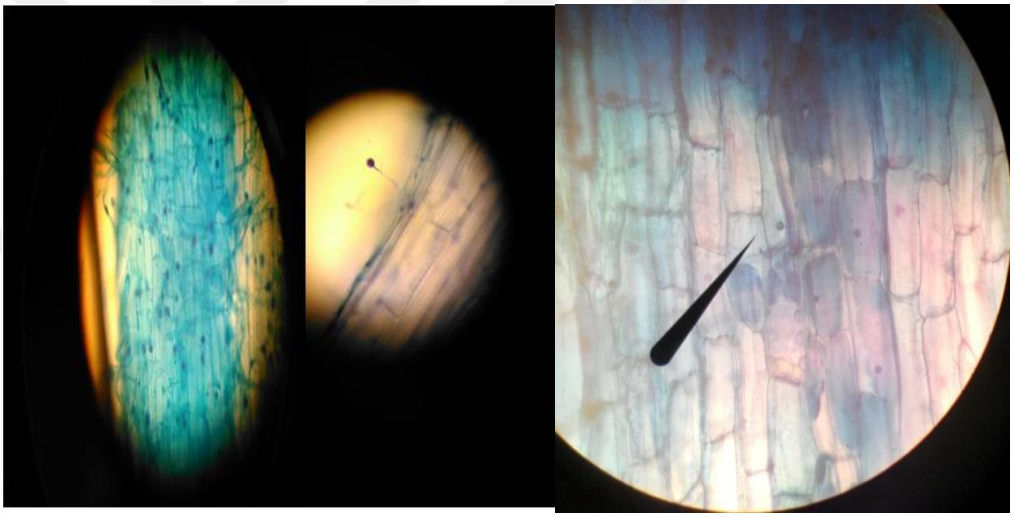
4.4.3. Mikorizal toplam spor sayımı

Farklı iki *Fov* hastalık etmeni izolat üzerine, mikorizal fungus uygulama gruplarının etkilerinin incelendiği toplam mikorizal spor sayısına etkisi (Şekil 4.43) en yüksek 13.667 ile en düşük 3.667 arasında değişmiştir. En yüksek Mikorizal Mix+ 43 *Fov* (13.667) muamele grubuyla, Mikorizal Mix- M.M (12.667) muamele grubunda tespit edilirken, en düşük her iki *Fov* izolatı için de *G. mosseae*- G.M. muamele grubunda (3.667) belirlenmiştir. Her iki patojen izolat üzerinde de (43-*Fov*; 183-) *Fov* en yüksek değerler sırasıyla M.M.+ Patojen (13.667- 11.667) ve M.M. (12.667-12.667) uygulamalarından elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarımızda mikorizal spor sayımı, 43 *Fov* izolatı bakımından istatistiki açıdan 0.05 önem seviyesinde önemli bulunurken 183 *Fov* izolatı için istatistiki açıdan önemli düzeyde etkilenmediği görülmekte olup, genel olarak artış göstermiştir. İki izolat arasındaki bu fark izolatların elde edildiği illerin farklı olmasına ve virülenslik derecelerine bağlanmaktadır. 43 *Fov* hastalık etmeni patojenin daha virülent olduğu hastalık şiddeti oranlarında da % olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber bitkisi köklerinin mikorizal toplam spor sayımı (adet/10)

Uygulamalar	43 *Fov**	183 *Fov*^{ns}
Kontrol (-)	0.00 b	0.00 a
G. mosseae	3.667 ab	3.667 a
G. intraradices	7.667 ab	7.667 a
G. etunicatum	9.667 ab	9.667 a
Mikorizal Mix	12.667 ab	12.667 a
G. mosseae + Patojen	8.667 ab	8.667 a
G. intraradices+ Patojen	8.000 ab	11.333 a
G. etunicatum+ Patojen	8.333 ab	8.000 a
Mikorizal Mix+ Patojen	13.667 a	11.667 a

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).



Şekil 4.44. Biber bitkisi köklerinde AMF fungusların (*Glomus* spp.) ışık mikroskobunda farklı görünüşleri

4.4.4. Mikro ve makro besin elementi içeriklerinin belirlenmesi

Üç farklı AMF ve bunların karışımı olan Mikorizal Mix. uygulamasının yapıldığı ve iki farklı hastalık etmeni patojenin (43- *Fov*, 183- *Fov*) inokule edildiği biber fidelerinde, makro besin elementi içeriklerinden % Azot oranına baktığımızda genel olarak kontrol bitkilerine oranla arttığı tespit edilmiş olup; her iki patojen için

de en yüksek değer G.M. (5.961-5.962) uygulamasından, en düşük değer ise M.M. (2.563) uygulamasından elde edilmiş ve 43- *Fov* patojeni için istatistiki açıdan P < 0.05'e göre de önemli bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde makro besin elementlerinden Azot (N) içerikleri (%)

Uygulamalar	**43 *Fov* % Azot (N) ***	**183 *Fov* % Azot (N) ns**
Kontrol (-)	3.606 ab	3.606 a
Kontrol (+)	2.861 b	4.465 a
G.M.+ Patojen	2.829 b	4.936 a
G.İ.+ Patojen	4.066 ab	4.665 a
G.E.+ Patojen	3.167 b	3.853 a
M.M.+ Patojen	-	3.874 a
G.M.	5.961 a	5.962 a
G.İ.	3.380 ab	3.381 a
G.E.	2.845 b	2.845 a
M.M.	2.563 b	2.563 a

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).

Muamele gruplarının farklılıklarına köklerdeki Makro besin elementlerinden Fosfor miktarları açısından baktığımızda ise her iki patojen de (43- *Fov* ve 183- *Fov* hastalık etmenleri) en yüksek değerler sırasıyla G.M+ Patojen (72.647-71.327) ve en düşük değer G.E. (34.520-34.520) olarak tespit edilmiştir. Köklerdeki Potasyum miktarları açısından ise her iki patojen için de en yüksek 187.30 ile M.M. muamele grubunda, en düşük 46.20 G.E. muamele grubunda belirlenmiş olup, istatistiki olarak da (P< 0.01) önem seviyesine göre köklerdeki potasyum (K) ve fosfor (P) bitki besin elementleri açısından uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde makro besin elementlerinden Fosfor (P) ve Potasyum (K) içerikleri (ppm)

	Kök Bitki Besin Elementleri	
Uygulamalar	**Fosfor (P)****	**Potasyum (K)****
Kontrol (-)	69.595 a	75.70 cd
Kontrol (+)	72.463 a	115.50 abcd
G.M.+ 43 *Fov*	72.647 a	140.60 ab
G.İ. + 43 *Fov*	69.953 a	133.80 abc
G.E. + 43 *Fov*	51.713 ab	67.22 cd
M.M. + 43 *Fov*	68.223 a	89.40 abcd
G.M.	64.197 a	70.88 cd
G.İ.	65.173 a	73.70 bcd
G.E.	34.520 b	46.20 d
M.M.	64.377 a	187.30 a
	Kök Bitki Besin Elementleri	
Uygulamalar	**Fosfor (P)****	**Potasyum (K)****
Kontrol (-)	69.595 ab	75.70 bc
Kontrol (+)	78.300 a	121.50 b
G.M.+ 183 *Fov*	71.327 ab	69.40 bc
G.İ. + 183 *Fov*	70.037 ab	98.20 bc
G.E. + 183 *Fov*	55.860 b	78.00 bc
M.M. + 183 *Fov*	-	-
G.M.	64.197 ab	70.88 bc
G.İ.	65.173 ab	73.70 bc
G.E.	34.520 c	46.20 c
M.M.	64.377 ab	187.30 a

$^{ns:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
$^{*:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir ($P < 0.05$) .
$^{**:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir ($P< 0.01$).

Yapılan uygulamalarda mikorizal fungusların köklerdeki Fe, Na, B, Cu, Mn, Zn mikro bitki besin maddelerinin alımları üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin köklerinde mikro besin elementlerinden Cu, Fe, Mn, Zn içerikleri (ppm) [ns]

Uygulamalar	Cu	Fe	Mn	Zn
Kontrol (-)	0.6287 a	14.195 a	1.6110 a	1.1850 a
Kontrol (+)	0.5260 a	14.770 a	1.8407 a	1.2657 a
G.M+ 43 *Fov*	0.5433 a	11.533 a	1.8337 a	1.2693 a
G.İ+ 43 *Fov*	0.6140 a	20.167 a	2.6153 a	1.6710 a
G.E+ 43 *Fov*	0.4720 a	15.803 a	1.8317 a	1.4600 a
M.M+ 43 *Fov*	0.5350 a	10.230 a	1.3210 a	1.3470 a
G.M.	0.4393 a	14.827 a	1.3847 a	2.3178 a
G.İ.	0.6087 a	18.993 a	2.0207 a	1.6750 a
G.E.	0.4230 a	16.363 a	1.6033 a	1.3400 a
M.M.	0.6323 a	16.447 a	2.1923 a	1.7023 a

Kök Mikro Besin Elementleri

Uygulamalar	Cu	Fe	Mn	Zn
Kontrol (-)	0.6287 a	14.195 a	1.6110 a	1.1850 a
Kontrol (+)	0.4533 a	12.466 a	1.5573 a	1.2337 a
G.M.+183*Fov*	0.5057 a	13.307 a	1.2783 a	1.1813 a
G.İ.+ 183*Fov*	0.5753 a	12.443 a	1.5567 a	1.4917 a
G.E.+183*Fov*	0.6430 a	11.495 a	1.8355 a	1.5330 a
M.M.+183*Fov*	-	-	-	-
G.M.	0.4393 a	14.827 a	1.3847 a	2.3178 a
G.İ.	0.6087 a	18.993 a	2.0207 a	1.6750 a
G.E.	0.4230 a	16.363 a	1.6033 a	1.3400 a
M.M.	0.6323 a	16.447 a	2.1923 a	1.7023 a

[ns:] Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).

Sürgünde 43- *Fov* patojeni için en yüksek değerler Bakır (Cu)'da 30.5 ppm ile M.M; Fosfor (P) (11580 ppm) ve Potasyum (K)'da (110400 ppm) MM+Patojen; Mangan (Mn) (124.7 ppm), Sodyum (Na) (1137 ppm) ve Çinko (Zn)'da (88.3) ise G.İ+Patojen tespit edilmiştir (Çizelge 4.45). Sürgünde 183- *Fov* patojeni için en yüksek değerler Bor (B) (68.1 ppm) ve Bakır (Cu) (30.5 ppm) için M.M; Demir (Fe) için (137.9-127.1 ppm) G.M ve G.İ; Fosfor (P) (8942 ppm) ve Potasyum (K)'da (83760 ppm) MM+Patojen; Magnezyum (Mg)'da (11529-11365 ppm) Kontrol (+) ve G.M+Patojen; Mangan'da (Mn) (67.6- 62.2 ppm) G.İ ve G.İ+Patojen; Sodyum (Na)'da (835.7 ppm) G.E+Patojen ve Çinko (Zn)'da (95.3 ppm) G.İ+Patojen

bulunmuştur (Çizelge 4.46). pH ve EC'de ise uygulama grupları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken, sadece 183-*Fov* patojeni için pH değerinde en yüksek etkiyi M.M uygulama grubu göstermiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.45. Farklı AMF uygulanmış ve 43 *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin sürgünlerinde mikro ve makro besin elementler içerikleri (ppm) [ns]

43 -*Fov*	**B**	**Ca**	**Cu**	**Fe**	**K**	**Mg**	**Mn**	**Na**	**P**	**Zn**
Kontrol (-)	65.7a	13156a	18.6ab	94.5a	60396b	10246a	32.3c	361.5c	8103abc	44.6b
Kontrol (+)	53.3a	13381a	11.8b	116.9a	75999ab	10592a	68.2b	769.5abc	7946abc	69.9ab
G.M.+ 43 *Fov*	65.0a	18127a	15.7ab	120.7a	75215ab	12276a	53.2bc	772.4abc	10068a	47.4b
G.İ.+ 43 *Fov*	67.7a	20500a	18.8ab	144.1a	47778b	11604a	124.7a	1137a	10189a	88.3a
G.E.+ 43 *Fov*	63.0a	15540a	23.8ab	124.0a	82053ab	9560a	70.6b	848.8ab	9400ab	56.1ab
M.M+ 43 *Fov*	70.0a	19110a	16.1ab	167.8a	110400a	11660a	57.3bc	843.4abc	11580a	81.4ab
G.M.	62.0a	14586a	21.0ab	137.9a	67640ab	10433a	51.3bc	566.8bc	8109abc	66.4ab
G.İ.	67.4a	13244a	22.5ab	127.1a	65057b	8123a	67.6b	440.6bc	6426c	81.7a
G.E.	63.1a	13650a	17.3ab	122.7a	56501b	9241a	57.5b	481.3bc	7203bc	57.2ab
M.M.	68.1a	13078a	30.5a	120.4a	77046ab	6586a	52.6bc	615.3abc	6772bc	83.8a

Çizelge 4.46. Farklı AMF uygulanmış ve 183 *Fov* inokule edilmiş biber fidelerinin sürgünlerinde mikro ve makro besin elementler içerikleri (ppm) [ns]

183-*Fov*	**B**	**Ca**	**Cu**	**Fe**	**K**	**Mg**	**Mn**	**Na**	**P**	**Zn**
Kontrol (-)	65.7ab	13156a	18.6ab	94.5b	60396cd	10246ab	32.3b	361.5c	8103ab	44.6c
Kontrol (+)	60.8ab	14924a	11.6b	135.1a	80404a	11529a	62.0a	746.9ab	8331ab	80.7ab
G.M+ 183*Fov*	50.3ab	13370a	8.3b	99.1ab	62925abcd	11365ab	40.0ab	671abc	8461ab	59.2abc
G.İ.+ 183 *Fov*	57.2ab	13935a	12.7b	114.3ab	74030abc	7447ab	62.2a	832.8a	7672abc	95.3a
G.E+ 183 *Fov*	52.6b	12426a	8.6b	120.4ab	59934bcd	7541ab	47.4ab	835.7a	6923bc	62.5abc
M.M+183*Fov*	66.0ab	14790a	16.1ab	125.4ab	83760a	8937ab	49.0ab	787.8ab	8942a	71.0abc
G.M.	62.0ab	14586a	21.0ab	137.9a	67640abcd	10433ab	51.3ab	566.8abc	8109ab	66.4abc
G.İ.	67.4a	13244a	22.5ab	127.1a	65057abcd	8123ab	67.6a	440.6bc	6426c	81.7ab
G.E.	63.1ab	13650a	17.3ab	122.7ab	56501d	9241ab	57.5a	481.3bc	7203bc	57.2bc
M.M.	68.1a	13078a	30.5a	120.4ab	77046ab	6586b	52.6ab	615.3abc	6772bc	83.8ab

Mikorizal yaşam büyük ölçüde bitki-fungus arasındaki besin alışverişine dayanan ve karşılıklı beslenme ilişkisi içinde yürüyen bir simbiyotik yaşam şeklidir. Bu konuda yapılan akademik çalışmaların çoğu bitki faydasına olan beslenme

yönünü ele almışlar ve bu konuya dikkati çekerek Arbüsküler Mikorizal bitkilerin daha iyi geliştiğini ifade etmişlerdir (Hayman, 1982; Marschner, 1995; Ortaş, 1998; Ortaş, 2003). Bu çalışmanın amaçlarından bir tanesi de bu beslenmenin özellikle bitki açısından avantajlarını ortaya koymaktır. Nitekim gerek morfolojik parametreler ve gerekse besin elementi içeriği açısından mikorizal biber bitkilerinin mikorizal olmayanlara göre daha teşvik edildiği ve söz konusu parametre değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.42- 4.43- 4.44- 4.45- 4.6 ve Çizelge 4.47- 4.49- 4.50- 4.51). Özellikle hastalık etmenlerine karşı bitkinin oluşturduğu dayanıklılık mekanizmasının teşvikinde ve gelişmesinde rol oynayan Potasyum (K) değerlerinin bu çalışmada genel olarak yüksek oluşu da bu olguyu desteklemektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla paralellik göstermiş (Yücel ve ark., 2001; Demir ve ark., 2012; Arslanpay ve Demir, 2015), mikorizal fungusların bitkinin besin durumunu teşvik ettiği ve hastalık etmenlerine karşı biyolojik koruyucu etmen olarak rol oynadığı tespit edilmiştir.

4.4.5. Yetiştirme toprağında EC ve pH'nın belirlenmesi

Çalışma kapsamında yer alan GM, Gİ, GE, MM biber yetiştirilen toprakların pH ve tuz içeriğine (EC) olan etkileri de araştırılmıştır. Uygulama gruplarında yer alan toprak örneklerinin pH değerleri uygulamalara göre 5.97-6.70 arasında değişmiştir (Çizelge 4.47). Genel olarak biber yetiştiriciliği yapılan toprakların en uygun toprak pH'sı optimum 5.6-6.8 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Arslanpay ve Demir, 2015). Elde ettiğimiz sonuçlara göre uygulamalarda yer alan tüm mikorizal fungusların hastalık etmeni patojenler ile birlikte verildiğinde genel olarak toprak pH'sını yükselttiği görülmüştür. Toprak pH değerinin en uygun olduğu uygulama; 43-*Fov* patojen izolatı için GE+43-*Fov* (6.70) ve M.M. uygulamalarının (6.54) yer aldığı muamele gruplarında tespit edilmiştir. 183-*Fov* patojen izolatı için ise M.M. uygulamasında (6.54) elde edilmiştir ve istatistiki olarak da $P < 0.05$ önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz içerikleri açısından ise uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiş olup, en yüksek tuz içeriği 43-*Fov* patojen izolatı için G.İ (0.49) ve G.M (0.44) olarak; 183-*Fov* patojen izolatı için ise G.İ (0.49) ve G.M+ 183- *Fov* (0.46) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.47). Gülser ve ark.

(2014) ile Arslanpay ve Demir (2015) yetiştirme ortamlarındaki tuzluluğun göstergesi olan EC (Elektriksel İletkenlik) değerlerinin Potasyum, Salsilik asit ve Humik Asit kombinasyon uygulamalarında yükseldiği ve bunun da bitkilerdeki hastalık şiddetini artırdığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da genel olarak AMF uygulanan bitkilerde tuz içeriği kontrole oranla artmakla beraber, bu artışın Hastalık Şiddetine ve Potasyum miktarına yansıması negatif yönde olmuştur (Çizelge 4.39, Çizelge 4.43, Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

Çizelge 4.47. Farklı AMF uygulanmış ve *Fov* inokule edilmiş biber fidelerine ait toprakların pH değerleri ve tuz (EC) içerikleri

Uygulamalar- 43 *Fov*	**EC (µS/cm) ^{ns}**		**pH ^{ns}**	
Kontrol (-)	0.31	a	6.26	a
Kontrol (+)	0.27	a	6.03	a
G.M.+ 43 *Fov*	0.35	a	6.34	a
G.İ.+ 43 *Fov*	0.34	a	6.21	a
G.E.+ 43 *Fov*	0.23	a	6.70	a
M.M.+ 43 *Fov*	0.38	a	6.54	a
G.M.	0.44	a	6.22	a
G.İ.	0.49	a	5.97	a
G.E.	0.27	a	6.08	a
M.M.	0.26	a	6.54	a
Uygulamalar-183 *Fov*	**EC (µS/cm)^{ns}**		**pH***	
Kontrol (-)	0.31	a	6.26	ab
Kontrol (+)	0.27	a	5.83	b
G.M.+ 183 *Fov*	0.46	a	6.09	ab
G.İ.+ 183 *Fov*	0.36	a	6.37	ab
G.E.+ 183 *Fov*	0.26	a	6.12	ab
M.M.+ 183 *Fov*	0.34	a	6.38	ab
G.M.	0.44	a	6.22	ab
G.İ.	0.49	a	5.97	ab
G.E.	0.27	a	6.08	ab
M.M.	0.26	a	6.54	a

$^{ns:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
$^{*:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir ($P < 0.05$) .
$^{**:}$ Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir ($P< 0.01$).

4.4.6. Fide morfolojik gelişim parametreleri

Uygulanan farklı mikorizal fungusların (*G. mosseae; G. intraradices; G. etunicatum*) ve bu mikorizal fungus türlerinin karışımlarının (Mix) hastalık etmeni uygulanmış biber fideleri üzerine etkileri farklı parametreler (Kök Boyu, Sürgün Boyu, Kök Boğaz çapı, Yaprak Sayısı, Sürgün Yaş Ağırlık, Sürgün Kuru Ağırlık, Kök Yaş Ağırlık ve Kök Kuru Ağırlık) için istatistiksel olarak ($p < 0.05$ ve $p < 0.01$ seviyede) One-Way Anova yöntemi ile MİNİTAB programında yapılmıştır. Sonuçlar, Çizelge 4.48- 4.49- 4.50- 4.51'de verilmiştir; buna göre kök boyu ve yaprak sayısı yönünden incelenen mikorizal fungusların istatistiksel olarak iki farklı patojen izolatı için de (43- *Fov*, 183- *Fov*) önemsiz bulunurken ($p > 0.05$); Sürgün Yaş ağırlık, Kök Yaş ve Kuru ağırlıkları için istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) ve çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Ayrıca Sürgün Boyu ve Kök Boğazı çapı için de her iki farklı patojen izolatı için de istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) ve çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.48. Farklı AMF uygulanmış ve 43-*Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün boyu (cm), kök boyu (cm), kök boğazı çapı (mm) ve yaprak sayısı (adet) değerlerine ait Anova testi sonuçları

Uygulamalar	Sürgün Boyu (cm)**		Kök Boyu (cm)ns		Kök Boğaz Çapı (mm)**		Yaprak Sayısı (adet)ns	
Kontrol (-)	35.24	a	28.99	a	3.98	a	25.29	a
Kontrol (+)	33.54	ab	27.56	a	3.58	ab	25.0	a
G.M.+ 43 *Fov*	31.71	ab	24.96	a	3.93	ab	30.62	a
G.İ.+ 43 *Fov*	23.27	b	24.13	a	2.83	b	18.0	a
G.E.+ 43 *Fov*	28.57	ab	24.32	a	3.58	ab	24.83	a
M.M.+ 43 *Fov*	22.10	b	25.11	a	3.10	ab	21.83	a
G.M.	33.14	ab	32.26	a	3.39	ab	28.56	a
G.İ.	35.37	a	30.67	a	3.79	ab	26.75	a
G.E.	31.74	ab	30.75	a	3.67	ab	26.0	a
M.M.	39.88	a	33.45	a	3.81	ab	25.83	a

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir ($P < 0.05$) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir ($P< 0.01$).

Biber fidelerinin 43-*Fov* patojen izolatı için sürgün boyu, kök boyu ve kök boğazı çapında en yüksek değerleri Mikorizal Mix uygulama grubunda sırasıyla

39.88 cm, 33.45 cm ve 3.81 cm olarak elde edilirken, yaprak sayısı için ise 30.62 adet ile GM+43-*Fov* muamele grubunda elde edilmiştir. 183-*Fov* patojen izolatı için ise en yüksek değerleri sürgün boyu (39.92 cm) G.E.+183-*Fov*, kök boyunu ise (33.51 cm) G.E. uygulama gruplarında; kök boğazı çapı ve yaprak sayısını ise sırasıyla 4.12 cm ve 39.91 adet olarak G.M.+ 183-*Fov* uygulama grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.48 ve Çizelge 4.50).

Demir ve ark. (2012) yılında yaptığı çalışmanın sonuçları bizim sonuçlarla paralellik göstermiş; mikorizal fungusların bitki gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediklerini, AMF'nin hümik asit ve peynir altı suyu gibi farklı uygulamalarla birlikte kullanıldıklarında toprak kökenli patojen olan *Verticillium dahliae*'nın hastalık şiddetini % 40- % 70.5 oranında baskıladıklarını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.49. Farklı AMF uygulanmış ve 43-*Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g), kök yaş ve kuru ağırlığı (g) değerlerine ait Anova testi sonuçları

Uygulamalar	Sürgün Yaş Ağırlık (g)**		Sürgün Kuru Ağırlık (g)ns		Kök Yaş Ağırlık (g)**		Kök Kuru Ağırlık (g)**	
Kontrol (-)	47.28	a	4.25	a	6.26	bc	0.87	ab
Kontrol (+)	45.53	ab	3.34	a	3.84	bc	0.46	b
G.M.+43 *Fov*	52.85	a	4.54	a	7.02	abc	0.78	ab
G.İ.+ 43 *Fov*	19.91	b	7.70	a	1.19	c	0.28	b
G.E.+ 43 *Fov*	36.68	ab	3.38	a	7.07	abc	0.68	ab
M.M.+43 *Fov*	19.79	ab	1.59	a	2.66	bc	0.24	b
G.M.	49.50	a	4.45	a	5.85	bc	0.75	ab
G.İ.	42.10	ab	4.15	a	7.95	ab	1.29	a
G.E.	47.60	a	4.98	a	11.54	a	1.15	a
M.M.	35.91	ab	3.27	a	8.34	ab	0.76	ab

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).

Biber fidelerinin 43- *Fov* ve 183- *Fov* her iki patojen izolatı için de sürgün yaş ve sürgün kuru ağırlık ile kök yaş ve kök kuru ağırlık için en yüksek değerleri mikorizal fungusların tek başına muamele yapıldığı uygulama gruplarında tespit

edilmiş olup; sürgün yaş ağırlık G.M (49.50), sürgün kuru ağırlık G.E (4.98) kök kuru ağırlık G.İ (1.29) ve kök yaş ağırlık G.E. (11.54) olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.51).

Çizelge 4.50. Farklı AMF uygulanmış ve 183- *Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün boyu (cm), kök boyu (cm), kök boğazı çapı (mm) ve yaprak sayısı (adet) değerlerine ait Anova testi sonuçları

Uygulamalar	Sürgün Boyu (cm)*		Kök Boyu (cm)ns		Kök Boğazı Çapı(mm)*		Yaprak Sayısı (adet)ns	
Kontrol (-)	35.24	ab	28.99	a	3.98	ab	25.29	a
Kontrol (+)	34.36	ab	23.12	a	3.71	ab	26.62	a
G.M.+183 *Fov*	36.30	ab	30.26	a	4.12	a	32.91	a
G.İ.+ 183 *Fov*	31.11	ab	27.33	a	3.02	b	21.58	a
G.E.+183 *Fov*	39.92	a	31.69	a	4.04	ab	28.25	a
M.M.+183*Fov*	23.86	b	28.71	a	3.47	ab	26.83	a
G.M.	33.14	ab	30.76	a	3.39	ab	28.56	a
G.İ.	35.37	ab	31.01	a	3.79	ab	26.75	a
G.E.	31.74	ab	33.51	a	3.67	ab	26.00	a
M.M.	39.88	a	29.83	a	3.81	ab	25.83	a

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).

Çizelge 4.51. Farklı AMF uygulanmış ve 183- *Fov* patojeni inokule edilmiş biber fidelerinin sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g), kök yaş ve kuru ağırlığı (g) değerlerine ait Anova testi sonuçları

Uygulamalar	Sürgün Yaş Ağırlık (g)ns		Sürgün Kuru Ağırlık (g)ns		Kök Yaş Ağırlık (g)**		Kök Kuru Ağırlık (g)**	
Kontrol (-)	47.28	a	4.25	a	6.26	bc	0.87	ab
Kontrol (+)	49.01	a	3.54	a	4.40	c	0.62	b
G.M.+183*Fov*	52.41	a	4.64	a	5.06	bc	0.77	ab
G.İ.+ 183*Fov*	34.89	a	2.72	a	5.48	bc	0.60	b
G.E.+ 183*Fov*	49.02	a	4.45	a	10.96	ab	1.02	ab
M.M.+183*Fov*	34.46	a	2.88	a	4.74	bc	0.42	b
G.M.	49.50	a	4.45	a	5.85	bc	0.75	ab
G.İ.	42.10	a	4.15	a	7.95	abc	1.29	a
G.E.	47.60	a	4.98	a	11.54	a	1.15	ab
M.M.	35.91	a	3.27	a	8.34	abc	0.76	ab

ns: Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arasındaki fark önemsizdir (Non-significant).
*: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.05'e göre önemsizdir (P < 0.05) .
**: Tukey çoklu karşılaştırma testine aynı harfler arasındaki fark 0.01'e göre önemsizdir (P< 0.01).

Bölgemizde sebze tarımında mikorizal funguslarla ilgili çalışmalar sınırlı düzeyde yapılmıştır. Diyarbakır, Çukurova ve Aydın yörelerinde mikorizal funguslarla yapılmış olan çalışma sonuçlarının (Çimen ve ark., 2009; Özgönen ve Erkılıç, 2007; Yıldız, 2010) bu çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir (Şekil 4.44).

Demir (2004), tarafından yapılan bir çalışmada *G. intraradices* ile inokule edilen ve edilmeyen biber (*Capsicum annuum* L. cv. Çetinel) bitkilerine ait sap ve yapraklarda fosfor (P) ve kuru madde miktarı ile klorofil konsantrasyonları (klorofil a, klorofil b ve klorofil a+b), indirgen seker (fruktoz, glukoz, sakkaroz) ve toplam şeker miktarı gibi fizyolojik gelişim parametreleri belirlenmiştir. Bütün parametreler *G. intraradices* ile inokule edilmiş biber bitkilerinde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca mikorizal simbiozis sonucu biber bitkilerinde P içeriğinin arttığı ve bununda biber bitkilerinin fizyolojik performansını olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir.

Son yıllarda gelişmiş ülkelerde kimyasal mücadelenin meydana getirdiği olumsuzlukları ortadan kaldırmak için biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımına yönelik çalışmalar ağırlık kazanmıştır (Cook, 1993; Guo ve ark., 2004; Huang ve ark., 2005). Bu mücadelede yararlı mikroorganizmaların bitki kök bölgesine kolonize olmaları teşvik edilerek, bir savunma hattı oluşturmak suretiyle, bitkilerin hastalanmasının önlenmesi sağlanmaktadır (Chet ve Inbar, 1994; Benítez ve ark., 2004) (Şekil 4.45). Uyarılmış dayanıklıkta amaç; bitkilerin savunma mekanizmalarını önceden aktive ederek patojen saldırısına karşı hazır hale getirmektir.

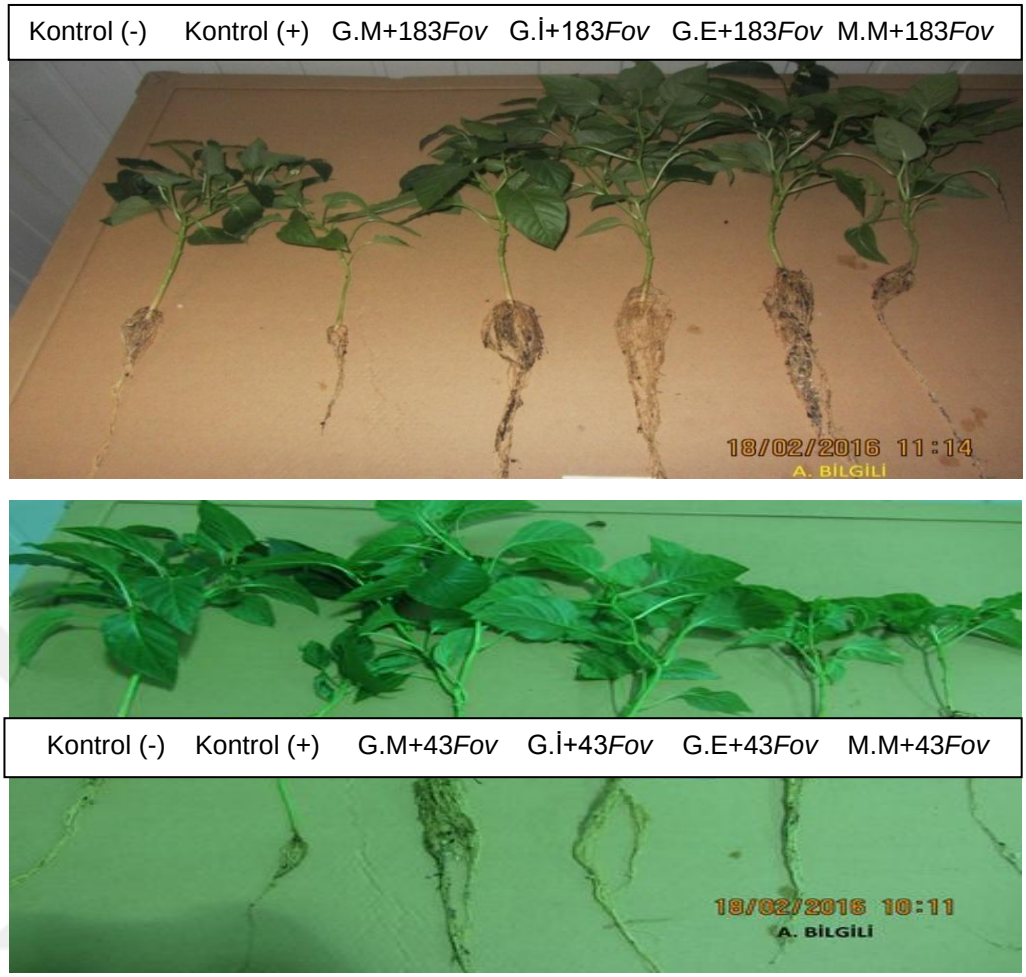
AMF Funguslar gerek biyotik gerekse abiyotik stres koşullarına karşı birçok kültür bitkisini olumlu yönde teşvik etmekle beraber son yıllarda yapılan çalışmalar, bitkilerdeki pozitif etkinin, genetik varyasyona bağlı olarak çeşitler arasında farklılık olabileceğini göstermiştir (Declerck et al., 1995; Linderman and Davis, 2004; Şensoy et al., 2007). Bu çalışmada da farklı *Fov* izolatlarının aynı veya farklı AMF'lere tepkileri hem hastalık şiddeti, hem kolonizasyon oranı hem de mikorizal spor yoğunluğu açısından değişkenlik göstermiştir. AMF fungusları kök sisteminde

anatomik ve morfolojik değişimler meydana getirerek, patojenin enfeksiyon oluşturmasını ve rizosfer interaksiyonlarını etkilemek suretiyle toprak kökenli patojenlere etkili olduğu bilinmektedir (Azcon-Aguilar ve Barea, 1996; Demir ve Akköprü, 2007).

Biberde yapılan başka bir çalışmada üç farklı *Glomus* türü (*Glomus claroides, G. albidium* ve *G. diaphanum*) ile inokule edilen biber fidelerinin vejetatif ve generatif gelişiminin mikorizal funguslar tarafından düşük Fosfor (P) uygulamasında artırıldığı ve mikorizal olmayan bitkilere göre yaprak dokularında daha yüksek Fe, Mn, Zn ve Cu içerdiği saptanmıştır. Ayrıca ekstraradikal hif oluşumunun düşük P uygulamasında daha fazla olduğu, yüksek fosfor uygulamasının ise hif oluşumunu azalttığı belirtilmiştir (Davies ve ark., 2000).

Bu çalışmada Mikorizal fungusların *in-vitro* koşullarında biber bitkisi ile gayet iyi çalıştığı gözlemlenmiştir. *Glomus etunicatum* ve *G. clarum* ile inokule edilen farklı bir çalışmada da biber, patlıcan ve domates bitkilerinin inokule edilmeyen bitkilere göre Cu ve Zn alımının arttığı ve verimin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca biber bitkilerinin domates ve patlıcana göre mikorizal funguslara daha fazla bağımlı oldukları belirtilmiştir (Ortaş ve ark, 2003).

Sonuç olarak; AMF bitki korumada ve hastalık yönetiminde yüksek potansiyel biyoajanlar olarak görülmektedir. *Phytophthora, Rhizoctonia* ve *Fusarium* patojenlerinin neden olduğu bitki hastalıklarına karşı AMF'nin potansiyel biyolojik mücadele elemanı olduğu görülmüştür. Bu interaksiyonlar bitkilerde kök salgıları, fitoaleksinler ve fenolik bileşiklerin üretimini teşvik eder. Böylece, AMF bitki ve toprak mikrobiyal aktivitesini etkiler (Biçici, 2011). Bu çalışmada mikorizal fungusların yer aldığı patosistemlerde *Fov* hastalık şiddetindeki azalış, mikorizal bitkilerdeki fosfor ve potasyum miktarının artışına, AMF'nin hastalığın etkilerini geciktirmesine ve kök yapısını güçlendirmesine bağlanabilir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Farklı AMF ve *Fov* patojenlerin uygulandığı biberlerin kök yapıları

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde Turhan ve Turhan (1989)'ın yapmış oldukları çalışmada *Trichoderma harzianum* ile karşılaştırmak için bazı yeni antagonistleri biberde *Rhizoctonia solani* ve *Phytium ultimum*'un neden olduğu çökerten hastalığına karşı baskılamasını araştırmışlardır. Antagonist olarak *T. harzianum'*u kullanmışlar ve *Streptomyces nobilis, S. ochraceiscleroticus, Neocosmospora vasinfecta* var. *Africana* ve *Acrophialophora levis* hastalık etmenlerine karşı baskılamasını test etmişlerdir. Sonuçta 5 tane antagonist izolat biber fidelerinde test edilmiş ve *R. solani* ve *P. ultimum*'a karşı hastalık şiddetini azaltmışlardır. Tespit edilmiş *P. ultimum*'un hastalık şiddeti oranında % 28.14'ten % 22.76'ya düşürmüş, *R. solani'*nin ise % 79.14'ten % 66.83'e düşürmüştür. Böylece *T. harzianum* izolatı her iki patojen için de en az etkili antagonist olarak bulunmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

GAP Bölgesinde yaşanan hızlı nüfus artışı ve genç nüfusun fazla olması; arazilerin gittikçe miras yoluyla parçalanması ya da küçülmesi, yoğun işçilik gerektiren ve birim alandan daha fazla getirisi olan tarla ve sera sebzeciliğini önemli kılmaktadır. Sebzecilik özellikle biber üretimi, bölgemizde tarla sebzeciliği ve küçük aile işletmeciliği şeklinde yerel pazarın isteğine göre yapılmaktadır. Tarımsal ürün işleme sanayisi yok denecek kadar azdır. Hatta GAP Bölgesinin sebze ihtiyacı dışarıdan ya da Antalya, Mersin ve Adana gibi Akdeniz illerinden karşılanmaktadır. GAP Bölgesi sebze tarımı için toprak, su, iklim, sıcaklık ve insan gücü gibi tüm şartlara sahipken kendi ihtiyacını karşılamada zorlanmaktadır. Bu durumun en önemli sebeplerinden biri bitki koruma sorunlarından kaynaklanan hastalık ve zararlılardır.

GAP Bölgesinde yaygınlıkla populasyon yerel biber çeşitleri kullanıldığı için yeknesak kaliteli ve yüksek verimli ürün elde edilememektedir. Bunun için yerel genotipler yitirilmeden ıslah programları oluşturularak yöreye uygun çeşitlerin geliştirilmesi gereklidir. Bölgede henüz standart veya F1 biber çeşit kullanımı yaygın olmadığı için, biber parsellerinde bulunan bitkiler arasında verim, bitki boyu, meyve şekli, v.s. bakımından çok önemli varyasyonlar olduğu gözlenmektedir. Herhangi bir standarda uymayan, populasyon şeklindeki çeşitlerde parseller içerisinde yeterli sayıda meyve bağlayan bireylerin yanında, bir-iki gibi çok az veya hatta hiç meyve bağlamayan, hastalık etmenlerinin sporlarını taşıyan bitkilerle karşılaşmak da mümkün olmaktadır. Parsel içerisinde üreticilerin fazla dikkatini çekmeyen böylesi verimsiz bitkiler, tarlada boşa yer kaplamakta, hastalık etmenlerinin de taşıyıcılığını yaparak birim alandan elde edilen verimi önemli ölçüde düşürmektedir. Bu kapsamda bu çalışma ile; biber alanlarında mevcut toprak kökenli hastalık etmenleri belirlenmiş, verimi önemli ölçüde etkileyen bir faktör ortaya çıkarılmış ve yaygınlık durumları göz önüne serilmiş bulunmaktadır.

Araştırma alanı olarak GAP Bölgesindeki biber üretim alanlarının tamamı, bölgede salçalık biberin üretildiği Şanlıurfa (% 44), Kilis (% 39), Gaziantep (% 7), Adıyaman (% 3) ve Diyarbakır, Batman, Siirt, Şırnak, Mardin illeri ve ilçeleri seçilmiştir. Araştırma alanında biber yetiştiriciliğinde çoğunlukla yerli populasyonlarla uzun zamandan beri üretim yapılmaktadır. Şanlıurfa ilinde biber yetiştiriciliği oransal olarak toplam tarım alanları içinde % 15-20 kadar pay almaktadır. Bu oran Kilis ilinde % 30'a kadar yükselmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışma, hem bölgede yeni biber çeşidi geliştirilmesinde hem de hastalıklara dayanıklılık ıslahı açısından kaliteli ürün elde edilmesinde temel oluşturması ve verime katkı sağlaması nedeniyle önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde öncelikle verim kayıplarına sebep olan, çoğunlukla tarla sebzeciliği şeklinde yapılan Şanlıurfa, Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Siirt, Şırnak, Gaziantep, Kilis ve Mardin olmak üzere toplam 9 biber üretilen açık alanlarda 2013 ve 2014 yıllarında sürvey yapılarak solgunluk, gövde, kök ve kök boğazı çürüklüğüne sebep olan fungal hastalık etmenleri belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen bu toprak kökenli hastalık etmenleri ile (*Fusarium* spp., *F. oxysporum, F. solani, F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum, Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, Phytophtora capsici, P. citrophtora, Phytophtora* sp., *Phytium* spp., *Aspergillus niger, A. flavus, Aspergillus* sp., *Verticillium* spp., *Alternaria* spp.) patojenisite denemeleri kurulmuş ve hangi etmenlerin patojen oldukları belirlenmiştir. Bölgede hastalık etmenlerinin yaygınlık oranları ve en yaygın görülen patojenin *Fusarium* türleri olduğu belirlenmiştir. Biber üretim alanlarının GPS kaydı alan fotoğraf makinesi ile koordinatları kayıt altına alınmıştır. Üretici ile görüşülerek kısa bir anket yapılmış ve bu ankette tarlada son birkaç yılda üretilen bitkiler, biber çeşidi, kimyasal mücadele uygulayıp uygulamadığı, ne tür gübreler kullandığı, araziyi sulama şekli, hazır tohum mu yoksa kendi tohumunu mu kullandığı, hastalık etmeni hakkında bilgisi olup olmadığı gibi bilgiler öğrenilerek kaydedilmiş, böylece hastalık etmenleri ile ilişkilendirilmiştir.

Bölgeden sürvey çalışmaları sonucu elde edilen tüm izolatların hastalık etmeni olup olmadığının belirlenmesi amacıyla kurulan 10 adet patojenisite denemesinde

toplam 326 izolat test edilmiştir. 2013 ve 2014 yılı sürvey çalışmaları kapsamında *Fusarium* spp. izolatlarından toplam 126 izolat patojenisite denemelerinde test edilmiş ve bunlardan 92'si patojen olarak bulunmuştur. 2014 yılı sürvey çalışmaları kapsamında elde edilen *Phytophtora* türlerinin patojenisite testleri hem yapraktan hem topraktan inokulum vermek suretiyle ayrı ayrı yapılmış ve toplam 78 adet *Phytophtora* izolatının tümü patojen olarak tespit edilmiştir. Sadece 2013 yılı sürvey çalışmalarından elde edilen 1 adet izolat patojen olarak bulunmamıştır. *Macrophomina phaseolina* patojenisite denemelerinde ise toplam elde edilen 44 izolattan 19'u testlenmiş ve bunlardan 15'i patojen olarak tespit edilmiştir. *Rhizoctonia solani* patojenisite denemelerinde ise toplam 27 adet izolatın 21'i patojen olarak bulunmuştur. *Pythium* spp., patojenisite denemelerinde ise toplam 49 adet izolatın tümü testlenmeye alınmış ve bunlardan 27'si patojen olarak bulunmuştur. *Aspergillus* türlerinde ise sadece 1 adet *A. niger* izolatının patojenisite denemesi sonucunda patojen bulunmamıştır. 2014 yılı sürvey çalışmalarında elde edilen *Verticillium* türlerinden toplam 7 adet izolat tespit edilmiş, 5'i patojen bulunmuştur. *Alternaria* izolatlarında ise sürvey çalışmaları kapsamında toplam 18 adet izolat elde edilmiş, bunlardan 7'si patojen olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.1). Bu sonuçla paralel olarak çoğunlukla *Alternaria* türlerinin yaprak kökenli hastalıklara sebep olması, toprakta bitki artıkları üzerinde ve bitkinin köklerinde saprofit olarak yaşamını sürdürmesi bağlanabilir.

Çizelge 5.1. Patojenisite denemelerinde elde edilen toplam izolat, testlenen izolat ve patojen olarak bulunanların sayısı

Fungal Türler	**Elde edilen izolat sayısı**	**Testlenen izolat sayısı**	**Patojen sayısı**
Fusarium spp.	177	126	92
Phytophtora spp.	129	79	78
M. phaseolina	44	19	15
R. solani	53	27	21
Pythium spp.	49	49	27
Aspergillus spp.	14	1	0
Verticillium spp.	7	7	5
Alternaria spp.	18	18	7
Toplam	**491**	**326**	**245**

Moleküler çalışmalar ile de bu toprak kökenli hastalık etmenlerinden yaygın ve patojen olan *Fusarium* izolatlarının iller bazında birbirleriyle akrabalık durumları, yakınlıkları ve dünyada varolan kayıtlı diğer *Fusarium* patojenleri ile yakınlık uzaklık dereceleri, filogenetik ilişkileri belirlenmiştir. Elde edilen sekans sonuçları ile de biyoinformatik, biyoistatistik ve blast analizleri yapılarak izolatların herbir baz çifti ve nükleotid dizileri çıkarılmıştır. Böylece Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan biber yetiştirilen tüm illerden, 2013 ve 2014 sürvey çalışmaları sonucu elde edilen *Fusarium* fungal patojenlerinin diğer etmenlerle benzerlik ve farklılıkları ortaya konmuştur.

Moleküler analizleri yapılan *Fusarium* örneklerinde 2013 yılı sürvey örneklerinin Sekansları oldukça benzer, yalnız ilk birkaç nükleotid farklı bulunmuştur. Bu açıdan oluşturulan filogenetik ağaçlarda da çok büyük farklılıklar yoktur. Ancak oluşan 2013 yılı filogenetik ağaca da baktığımızda, ilginç sonuçlar şu şekildedir; Adıyaman 148 ve 150 örnekleri birarada gruplanırken, neredeyse tüm Kilis izolatları bir arada ve gruplar Kilis, Gaziantep, Adıyaman, Diyarbakır ve Siirt ekseninde dağılmış durumdadır. En önemli farklı nokta; Diyarbakır Siirt'le gruplanmış, bu kendi başına ilginç bir sonuçtur. Moleküler analizleri yapılan *Fusarium* 2014 yılı örneklerinin ise Sekansları biraz daha karışık durumdadır, zira 3 farklı primer bölgesi taranmış ve sadece tek yönlü sekanslama sonuçları yapılmıştır. Filogenetik Ağaç oluşturulurken, 3 farklı primer için ayrı ayrı ağaç oluşturulmuştur. Yalnızca Fu2 primeri ile değerlendirildiğinde Kilis izolatları diğerlerinden farklı bir grupta toplanmış, diğerleri arasında tutarlı bir değişiklik bulunmamıştır. Bazı Diyarbakır izolatları yanyana iken, diğer Diyarbakır izolatları farklı yerlerde olabildiği sonucu bulunmuştur.

Moleküler analiz çalışmalarında *Fusarium* spp. türleri için kullanılan 58^{o}C annealing derecesinde ve 466bp büyüklüğünde çoğaltan Fu1 ile 54^{o}C annealing derecesinde ve 398bp büyüklüğünde çoğaltan Fuf primerleri arasından "Fuf" en iyi sonuç veren primer olmuştur.

F. solani türleri için kullanılan 58°C annealing derecesinde, 658bp büyüklüğünde çoğaltan Fs4 ile 61°C annealing derecesinde, 485bp büyüklüğünde çoğaltan Fs5 ve 63,5°C annealing derecesinde, 595bp büyüklüğünde çoğaltan Fu2 primerleri arasından "Fu2 ve Fs5" en iyi sonuç veren primerler olmuştur.

Fusarium oxysporum f.sp. vasinfectum türü için kullanılan primer 50°C annealing derecesinde ve 400bp büyüklüğünde çoğaltan Fov1 ile 53°C annealing derecesinde ve 438 bp büyüklüğünde çoğaltan Fov1egr primerleri arasında "Fov1egr" en iyi sonuç veren primer olmuştur. *F. oxysporum* türü için ise kullanılan 60°C annealing derecesinde ve 534bp büyüklüğünde çoğaltan "Clox" primeri moleküler analizlerde iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalarda biber tarımında hastalık etmeni olarak *Phytophtora capsici* yaygın olarak tespit edilmiştir. Bölgede biber yetiştiriciliğinde sulama şekli olarak çoğunlukla salma sulamanın kullanılması hastalık çıkışını teşvik etmiştir. 2013-2017 yıları arasında yürütülen bu çalışma sonuçlarına göre bölgede *P. capsici* yerine *Fusarium* spp. yaygın ve patojen olarak bulunmuştur. Ayrıca salma sulama dışında bölgede biber tarımında damla sulama ve yağmurlama sulama şekli de bölgede yaygınlıkla kullanılmaktadır. Bölgede *Fusarium* spp. olarak *F. oxysporum, F. solani, F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* yaygın bulunmuştur. *P. capsici* ise bölge il ve ilçelerindeki çoğu toprakta tespit edilmiştir. Bu etmenler dışında ayrıca GAP Bölgesi biber üretim alanlarında patojen olarak kök çürüklük etmenlerinden *Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, Phytium* spp., *Aspergillus niger, A. flavus, Aspergillus* sp., *Verticillium* spp., *Alternaria* spp. belirlenmiştir. Özellikle sıcaklık seviyesi yüksek olan illerimizde (Mardin dışında tüm iller) *Macrophomina phaseolina* hastalık etmeninin bulunma oranında artış tespit edilirken, daha serin olan illerimizde (Adıyaman ve Kilis) ise *Verticillium* türlerinin bulunma oranında artış tespit edilmiştir.

Mikorizal yaşam büyük ölçüde bitki-fungus arasındaki besin alışverişine dayanan ve karşılıklı beslenme ilişkisi içinde yürüyen simbiyotik bir yaşam şeklidir. Nitekim bu çalışmada da üç farklı AMF türü ve bunların karışımı olan mix türünün

denemede kullanılan *Fov* hastalık etmenleri ile birlikte biber fidelerine inokulasyonları sonucunda sürgün boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yaprak sayısı, sürgün yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık gibi bazı morfolojik gelişim parametrelerinin genel olarak kontrol bitkilerine göre yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir.

Diyarbakır ve Şanlıurfa'dan elde edilen *Fov*'un en virülent iki izolatına karşı iklim odasında (43-*Fov* ve 183-*Fov*) *Glomus* cinsi mikorizal fungusların uygulandığı biyolojik mücadele çalışmalarında; AMF'lerin uygulandığı saksılarda hastalık şiddeti 4. haftada % 40-45'den 7. haftada % 25'e kadar düşmüştür. Hastalık şiddetine ve % kök kolonizasyonuna en etkili G.E. tespit edilirken, M.M'in etkisi zayıf olmuştur. Yetiştirme toprağındaki mikorizal spor sayımında ise en etkili M.M ve M.M+Patojen uygulama grubunda tespit edilmiştir. Farklı *Fov* izolatlarının aynı veya farklı AMF'lere tepkileri hem hastalık şiddeti, hem kolonizasyon oranı hem de mikorizal spor yoğunluğu açısından değişkenlik göstermiştir.

Mikorizal fungus uygulamalarında kökteki mikro ve makro besin elementleri açısından her iki patojen için de % azot oranı G.M.'de en etkili bulunurken, Fosfor içeriği G.M.+Patojen, Potasyum içerikleri ise M.M. grubunda tespit edilmiştir. Kökteki mikro besin elementleri Cu, Mn, Zn ve Fe açısından ise istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Sürgünde mikro besin elementleri açısından ise 43-*Fov* için B, Ca, Fe ve Mg açısından önemli bir fark olmadığı, 183- *Fov* için sadece Ca açısından istatistiki olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Muamele gruplarının farklılıklarına biber bitkisinin sürgünlerinde Makro besin elementlerinden P ve K miktarları açısından baktığımızda ise her iki patojende (43-*Fov* ve 183-*Fov*) de istatistiki seviyede ($p<0.01$) önemli bulunmuş ve en yüksek değeri M.M+ patojen uygulama grubu oluşturmuştur.

43-*Fov* patojeni için bitki sürgünlerinde Cu, Mn, Na, Zn miktarları açısından da önemli düzeyde istatistiki fark uygulama grupları arasında tespit edilmiştir. Fakat B, Ca, Fe ve Mg mikro besin elementleri açısından istatistiki bir fark bulunmamıştır.

183-*Fov* patojeni için ise bitki sürgünlerinde Ca dışında tüm mikro ve makro besin elementlerinde istatistiki açıdan önemli düzeyde ($p<0.01$) fark tespit edilmiştir. pH ve EC'de ise uygulama grupları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken, sadece 183-*Fov* patojeni için pH değerinde en yüksek etkiyi M.M uygulama grubu göstermiştir.

Bitkinin morfolojik gelişim parametrelerinden; 43-*Fov* patojeni için biber fidelerinin sürgün kuru ağırlık, kök boyu ve yaprak sayısı değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Sürgün boyunda ise en etkili M.M (39.88 cm); kök boğazı çapında ise Kontrol (-) (3.98 cm) ve G.M+Patojen (3.93 cm) tespit edilmiştir. Sürgün yaş ağırlığında G.M+Patojen (52.85 g) ve G.M (49.50 g), kök yaş ağırlığında G.E (11.54 g), kök kuru ağırlığında ise G.İ (1.29 g) ve G.E (1.15 g) en yüksek değerleri almıştır.

183-*Fov* patojeni için de biber fidelerinin sürgün kuru ağırlık, kök boyu, yaprak sayısı değerleri ile diğer 43- *Fov* etmeninden farklı olarak sürgün yaş ağırlık değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Sürgün boyu G.E+Patojen (39.92 cm) ve M.M (39.88 cm) uygulama gruplarında; Kök boğazı çapı G.M+ Patojen (4.12 cm), kök yaş ağırlık G.E (11.54 g), kök kuru ağırlık G.İ (1.29 g) muamele grubunda en yüksek değerleri almıştır. Bu çalışmada Mikorizal fungusların (AMF) in-vitro koşullarında biber bitkisi ile gayet iyi çalıştığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, *Glomus etunicatum'*un genel olarak biber bitkilerinde vejetatif aksamı daha iyi geliştirdiği, hastalık şiddetinde azalma ve biber kök gelişiminde artışa yol açtığı belirlenmiştir. Mikorizal mix karışımının hastalık şiddetini engellemede diğer üç mikorizal fungusa göre çok fazla yüksek bir etkisinin olmadığı, sadece topraktaki toplam spor sayısının diğer üç mikorizal fungusa göre daha yüksek olduğu; *G. mosseae* ve *G. intraradices*'in ise *G. etunicatum'*dan sonra *Fov* hastalık etmenleri üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amaçlarından biri bu beslenmenin özellikle bitki açısından avantajlarını ortaya koymaktır. Nitekim gerek morfolojik parametreler ve gerekse

besin elementi içeriği açısından AMF uygulanmış biber bitkilerinin AMF uygulanmayanlara göre teşvik edildiği ve söz konusu parametre değerlerinin arttığı çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Bazı konukçu-patojen-AMF fungus kombinasyonlarında başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın, bazı sistemlerde hastalık şiddetini artırıcı etkide olması veya doğrudan etkisi olmadığı da bildirilmektedir (Dehne, 1982). Dolayısıyla bugüne kadar çalışılan sistemlerde ki elde edilen sonuçlar arasında farklılık bulunduğundan, tüm bitki patojen sistemlerinde "mikorizal fungusların hastalıklara karşı koruyucu etkisi vardır" şeklinde genelleme yapmak güçtür (Bilgili ve Kavak, 2013).

Bitki hastalıklarını önlemede tarımsal kimyasallara karşı biyolojik mücadelenin gelişimi çevre dostu bir alternatif olarak kabul edilir. Tarımsal ve orman ürün türlerinin kök sistemleri ile simbiyotik beraberlikler oluşturan mikorizal funguslar 'potansiyel biyolojik koruyucu etmenler' olarak önerilmektedir (Yücel ve ark., 2001; Biçici, 2011). Söz konusu bu varsayım mevcut bu çalışma sonuçlarını da açıklayıcı niteliktedir. Toprak kökenli olan bitki patojeni funguslar ile etkili ve uzun vadeli bir mücadelenin kültürel, kimyasal, biyolojik ve fiziksel metotların kombinasyonu ile yani Entegre Mücadele ile başarılabileceği de bilinen bir gerçektir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuç; küresel ısınmanın yan etkileri sonucu iklim, hava, nem ve sıcaklık değerleri değiştiğinden dolayı hastalık etmenlerinin bitkilerde hastalık yapma yeteneği de artmış, daha önce patojen olmayanlar şu anda patojen olmuş, farklı konukçulara yayılmış ve yıldan yıla da bulunduğu ortama ve sıcaklığa adapte olup, uyum sağlayıp farklı patotipler ve ırklar meydana getirmiştir.Sulama metotlarının değişmesi ve vahşi sulama metotları da özellikle toprak kökenli fungusların (*Fusarium* spp., *Fusarium solani, Fusarium oxysporum, Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum, Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, Pythium* spp., *Phytophtora capsici, P. citrophtora*) sporlarının artışını sağlamış ve bir bölgeden diğer bir bölgeye yayılımını artırmıştır.

Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin hissedildiği son yıllarda bu süreç devam ettiği takdirde dünyada en stratejik ürün tarımsal gıdalar olacaktır. Mevcut durumuyla potansiyelinin çok altında değerlendirilen GAP Bölgesinde sulama projelerinin, diğer bölgesel kalkınma ve tarım projelerinin en kısa sürede tamamlanarak GAP'ın gerek dünyada gerekse ülkemizde cazibe merkezi ve tarım merkezi haline getirmek gereklidir. Bu gereklilik ise hastalık ve zararlılara karşı entegre mücadelenin uygulandığı, pestisit kalıntısı olmayan, kaliteli ürün yetiştirmek ve güvenli gıda elde etmekle mümkündür.

5.2. Öneriler

-Hastalıklara dayanıklı biber çeşitleri kullanılmalı, hassas çeşitlerden kaçınılmalıdır. Tohumlar hastalıksız, sağlıklı bitkilerden sağlanmalıdır. Bulaşık alanlardan biber tohumu alınmamalıdır.

-Biberde ve tüm sebzelerde tohum ekimi sık olmamalıdır. Tohumların ekildiği harç toprağı hastalıklardan ari olmalıdır. Vejetasyon süresince kök ve kök boğazı çürüklük hastalığı etmenlerinin belirtilerinin görüldüğü fideler ve bitkiler ayıklanıp imha edilmelidir.

-Yetiştiricilik yapılacak alanda daha önce kök ve kök boğazı çürüklük etmenleri epidemi yapmamış olmalıdır. Üretim için seçilen ya da ayrılan tarla bu hastalık etmenleriyle bulaşık olmamalıdır.

-Yetiştiricilik yapılan alanda, daha önceki 3 yıl içerisinde kabakgil çeşitleri, biber, patlıcan ve domates yetiştiriciliğinin yapılmamış olması gereklidir.

-Münavebe yapılmalıdır. Tarlaya dikim sırasında bitkilerin kök boğazında yaralanmaya neden olacak basınç uygulanmamalıdır.

-Kök ve kök çürüklük etmenleri ile mücadele edebilmek için, biber hatta tüm sebzeler karık usulü, sırta dikim yapılmalıdır. Bitkilerin kök boğazı suyla temas etmeyecek yükseklikte bulunmalıdır. Tava yöntemi yetiştiriciliği yapılmamalıdır.

-Tarlada toprak ve yaprak analiz sonuçlarına göre gübreleme yapılmalıdır. Aşırı azotlu gübrelemeden kaçınılmalı, bunun yerine biber bitkilerinin hastalıklara dayanıklılık mekanizmasını güçlendirecek içerisinde Potasyum (K), Çinko (Zn) ve iz elementlerini yoğunlukla barındıran gübreler önerilmeli ve teşvik edilmelidir.

-Yetiştiricilik yapılan alanda drenaj sistemi bulunmalıdır. Bu nedenle iyi drene olmayan topraklarda yetiştiricilik yapılmamalıdır. Ağır bünyeli topraklar ve su tutan tarlalar biber tarımı için kullanılmamalıdır. Dikim yapılacak tarlaların tesviyesi iyi olmalıdır.

-Tarımsal Politikalardaki desteklere ve teşviklere rağmen damlama sulama sisteminin arzu edildiği hızda yagınlaşmamış olması, bölgede karık usulü sulamanın halen çoğunlukla kullanılıyor olması, kök ve kök boğazı çürüklük etmenlerinin yaygınlığını ve şiddetini artırmaktadır. Bu nedenle kaliteli, hastalıksız ve verimi yüksek bitkisel ürünler elde edebilmek için, karık usulü vahşi sulamanın bölgede azaltılması gereklidir. Fazla sulamadan kaçınılmalıdır.

-Hasattan sonra tarladaki bitki artıkları temizlenmeli ve hastalıklı bitkiler yakılmalıdır. Hastalığın konukçusu olan kültür bitkilerinin yetiştirildiği tarlalara hemen arkasından biber dikilmemelidir.

-Bölgede hastalıkla kimyasal mücadele yerine biyolojik mücadelenin yaygınlığını artırmak amaçlı, içerisinde bu çalışmada önerilen *Glomus* spp. mikorizal fungusları ihtiva eden piyasada varolan, mevcut biyolojik preparatların kullanılması yararlı olacaktır.

-Bölgede üretilen yerel biber genotip ve populasyon çeşitleri; en kısa sürede bu çalışmada elde edilen, patojen olduğu belirlenen hastalık etmenlerine karşı

testlenerek bu yerel genotipler hastalıklara dayanıklılık ıslahı açısından belirlenmelidir. Böylece bölgede yeni çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlanabilir.

-Bölge çiftçisinin eğitim düzeyinin düşük olması ve yeniliklere açık olmaması sebebiyle üreticilere yayım amaçlı eğitimler, gerek yetiştiricilik ve gerekse hastalıklar ve mücadelesi konusunda verilmelidir.

KAYNAKLAR

ABAK, K., ve PITRAT, M. 1981. Biberlerde Kökboğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına dayanıklılık üzerine bir araştırma. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 29(2-3-4): 933-947.

ABAK, K., and POCHARD, E. 1982. Agressivity of various *Phytophtora capsici* isolates from Turkey on two partly resistant pepper lines. Capsicum Newsletter, 1: 65-67.

ABD-ELSALAM, 2003. Non-gel Based Techniques for Plant Pathogen Genotyping. Acta Microbiologica Polonica. 2003, Vol. 52, No 4, 329-341.

ABD-ELSALAM, K. A., ALY, İ.N., ABDEL-SATAR, A.M., KHALIL, M.S., and VERREET, J.A., 2003. PCR Identification of *Fusarium* genus based on nuclear ribosomal-DNA sequence data. African Journal of Biotechnology Vol. 2(4), pp. 82-85, April 2003.

ABD-ELSALAM, K. A., ASRAN- AMAL, A., SCHNEIDER, F., MIGHELI, Q., and VERREET, J.A., 2006. Molecular detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* in cotton roots by PCR and real-time PCR assay. Journal of Plant Diseases and Protection, 113 (1), s 14-19, 2006, ISSN 1861-3829.

AFEK,U., MENGE, J.A., and JOHNSON, E.L.V, 1990. Effect of *Pythium ultimum* and metalaxyl Treatments on Root Length and Mikorizal Colonization of Cotton, onion and Pepper. Plant Dis., 74:1177-120.

AGRIOS, G. N., 2005. Plant Pathology. Fifth edit., Elsevier Academic Pres., Amsterdam, 922 pp.

ATTITALLA, I., 2004. Biological and molecular characteristics of microorganism-Stimulated defence responce in *Lycopersicon esculentum*-L., 2004. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, 943 p.

AKAY, A., and KARAARSLAN, E., 2015. Determining the Effectiveness of Mycorrhizal Inoculation on Increasing the Resistance of Vetch against Different Doses of Nickel. Selcuk J Agr Food Sci, 29 (2): 34-39.

AKAY, A., BOYRAZ N., ve BAŞTAŞ, K.K., 2009. Fusarium solgunluk (*Fusarium oxysporum* f.sp.*phaseoli*) hastalığına karşı *Glomus mossae* ve *Glomus etunicatum* uygulamalarının etkileri, Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, s. 170.

AKKÖPRÜ, A., and DEMİR, S., 2005. Biological Control of *Fusarium* wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria. Journal of Phytopathology. 153 (9): 544-550.

ALABOUVETTE, C., LEMANCEAU, P., and STEİNBERG, C. 1996. Biological control of *Fusarium* wilts: Opportunies for developing a commercial product, Chapter 9. Principles and Practise of Managing soilborne plant pathogens. Edit.R.Hall.

ALERJO-ITURVİDE, F., MARQUEZ-LUCİO, M.A., MORALES-RAMÍREZ, I., VAZQUEZ-GARCİDUEÑAS, M.S., OLALDE-PORTUGAL, V., 2008. Mycorrhizal protection of chili plants challenged by *Phytophthora capsici*. European Journal of Plant Pathology, 120:13-20.

AL-KARAKİ, G.N., 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Scientia Horticulturae, 109 (1): 1-7, 2006.

AL-MOMANY, A., and AL- RADDAD, A.M.,1988. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Fusarium wilt* of tomato and pepper. Alexandria Journal of Agricultural Research. 33(1): 249-261.

AMY, LC., JONATHAN, S., SUCHETA, T., JOHN, W. EATON, and JASON, 2007. Virus detection and indentification using random multiplex (RT)-PCR with 3'-locked random primers Chesney. Virology Journal:65.

ANONİM, 1993. GAP Alanında Zirai Mücadele Politikasına Esas Teşkil Edecek Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otların Saptanması (Proje Bileşeni No: 5.4.2), Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Kesin Sonuç Raporu. Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No: 70, GAP Yayınları No: 81, Mayıs 1993, Adana, 187 s.

ANONIM, 2004. Şanlıurfa İl Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü, Şanlıurfa.

ANONIM, 2008a. Şanlıurfa Ticaret ve Sanayi Odası, Şanlıurfa.

ANONIM, 2008b. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Sebze Hastalıkları- Cilt 3, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara-2008, 332 s.

ANONIM, 2009. Erişim: http://mikorizal.blogspot.com/ 2009.

ANONIM, 2010. Biber Hastalıkları ve Zararlıları ile Mücadele. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Çiftçi Eğitim Serisi, Ankara-2010, 48 s.

ANONİM, 2012a. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. Erişim: www.tuik.gov.tr

ANONIM, 2012b. Şanlıurfa Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Proje İstatistik Şubesi Çiftçi Kayıtları.

ANONİM, 2013a. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012 yılı Bitki Koruma Prensipleri, Genel Hastalık-zararlı-yabancı ot programı.

ANONIM, 2013b. Şanlıurfa Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü verileri, İcraat Programı, Şanlıurfa.

ANONİM, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. Erişim: www.tuik.gov.tr

ANONYMOUS, 2014. Reports of FAO. Import Health Standard (IHS), Fresh Fruit/Vegetables Capsicum (*Capsicum annuum*) from Australia (Biosecurity Act 1993), 13 June 2014, 11 p.

ARDA, M., 1995. Biyoteknoloji (Bazı Temel İlkeler). Kükem Derneği Bilimsel Yayınları, Baskı, Ankara, No: 3, s. 432.

ARI, Ş., 1999. DNA'nın Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile Çoğaltılması. (G. Temizkan, N. Arda, eds) Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler. Biyogem, yayın no: 1, s: 57-67.

ARIE, T., GOUTHU, S., SHIMAZAKI, S., KAMAKURA, T., KIMURA, M., INOUE, M., TAKIO, K., OZAKI, A., YONEYAMA, K., and YAMAGUCHI, I., 1998. Immunological detection of endo olygalacturonase secretion by *Fusarium oxysporum* in plant tissue and sequencing of its encoding gene. Annual Phytopathol Soc Jpn 64:7–15.

ARIF, M., CHAWLA, S., ZAIDI, N., W., RAYAR, J.K., VARIAR, M., and SINGH, U.S., 2012. Development of specific primers for genus *Fusarium* and *F. solani* using Rdna sub-unit and transcription elongation factor (TEF-1a)

gene. African Journal of Biotechnology Vol. 11 (2), pp. 444-447, 5 January 2012.

ARNAUD, ST.M., HAMEL, C., CARON, M., and FORTİN, J.A., 1994. Inhibition of *Pythium ultimum* in Roots and Growth Substrate of Mikorizal *Tagetes petula* Colonized With *Glomus intraradices.* Can. Jour. Plant Pathol., 16:187-194.

ASAN, A., 2011. Checklist of *Fusarium* Species Reported from Turkey. Mycotaxon 116: 479, s: 1-25.

ASLANPAY, B., ve DEMİR, S., 2015. Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) ve Hümik Asitin Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisinin Gelişimi ve *Phytophthpra capsici* Leonian'ın Neden olduğu Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Etkileri. YYÜ Tar. Bil. Derg. (YYU J AGR SCI), 2015, 25 (1): 48-57.

AZCON-AGUİLAR, C., and BAREA, M., 1992. Interaction between mycorrhizal fungi and other rhizosphere microorganisms. Mycorrhizal functioning an Integrated Plant- Fungal Process. 163-198. Ed. M. J. Allen. Chapman & Hall, 534 p.

AZCON-AGUİLAR, C., and BAREA, J.M., 1996. Arbuscular Mycorrhizas and biological control of soil borne plant pathogens-an overview of the mechanisms involved. Mycorrhiza 6: 457-464.

BARNES, G.L., 1972. Differential Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* To Certain Wilt Resistant Watermelon Cultivars. Pl. Dis Rep. 56 (12): 1022-26.

BARNETT, H.L., and HUNTER, B.B. 1999. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition 218p.

BARKSDALE, T.H., PAPAVIZAS, G.C., and JOHNSTON, S.A. 1984. Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *P.capsici*. Plant Dis., 68:506-509.

BENITEZ, T., RINCON, A.M., LIMON, M.C., and CODON, A.C., 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology, 7 (4), p: 249-260.

BHARADWAJ, D.P., LUNDQUİST, P.O., and ALSTROM, S., 2008. Arbuscular mycorrhizal fungal spore-associated bacteria affect mycorrhizal colonization, plant growth and potato pathogens. Soil Biology & Biochemistry 40, 2494–2501.

BHAT, R.G., and SUBBARAO, K.V., 1999. Host Range Specificity in *Verticillium dahliae*. Phytopathology 89: 1218-1225.

BİÇİCİ, M., 2011. Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikorizanın rolü. Türk. Biyo. Müc. Derg., 2011, 2(2): 139-174. ISSN 2146-0035.

BİÇİCİ, M., ve TOKER, S., 1994. Kahramanmaraş Kırmızı Biberlerindeki Kök ve Kök boğazı Çürüklükleri ve Aflatoksin Sorunu. KSÜ Rektörlüğü, Tarım İl Müdürlüğü ve Ziraat Odasının Birlikte Düzenledikleri Üniversite-Çiftçi Konferansları Serisi. KSÜ Rektörlüğü Yayın No:6. Kahramanmaraş.

BİLGİLİ, A., ve KAVAK, H., 2013. Bitki- Fungal Patojen Etkileşiminde Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Mikoriza Kullanımı. Gıda & Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma

Ürünleri (Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele) Cilt II, 1. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, Ankara 2013, 83-103 s.

BİLGİLİ, A., YÜCEL, S., ve KAVAK, H., 2015. Gap Bölgesi Biber Üretim Alanlarında Kurumalara Sebep Olan Toprak Kökenli Funguslar, GAP VII. Tarım Kongresi, 28 Nisan-1 Mayıs 2015, Şanlıurfa.

BİLGİLİ, A., FİDAN, H., YÜCEL, S., and GÜLDÜR, M.E., 2017. Determination of Mixed *Fusarium* spp. Infections Causing Dryings in Pepper Growing Areas in the GAP Region of Turkey. International Workshop Plant Health: Challenges and Solutions, Abstract Book, 23-28 April 2017, Antalya-Turkey, p: 59.

BLACKWELL M., VİLGAYS, R., JAMES, T.Y., and TAYLOR, J.W., 2007. Fungi. Available from http://tolweb.org/Fungi/2377

BOGALE, and MESFIN, 2006. Molecular characterization of *Fusarium* isolates from Ethiopia. *Fusarium* Thesis. University of Pretoria.

BOLKAN, H.A., and RIBEIRO, W.R.C., 1985. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates from Brazil. Plant disease 69: 599-601.

BOOTH, C., 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237.

BORA, T., ve KARACA, İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, Yayın no: 167. Ege Üniv. Matbaası, Bornova- İzmir, 43 s.

BOSLAND, P.W., and VOTAVA, E.J., 2000. Peppers; vegetable and spice *Capsicums*, Crop Production Science in Horticulture; (12), p.8.

BOSLAND, P.W., IGLESIAS, J., and BAILEY, A. 1988. *Capsicum* pepper varieties and Classification. Coop. Exten.Serv.-Circular 530. New Mexico State University, Las Cruces.

BRIDGE, P. D., ARORA, D. K., REDDY, C. A., and ELANDER, R. P., 1998. Appliation of PCR in Mycology, Cab İnternational, New York, 357 p.

BRUNS, T.D., VILGAYS, T.J., and TAYLOR, J.W., 1991. Fungal molecular systematics. Annual Review of Ecology and Systematics 22, 525-564.

BURGESS, L.W., SUMMERELL, B.A., BULLOCK, S., GOTT K.P., and BACKHOUSE, D., 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research, 3rd edition. University of Sydney, Australia.

CANIHOŞ, E., 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde Turunçgil Sulama Kaynaklarında Zamklanma Hastalığı Etmeni (*Phytophthora citrophthora* (Smith ve Smith) Leonian)'nın Araştırlması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1998, 40 s.

CANIHOŞ, E., 2003. Turunçgillerde Zamklanma Hastalığı (*Phytophthora citrophthora* (Smith ve Smith) Leonian)'na karşı Alternatif Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 2003, 105 s.

CARON, M., FORTIN, J.A., and RICHARD, J., 1986. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis- lycopersici* tomatoes over a 12 week period. Can. J. Bot. 64: 552-556.

CHA,S.D., JEON, Y.J.,AHN, G.R., HAN, J.I., HAN, K.H., and KIM, S.H., 2007. Characterization of *Fusarium oxysporum* isolated from paprika in Korea. Mycobiology 35(2):91-96.

CHELLEMI, D.O., MITCHELL, D.J., KANNWISCHER-MITCHELL, M.E., RAYSIDE, P.A. and ROSSKOPF, E.N., 2000. *Pythium* spp. associated with bell pepper production in Florida. Plant Dis. 84: 1271-1274.

CHET, I., and INBAR, J., 1994. Biological control of fungal pathogens. Applied Biochemistry and Biotechnology, 48 (1), p: 37-43.

COOK, R. J. 1993. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. Annu. Rev. Phytopathology 31: 53 -80.

CORDIER, C., GIANINAZZI- PEARSON, V., and GIANINAZZI, S., 1996. Colonization patterns of root tissues by *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* related to reduce disease in mycorrhizal tomato. Plant Soil 185, 223-232.

COSTA, S.S., MATOS, K.S., TESSMANN, D.J., SEIXAS, C.D.S., and PFENNİNG, L.H., 2016. *Fusarium paranaense* sp. *nov.*, a member of the Fusarium solani species complex causes root rot on soybean in Brazil. Fungal Biology, Volume:120, Issue 1, January 2016, p:51-60.

ÇEKIÇ, F.Ö., 2008. Tuzluluk koşullarında yetiştirilen biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde arbüsküler mikorizanın bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. Mersin Üniv. Fen Bilimleri Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, 115 s., 2008.

ÇINAR, A., 1977. Kahramanmaraş Yöresindeki Kırmızı Biberlerde Görülen Kurumalar ve Nedenleri. Fitopatoloji Derneği Yay:2.

ÇIMEN, İ., PIRINÇ, V., SAĞIR, A., AKPINAR, Ç., and GÜZEL, S., 2009. Effects of solarization and vesicular arbuscular mycorrhizal fungus (VAM) on phytopthora blight (*Phytophthora capsici* Leonian) and yield in pepper. African Journal of Biotechnology, Vol.8(19), pp. 4884-4894.

ÇOLAK, A., 2011. Doğu Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* Spesiyal Form ve Irklarının Yaygınlığı, Moleküler Yöntemlerle Ayrımı ile Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü (*F. oxysporum f.sp. radices-lycopersici* Jarvis & Shoomaker) Hastalığının Entegre Yönetimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 176 s.

DARLING, D.C., and BRICKELL, P.M., 1994. Nucleic Acid Blotting: The basics Oxford University Pres Inc., New York, p: 111.

DAVIS, R.M., and MENGE, J.A., 1980. Influence of *Glomus fasciculatum* and Soil Phosphorus or Phytophthora Root Rot of Citrus. Phytopathology, 70:447-452.

DAVIES, J., OLALDE- PORTUGAL, F.T., ALVARADO,V., ECAMILLA, M.J., FERRARA- CERRATO, H.M., and ESPINOSA, R.C., J.J., 2000. Alleviating phosphorus stres of Chile Ancho Pepper (*Capsicum annuum* L cv. San Luis) with arbuscular mycorrhizal inoculation. J. Hortic. Sc. Biotechonol. 75(6) 655–661.

DECLERCK, S., PLENCHETTE, C., and STRULLU, D.G., 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminate*, AAA group) cultivar. Plant and Soil 176: 183-187.

DEHNE, H.W., 1982. Interactions Between Vesicular - Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Pathogens. Phytopathology, (72): 1115 - 1119.

DEMIR, S. 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorrhiza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde

Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst. Bitki koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 114 s. İzmir.

DEMIR, S., 2004. Influence of Arbuscular Mycorrhiza on Some Physiological Growth Parameters of Pepper. Turk J Biol 28, 85-90.

DEMİR, S., and AKKÖPRÜ, A., 2007. Using of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for Biocontrol of Soil-borne Fungal Plant Pathogens, pp. 17-37, in: Biological Control of Plant Diseases. Chincholkar SB, Mukerji KG (eds), Haworth Press, NY, USA.

DEMIR,S., ve ONOĞUR, E. 1999. Bitkilerde Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza Oluşumunun Bitki Besleme ve Bitki Korumadaki Önemi. Anadolu Dergisi, 9(2), 12-32.

DEMİR, S., OCAK, E. Ö, TÜFENKÇİ, Ş., ve ŞENSOY, S., 2012. Arbüsküler Mikorhizal Fungus (AMF), Peyniraltı suyu ve Humik Asit Uygulamalarının Bazı Sebzelerin Yetiştiriciliğine ve *Verticillium dahliae* Kleb'ın neden olduğu solgunluk Hastalığına Etkileri. Tubitak proje sonuç raporu, Proje No: 1080862, Eylül-2012, Van, 94 s.

Dİ PİETRO, A., and RONCERO, M.I.G., 1998. Cloning, expression, and role in pathogenicity of pg1 encoding the major extracellular endo polygalacturonase of the vascular wilt pathogen *Fusarium oxysporum.* Mol Plant Microbe Interact 11: 91–98

DIEFFENBACH, C.W., LOWE, T.M.J., and DVEKSLER, G.S., 1993. General concepts for PCR primer design. PCR Methods and applications 3, S30-S37.

ECCLES, N.J, SCOTT, G.M, 1992. *Aspergillus* in Pepper. The Lancet, Vol:339, MAR 7,1992. p: 618.

ELMER, W. H., 2015. Management of *Fusarium* crown and root rot of asparagus. Crop Protection, 73 (2015) 2-6.

EGAMBERDİEV, S.S., ULLOA, M., SAHA, S., SALAKHUTDİNOV, İ.B., ABDULLAEV, ALISHER, GLUKHOVA, L.A, ADYLOVA, A.T., SCHEFFLER, B.E., JENKINS, J.N., ABDURAKHMONOV, İ.Y., 2013. Molecular Characterization of Uzbekistan Isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum.* Journal of Plant Science & Molecular Breeding. ISSN 2050-2389-2-3.

GALLITELLI, D., and MINAFRA, A., 1994. Electroforesis. Course on Plant Virus Diagnosis, 15-30 October 1994, Adana-Turkey, 89-99 p.

GERDEMAN , J.W. and NICOLSON , T. 1963. Spores mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet slaving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 42(2), 235-244.

GIL, R., PALAZON, C.F., MARISOL, P.L., and PALAZON, I.J., 1977. Selection and breeding on cv."Morron" *(Capsium annuum* L.). C.R.III Congres Capsicum Eucarpia, Avignon:239-248.

GIVONETTI , M., and MOSSEA, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhiza in roots. New Phytologist. 84, 489-500.

GOLDBERG, N.P., 1995. Chile pepper diseases. N.M.Agr.Ext.Sta., College Agr. Home Econ. Circ. 549.

GONSALVES, A.K., and FERREİRA, S.A., 2013. *Fusarium* Primer. University of Hawaii, Department of Plant Pathology, College of Tropical and Agriculture and Human Resources. p.9.

GOSLING, P., HODGE, A., GOODLASS, G., and BENDING, G.D., 2006. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Farming. Agric. Ecosyst. Environ. 113: 17-35.

GÖÇMEN, M., 2006. Biberlerde *Phytophtora capsici'*ye karşı dayanıklılıkta genotip x izolat interaksiyonu ve farklı dayanıklılık kaynaklarının karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 159 s.

GÖÇMEN, M., ve ABAK, K. 2005. F1 hibrit biber çeşitlerinin *P. capsici*'ye karşı tepkileri. A.Ü. Ziraat Fak.Dergisi, Aralık sayısı.

GÖÇMEN, M., İKTEN, H., ve DEVRAN, Z., 2009. Biberde *Phytophtora capsici* Leon etmeninin spesifik PCR primerleri kullanılarak tanımlanması, Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, s. 192.

GÜNCÜ, M., 1983. Güney Anadolu Bölgesinde Kültür Bitkilerinde Zarar yapan *Phytophtora* türlerinin Saptanması, Bunların Morfolojik ve Biyokimyasal Yöntemlere Göre Tanımlanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 1983, 140 s.

GUERRERO-MORENO, A., and LABORDE, J.A. 1980. Current status of pepper breeding for resistance to *Phytophthora capsici* in Mexico. IV. Meeting Eucarpian Capsicum Working Group. Wageningen: 52-56.

GUO, J.H., QI, H,Y., GUO, Y,H., GE, H,L., GONG, L,Y., ZHANG, L.X., and SUN, P.H., 2004. Biocontrol of tomato wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. Biological Control, 29 (1):66-72.

GÜLSER, E., TÜFENKÇİ, Ş., ve DEMİR, S., 2014. Domateste potasyum, salisilik asit ve humik asit uygulamalarının fide çıkışı ve Fusarium solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) etkileri. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi. 24 (1): 16-22.

HANSEN, Z.R., and KEINATH, A.P., 2013. Increased pepper yields following incorporation of biofumigation cover crops and the effects on soilborne pathogen populations and pepper diseases. Applied Soil Ecology, Volume 63, January 2013, p: 67-77.

HARTMAN, G.L., and WANG, T.C. 1992. *Phytophthora* blight of pepper: screening for disease resistance. Trop. Pest. Manage. 38:319-322.

HASSAN DAR., ZARGAR G., and BEİGH M.Y., 1997. Biocontrol of *Fusarium* root rot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by using symbiotic *Glomus mosseae* and *Rhizobium leguminosarum*. Microbial Ecology 34: 74-80.

HATAT, G., 1995. Samsun İlinde Bazı Kültür Bitkilerinde Bulunan *Pythium* Türlerinin Tesbiti ve Patojeniteleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 1995, 95 s.

HAYMAN, D., 1982. Influence of soils and fertility on activity and survial vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology 72: 1119-1126.

HIRANO, Y. and ARIE, T., 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *radicis-lycopersici* and races of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici.* J Gen Plant Pathology 72: 273-283.

HUANG, C.J., WANG, T,K., CHUNG, S,C., and CHEN, C.Y., 2005. Identification of an antifungal chitinase from a potential biocontrol agent, *Bacillus cereus* 28-9. Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2005, 38(1), p: 82-88.

HWANG, JS., and HWANG, BK., 1993. Quantitative evaluation of resistance of Korean tomato cultivars to ısolates of *P.capsici* from differnt geographic areas.

HWANG, B.K., KIM, Y.J., and KIM, C.H. 1996. Differential interactions of *Phytophthora capsici* ısolates with pepper genotypes at various plant growth stages. European Journal of Plant Pathology 102, 311-316.Plant Dis. 77:1256-1259.

JARVIS, W.R., KHOSLA, S.K., and BARRIE, S.D., 1994. *Fusarium* stem and fruit rot of sweet pepper in Ontario greenhouses. Can. Plant Dis. Surv. 74:2, 131-134, 1994.

JONES, J. B., JONES, J. P., STALL, R. E., and ZITTER, T. A., 1991. Compendium of Pepper Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN., p: 14-30.

KAÇAR, B., ve İNAL, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892s. ISBN: 978-605-395-036-3.

KANBER, R., YÜKSEK, G., EYLEN, M., ve DEMIRÖZ, C., 1980. Kahramanmaraş koşullarında *Phytophtora capsici* Leonian ile bulaşık alanlarda azot miktarı ve sulama suyunun kırmızı biberin verim ve su tüketimine etkisi. Tarsus Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:105, Rapor Seri No: 55, Tarsus.

KARAGÜL, S., KELEŞ, D. ve DEMİRTAŞ B. 2005. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Biber (*Capsicum annuum*) yetiştiriciliğinin problemleri ve çözüm önerileri, GAP IV. Tarım Kongresi, Şanlıurfa. Cilt 1., s. 154-162.

KARMAN, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluşu Ve Değerlendirme Esasları TC Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele Ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü İzmir, 279s.

KAWABE, M., KOBAYASH, Y., OKADA, G., YAMAGUCH, I., TERAOKA, T., and ARIE, T., 2005. Three evolutionary lineages of tomato wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, based on sequences of IGS, MAT1 and pg1 are each composed of isolates of a single mating type, and a single or closely related vegetative compatibility groups. J Gen Plant Pathol 71: 263–272.

KAYRIN, L., AKSOY, K., TULI, A., ÇÜRÜK, M.A, ve ATILLA, G., 2003. Tanıda DNA Teknikleri. Çukurova Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı, VI. Biyokimya, Yaz Okulu, Adana, 64s.

KEEN, N.T., and TAMAKI, S., 1986. Structure of two pectate lyase genes from *Erwinia chrysanthemi* EC16 and their high-level expression in Escherichia coli. J Bacteriol 168:595–606.

KILIÇOĞLU, M.Ç., ve ÖZKOÇ, İ., 2008. Fungal Sistematikteki Moleküler Gelişmeler. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 23 (1):65-72.

KIM, E.S., and HWANG, B.K., 1992. Virulence to Karean Pepper Cultivars of Isolates of *P.capsici* from different Geographic Areas. Plant Dis. 76:486-489.

KIM, Y., HUTMACHER, R.B., and DAVIS, R.M., 2005. Characterization of California Isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*. Plant Disease/ Vol.89 No. 4. DOI:10.1094/PD-89-0366.

KIMBLE, K.A., and GROGAN, R.G., 1960. Resistance to *Phytophthora* Root Rot in Pepper. Plant Disease Reporter 44 (11): 872-873.

KOBAYASHİ, N., 1990. Biolgical Control of Soilborne Diseases With AMF Fungi and Charcoal Compost. The Biological Control of Plant Diseases. Proceedings of The International Seminar " Biological of Plant Diseases and Virus Andctors" Held in Tsukuba, Japan. Ed. By: Komada, H., K. Kiritani, J.Bay-petersen,. 1991. 153-160.

KONUKOĞLU, F., 2007. Kahramanmaraş'ta Biberlerde Kök ve Kökboğazı Yanıklığı Etmeni (*Phytophthora capsici* Leonian)'nin İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi ve Entegre Mücadelesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara. 107 s.

KOSKE, R.E., and GEMMA, J.N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VA Mycorrhizas. Mycological Research 92(4) : 486-488.

KRUEUZER, W.A., BODINE, E.W., and DURRELL, L.W., 1940. Cucurbit Diseases and Rot of Tomato Fruit Caused by *P.capsici*. Phytopathology 12:401-408.

LECOQ, H., BLANCARD, D., BERTRAND, F., NICOT, P., GLANDARD, A., MOLOT, P.M., and MAS, ET P., 1991. Techniques d'inocılation artificielle du Melon avec differents agents pathogenes pour la selection de varietes resistances. INRA Domaine Saint Maurice BP 9484143 Monfavet Cedex.

LEE, S.B., and TAYLOR, J.W., 1992. Phylogeny of five fungus like protoctistan *Phytophthora* species, inferred from the internal transcribed spacers of ribosomal DNA. Molecular Biology and evolution 9,636-653.

LEONIAN, L.H., 1922. Stem and fruit blight of pepper caused by *Phytophthora capsici* sp. Nov. Phytopathology 12: 401-408.

LİNDERMAN, R.G., 1992. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae and soil microbial interactions. Mycorrhizae in Sustainable Agriculture (54): 45-71.

LİNDERMAN, R.G., 1996. Role of VAM fungi in Biocontrol. In: Mycorrhizae and Plant Health. Ed. Pfleger, F.L. and Linderman R.G. Symposium Series, APS Press, 1-25 p.

LİNDERMAN, R.G., and DAVIS, A.E., 2004. Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi. Sci. Hort. 99: 67-78.

LIU, R.J., 1995. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on *Verticillium wilt* of cotton. Mycorrhizae, 5:293- 297.

MA, L., QIAO, X., GAO, and F.,HAO, B., 2001. Control of Sweet Pepper *Fusarium* Wilt With Compost Extracts And Its Mechanism. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology. 2001-01. Tab 5, Ref 12: s 436.413.

MARSCHNER, H., 1995. Mycorrhizas. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed., Academic Press., London.

MARTİN, K. J., AND RYGİEWİCZ, P. T., 2005. Fungal-specific PCR primers developed for analysis of the ITS region of environmental DNA extracts. BMC Microbiology 2005, 5:28 doi:10.1186/1471-2180-5-28

MATSUBARA, Y., TAMURA, H., and HARADA, T., 1995. Growth enhancement and *Verticillium* wilt control by Vesicular- Arbuscular Mycorrhizal Fungus Inoculation in Eggplant. J. Japan Soc. Hort. Sci. 64 (3):555-561.

MORICCA, S., RAGAZZI, A., KASUGA, T., and MITCHELSON, K.R., 1998. Detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* in cotton tissue by polymerase chain reaction. Plant Pathology (1998), 47, p: 486-494.

MULE, G., SUSCA, A., STEA, G., and MORETTI, A., 2004. Spesific detection of the toxigenic species *Fusarium proliferatum* and *F. oxysporum* from asparagus plants using primers based on calmodulin gene sequences. FEMS Microbiology Letters 230 (2004), p: 235-240.

MULLIS, K., 1990. The unusual origin of the polymerase chain reaction. Scientific American April 56-65.

MULLIS, K., and FALOONA, F., 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via apolymerase-catalyzed chain reaction. Methods Enzymol 155: 335-350.

NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A.,and MARASAS, W.F.O., 1983. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, University Park.

O'DONNELL, K., CIGELNIK, E., and NIRENBERG, H., 1998. Molecular systematics and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi* species complex. Mycologia. 90: 465-493.

OELKE, L.M., BOSLAND, P.W., and STEINER, R., 2003. Differentiation of race specific resistance to phytophthora root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. Amerıcan Socıety For Horticultural Scıence, Journal. 128(2):213-218.

ORTAŞ, İ., 1998. Toprak ve bitkide mikoriza. Workshop. Ç.Ü.Z.F. Toprak Bölümü, 20-22 Mayıs 1998. 61 s.

ORTAŞ, İ., 2002. Do Plants Depend on Mycorrhizae In Terms of Nutrient Requirement? International Conference on Sustainable Land Use And Management. Çanakkale, 2002.

ORTAŞ, İ., 2003. Effect of selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus sustainability in sterile and nonsterile soils in Harran Plain in South Anatolia, Journal of Plant Nutrition, 26 (1): 1-17, 2003.

ORTAŞ, İ., SARI, N., and AKPINAR, Ç., 2003. Effects of mycorrhizal inoculation and soil fumigation on the yield and nutrient uptake of some Solanaceas crops (tomato, eggplant and pepper) under field conditions. Agr. Med. Vol,133.249–258.

OZAN, S., ve AŞKIN, A., 2006. Orta Anadolu bölgesi örtü altı sebze alanlarında görülen fungal hastalıklar üzerine çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, Cilt:46, Sayı:1-4 (2006), s:65-75, ISSN 0406-3597.

ÖZGÖNEN, H., 2004. Biberde kökboğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leonian) 'na karşı mikorizal funguslar, Salisilik asit ve DL-β- AMİNO- N- Butirik Asit ile Dayanıklılığın Teşvik edilmesi. Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Ens., Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 123 s.

ÖZGÖNEN, H., BİÇİCİ, M., and ERKILIÇ, A., 1999. The effect of salicyvlicacid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici.* Turkish Journal of Agriculture and Forestry 25: 25-29.

ÖZGÖNEN, H., and ERKILIÇ, A., 2007. Growth enhancement and Phytophthora blight (*Phytophthora capsici* Leonian) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper. Crop Prot. 26(11): 1682-1688.

PERPETUA, N.S., and MONARES, D.P., 1998. Host plants and pathogen race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum.* Philippine Journal Of Crop Science, Supplement no.1, Crop protection newsletter, ISSN: 0115-463X, Volume: 23, p: 36.

PFENNİNG, L.H., 2010. New species and populations in *Fusarium*: examples from the tropics. ICCC-12 Conference 2010, Florianópolis SC –Brazil, September- 2010, 77 p.

POCARD, E., and CHAMBONNET, D., 1971. Methodes de selection du piment pourla resistance au *Phytophthora capsici* et au virus du concombre, Aucarpian Meeting on Genetics Breeding of Capsicum. Torino. Ann. Fac. Sci. Agr. Univ Torino. 7:270- 281.

POSTMA, J. and RATTINK, H., 1992. Biological Control of *Fusarium* Wilt of Carnation with a Nonpathogenic Isolate of *Fusarium oxysporum*. Canadian Journal of Botany. 70: 1199-1205.

READ, D.J., KOUCKEKI, N.K., and HODGSEN, J., 1976. Vesicular arbuscular mycorrhizae in natural vegatative system. The occurrence of infection. New Phytol. 77, 641-653.

REYES-FRANCO, M.C., HERNANDEZ-DELGADO, S., BEAS-FERNANDEZ, R., MEDINA-FERNANDEZ, M., SIMPSON, J., MAYEK-PEREZ, N., 2006. Pathogenic and Genetic Variability within *Macrophomina phaseolina* from Mexico and Other Countries. Journal of Phytopathology, Volume 154, Issue 7-8, p: 447-453.

REYNOLDS, D.R., and TAYLOR, J.W., 1992. The Fungal Holomorf: Mitotic, Meiotic and Pleomorphic Speciation in Fungal Systematics. Cab International. Newport Oregon. 375 p.

RHODES, L.H., 1980. The use of mycorrhizae in crop production systems. Outlook on Agriculture 10(6): 275-281.

RISTAINO, J.B., 1991. Influence of rainfall, drip irrigation and inoculum density on the development of *Phytophtora* root and crown rot epidemics and yield in bell pepper. Phytopathology 81:922-929.

ROHLF, F.J., 1998. NTSYSpc- Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System -Version 2.0.State University of New York, Stony Brook, NY. Exeter Software, ISBN : 0-925031-28-3. 31 p.

ROWE, R.C., 1980. Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and roort rot of greenhouse and fieldgrown tomatoes in North America and Japan. Phytopathology 70: 1143- 1148.

SAMBROOK, E., FRITSCH, F., and MANIATIS, T., 1989. Moleculer Cloning: A Laboratory Manuel, 2nd Ed., Cold Spring Harbor Laboratory Pres, New York.

SATOUR, M.M., and BUTLER, E.E., 1967. A Root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *Phytophthora parasitica.* Phytopathology 57: 510-515.

SEZEN, S.M., YAZAR, A., DAŞGAN, Y., YUCEL, S., AKYILDIZ, A., TEKIN, S., and AKHOUNDNEJAD, Y., 2014. Evaluation of crop water stress index

(CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. Agricultural Water Management, 143 (2014) p. 59-70.

SIEVERDING, E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae Management in Tropical Agrosystems. Technical Cooperation. Federal Republic of Germany, 372 p.

SKOVGAARD, K., BODKER, L., and ROSENDAHL, S., 2002. Population structure and pathogenicity of members of the *Fusarium oxysporum* complex isolated from soil and root necrosis of pea (*Pisum sativum* L.). FEMS Microbiology Ecology 42 (2002) 367-374.

SMITH, S., and READ, D.J., 2008. Mycorrhizal Symbiosis, Third Edition (Hardcover). Academic Pres is an imprint of Elsevier, NewYork, 800 p.

SONG, H., 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanism, Electronic Journal of Biology, 1 (3): 44-48, 2005.

SUMMEREL, B.A, LESLIE,J.F., BACKHOUSE, D., BRYDEN, W.L., and BURGESS, L.W., 2001. *Fusarium.*, Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Pres, St. Paul, Minnesota, p: 1-192.

SYNDER, W.C., and SMITH, S.N., 1981. Fungal Wilt Diseases of Plants, Chapter 2: Current Status (p: 25-48), Academic Press- N.C., Newyork, ISBN 0-12-464450-3, 609 p.

ŞENSOY, S., DEMİR, S., TÜRKMEN , Ö., ERDİNÇ, Ç., and SAVUR, O.B., 2007. Responses of some different pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. Scientia Horticulturae 113: 92-95.

TAMURA K., 1992. Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G + C-content biases. Molecular Biology and Evolution 9: 678-687.

TAMURA K., STECHER G., PETERSON D., FİLİPSKİ A., KUMAR S., 2013. MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution30: 2725-2729.

TAŞ, M.A., NACAR, A.S., DEĞİRMENCİ, V., ve GÜLDÜR, M.E., 2007. GAP Bölgesi Harran Ovası koşullarında Urfa biberinde bazı sulama yöntemlerinin karşılaştırılması. Şanlıurfa Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/32. Eylül-2007, Şanlıurfa, 69 s.

TAŞ, M.A., GÜLDÜR, M.E., SARAÇOĞLU, M., DEĞİRMENCİ, V., ve NACAR, A.S., 2009. Gap Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Urfa Biberinde Bazı Sulama Yöntemlerinin Hastalıklara Etkisinin Belirlenmesi. III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2009, Van.

TAYLOR, J. W., JACOBSON, D.J., KROKEN, S., KASUGA, T., GEISER, D.M., HIBBETT, D.S., and FISHER, M..C., 2000. Phylogenetic species recognition and species concept in fungi. Fungal Genetic and Biology 31, 21-32.

TOMPKINS, C.M., and TUCKER, C.M., 1941. Root rot of pepper and pumpkins caused by *Phytophthora capsici.* J. Agri.Res. 63:417-426.

TROTTA, A., VARESE, G.C., GNAVI, E. , FUSCONI, A., SAMPB, S., and BERTA, G., 1996. Interactions between the soilborne root pathogen *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* in tomato plants. *Plant and Soil* 185: 199-209.

TURHAN, G., and TURHAN, K., 1989. Suppression of damping off on pepper caused by *Pythium ultimum* Trow and *Rhizoctonia solani* Kühn by some new antagonists in comparison with *Trichoderma harzianum* Rifai. Journal of Phytopathology, Volume 126, Issue 2, June 1989, p: 175-182.

TUTAR, F. K., 2014. Patlıcanda Solgunluk Hastalıkları (*Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*) 'na karşı Mikorizal Fungusların ve Abiyotik Uyarıcıların Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora tezi, Adana-2014, 77 s.

UYGUN, N., ÇINAR, A., ŞEKEROĞLU, E., BİÇİCİ, M., BALOĞLU, S., KARACA, İ., DEDE, Y., KAZAK, C., TOKER, S., ÇINAR, Ö., KORNOŞOR, S., KOÇ, K., ERKILIÇ, A., ÖZASLAN, M.,ULUSOY, R., KORKMAZ, S., ÖNELGE, N., YILMAZ, M.A., ÖZGÜR, F., UYGUR, N., BAŞPINAR, H., CAN, C., GÜLDÜR, M.E., UYGUR, S., ve BOZ, Ö, 1993. GAP Alanında Zirai Mücadele Politikasına Esas Teşkil Edecek Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otların Saptanması (Proje Bileşeni No: 5.4.2). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAP) Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Kesin Sonuç Raporu, Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:70, GAP yayınları No: 81, Mayıs-1993, Adana, 187 s.

WANG, J., LIANG, J., CHEN, Y., GAO, J., and ZHANG, Z., 2005. Inhibition of capsaicin on hyphal growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* and its effects on the protective enzymes activity of pepper plant. Acta Phytopathologica Sinica, 2005-S1, S641.3; S432.4.

WHITE, T. J., BRUNS, T., LEE, S., and TAYLOR. J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Academic Press, San Diego, pp. 315-322.

WINDLES, C.E., 1992. *Fusarium*. In: Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. APS Pres, St.Paul, Mnn., p: 115-129.

YAMAKAWA, K., MOCHIZUKI, T., and YASUI, H., 1979. Screening of cultivated and wild peppers for *Phytophthora capsici* resistance and ITS inheritance. Bull. Veg. and Ornam. Crops. Res.Stat. Japan Ser., A. (6): 29-38.

YANG, SS., SUNG, NK., CHOI, DI., and KIM, CH., 1989. Pathogenic variation of *Phytophthora capsici* on red-pepper in Korea. Korean J. Plant Pathol. 370-376.

YAO, M.K., TWEDDELL, R.J., and DESILETS, H., 2002. Effect of Two Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth of Micropropagated Potato Plantlets and on the Extent of Disease Caused by *Rhizoctonia solani*. Mycorrhiza, 23: 1-14.

YILDIZ, A., 2010. A native *Glomus* sp. from fields in Aydın province and effects of native and commercial mycorrhizal fungi inoculants on the growth of some vegetables. Turk J. Biol., 34 (2010), 447-452, TUBİTAK.

YILDIRIM, F., 2014. Fiğ (*Vicia sativa*) bitkilerinin gelişimine farklı mikorizal inokulasyonunun etkisinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 50 s.

YÜCEL, S., 1995. A Study on Soil Solarization and Combined with Fumigant Application to Control of *Phytophthora* Crown Blight (*Phytophthora*

capsici Leonian) on Peppers in the East Mediterranean Region of Turkey. Crop Protection. 14(8):653-655.

YÜCEL, S., ELEKÇİOĞLU, İ. H., ÖZGÖNEN, H., TOKTAY, H., ve ORTAŞ, İ., 2001. Seralarda Fungal Kök Hastalıklarına ve Kök-Ur Nematodlarına Karşı Solarizasyon ve Mikorizal Fungus Kombinasyonlarının Etkilerinin Araştırılması. Türkiye XI. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri,421-431, Eylül 2001, Tekirdağ.

YÜCEL, S., ELEKÇIOĞLU, İ. H., ULUDAĞ, A., CAN, C., GÖZEL, U., SÖĞÜT, M. A., ÖZARSLANDAN, A., and AKSOY, E., 2002. The Second Year Results of Methyl Bromide Alternatives in in the Eastern Mediterranean Part of Turkey. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Florida., pp.10-1/10-4.

YÜCEL, S., ELEKÇİOĞLU, H., ÖZGÖNEN, H., TOKTAY, H., ve ORTAŞ, İ, 2004. Seralarda fungal kök hastalıklarına ve kök-ur nematodlarına karşı solarizasyon ve mikorizal fungus kombinasyonlarının etkilerinin araştırılması. 10 s.

YÜCEL, S., GÜNAÇTI, H., ve SEZEN, S.M., 2013. Salçalık biber yetiştiriciliğinde farklı sulama yöntemlerinin toprak kökenli hastalık çıkışı ve verime etkileri. Derim, 2013, Cilt:30 (2), s:11-21.

YÜCEL, S., ve ÖZARSLANDAN, A., 2014. Toprak Kökenli Patojenler ve Nematodlar, Toprak Dezenfeksiyonu için Uygulamaların Tanıtımı, Uygulanma Şekilleri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu yayınları, s:18.

ZAMBOLIM, L., and SCHENCK, N.C., 1983. Reduction of the effects of pathogenic , root-infecting fungi on soybean by mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Phytopathology, 73: 1402-1405.

ZHANG, N., SUNG, G., CASTLEBURY, L.A., SEIFERT, K.A., ROSSMAN, A. Y., ROGERS, J.D., MILLER, N., HUHNDORF, S.M., SCHOCH, C. L., KOHLMEYER, J., and VOLKMANN- KOHLMEYER, B., 2007. An overview of Molecular Phylogeny of the Sordariomycetes. Mycologia. 98, 1076-1087.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ziraat Yüksek Mühendisi Ayşin BİLGİLİ
Uyruğu: T.C.

Doğum Yeri ve Yılı: Akçadag / Malatya, 1978

Telefon: 0-506-9353603

Faks: 0-414-3132882

Email: ahb4463@hotmail.com/ **aysin.bilgili@tarim.gov.tr**

Yabancı diller: İngilizce

EĞİTİM DURUMU			
Derece	**Alan**	**Üniversite**	**Yıl**
Doktora	Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı	Harran Üniversitesi-ŞANLIURFA	2010-2017
Yüksek Lisans	Bitki Koruma Bölümü Herboloji Bilim Dalı	Gaziosmanpaşa Üniversitesi- TOKAT	2000 -2003
Üniversite	Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü	Gaziosmanpaşa Üniversitesi- TOKAT	1995-1999
Lise	Lise	Akçadağ Lisesi- AKÇADAĞ/ MALATYA	1991-1994

ATANDIĞI GÖREVLER				
Kurum/Kuruluş	**Şehir**	**Bölüm/Birim**	**Görev Türü**	**Görev Dönemi**
GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Şanlıurfa	Bitki Sağlığı / Fitopatoloji	Teknik Personel Bölüm Başkanı	2012-2016
Gap Toprak-Su Kaynakları ve Tarımsal Araş. Ens.	Şanlıurfa	Bitki Sağlığı Bölümü / Fitopatoloji	Teknik Personel	2011-2012
Cornell University	NewYork USA	Crop & Soil Science	Asistan	2005-2009

Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Tokat	Bitki Koruma Bölümü	Asistan	2000-2001

KATILDIĞI, TOPLANTI, EĞİTİM, KONFERANS, SEMPOZYUM VE KONGRELER

KATILDIĞI KONGRELER

- Türkiye III. Herboloji Kongresi, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Ankara, 2001
- 2007 EWISE Conference, Cornell University, Agriculture and Life Sciences, Ithaca-New York –USA, 2007
- Türkiye II. Zeytin ve Zeytinyağı Kongresi, Harran Üniv., Ziraat Fak., Şanlıurfa, 2-6 Ekim 2012
- 1. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, Antalya- Sueno Beach Hotel, 2-5 Nisan 2013
- GAP Biyoçeşitlilik Sempozyumu, Dedeman Otel- Şanlıurfa, 23-25 Mayıs 2013
- 3. Antepfıstığı ve Badem Çalıştayı, Siirt Üniversitesi- Siirt, 9-10 Eylül 2013
- Arpa Islah Çalıştayı- GAP TAEM- ICARDA, GAPTEM, Şanlıurfa, 3-4 Mart 2014
- Toprak varsa Hayat var Paneli, GAPTEM, Şanlıurfa, 05.12.2014
- Topraklarımızda Hümik asit ve Leonardit Kullanımı Paneli, GAPTEM, Şanlıurfa, 29.12.2014
- Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, 3-5 Şubat 2014
- 9 th International Soil Science Congress, Antalya, Sueno Beach Hotel 14-16 Ekim 2014
- GAP VII Tarım Kongresi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa 28 Nisan - 01 Mayıs 2015
- SPARK- GAPTAEM-Harran Üniversitesi International Workshop, GAPTEM-Şanlıurfa 11- 15 Haziran 2015
- 9. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, GAPTEM-Şanlıurfa 11-12 Mayıs 2016
- Biyoteknolojinin Tarımsal Araştırmalarda Yeri ve Geleceği Çalıştayı, Ankara- Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, 29 Mart 2016
- Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 September 2016, Konya/Turkey,

KATILDIĞI EĞİTİMLER

- Bilgisayar Operatörlük Kursu Sertifika Eğitimi-3 Aylık, Avcılar Halk Eğitim Merkezi, İstanbul , 1995.
- Arıcılık Kursu Sertifika Eğitimi-3 Aylık, Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Tokat, 1998.
- English Cources, BOCES, Adult Education, Ithaca-New York –USA (1 year certificate programs) 2005-2006.
- Laboratory Safety and Guide Principles, Cornell University, Plant Sience, Ithaca-New York –USA 2005.
- Master Composter Education, Cornell University, Cooperative Extension, Ithaca-New York –USA (1year certificate programs) 2006- 2007.
- Computer Access Programs, Cornell University, Mann Library, Ithaca-New York –USA, 2007.
- Career, Family& Life Skills, 'Learning Power' Home Study Course, BOCES, Adult Education, Ithaca-New York –USA (3 month certificate programs), 12 Aralık 2006.
- Career, Family& Life Skills, 'Parent Power' Home Study Course, BOCES, Adult

Education, Ithaca-New York –USA (3 month certificate programs), 1 Şubat 2007.

- Karacadağ Kalkınma Ajansı Proje Hazırlama Eğitimi, Ticaret ve Sanayi Odası, Şanlıurfa, 15-17 Mayıs 2010.
- TAGEM formatlı Proje Hazırlama Eğitimi, GAPTAEM, Şanlıurfa, 18 Ekim 2011.
- Zeytin yetiştiriciliği, hastalıkları ve zararlıları, Bahçe Kültürleri Araş. Enstitüsü, Yalova, 20-21 Nisan 2011.
- AB Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı, UTEM, Ankara, 27 Mayıs 2011.
- İstatistik-1 Eğitimi, Menemen Araş. Enstitüsü, İzmir, 30 Mayıs- 3 Haziran 2011.
- Kayısı Yetiştiriciliği, Hastalıkları ve Zararlıları, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Malatya, 5-7 Temmuz 2011.
- Bitki Biyoteknolojisinin Tarımsal Uygulamaları, Tarla Bitkileri Merkez Araş. Ens. Biyoteknoloji Lab., Ankara, 19-21 Ekim 2011.
- Azaltılmış Toprak İşleme, sırta ekim yöntemleri ve kuru şartlarda yetiştirme teknikleri, GAPTAEM, Şanlıurfa, 24-28 Ekim 2011.
- Mikoriza, Bitki-besin maddesi-patojen etkileşimi, Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Konferans Salonu (EĞİTMEN),4 Ocak 2012.
- Zeytin Hastalık ve zararlıları, Antepfıstığı hastalık ve zararlıları, Bağ hastalık ve zararlıları, 2. BAV Toplantısı, Gaziantep (EĞİTMEN), 9 Ekim 2012.
- Proje Döngüsü Yönetimi ve Fon Kaynakları, UTEM, Ankara, 6-17 Şubat 2012.
- Zeytin Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele, Adana Biy. Müc. Araş. İstasyonu, Adana, 25 Nisan 2012.
- TÜBİTAK Programlarına Proje Hazırlama Eğitimi, Dicle Üniv. Konf. Salonu, Diyarbakır, 15-17 Ekim 2012
  19-22 Kasım 2012.
- Bayer Tarla Günü, Şanlıurfa- Viranşehir, 3 Mayıs 2013.
- Tarım Bakanlığı Buğday Hastalıkları Gezici Grubu, Eskişehir, Edirne, Sakarya - Araştırma Enstitüleri ve Deneme Alanları, 14-17 Mayıs 2013.
- Buğday Pas Hastalıkları ve Dayanıklılık Islahı, Ankara- Tarla Bitkileri Merkez Araş. Enst.,10-11 Haziran 2013.
- Genel Bitki Koruma, Hastalık Etmenlerinin Teşhisi ve Tanısı Eğitimi, (EĞİTMEN), GAPTAEM- Şanlıurfa, 19 Haziran 2013.
- Dekalb Tarla Günü, Şanlıurfa-Yenisu Köyü-Rıfat Yavuz Çiftliği, 26 Eylül 2013.
- Kırmızı biberlerde ve Antepfıstığında aflatoksin ve yönetimi (EĞİTMEN), GAP TAEM, Şanlıurfa, 20 Kasım 2013.
- Biyolojik Mücadele ve Entegre Mücadele (EĞİTMEN), GAP TAEM, ICARDA-IRAK HEYETİ, Şanlıurfa, 11-15 Kasım 2013.
- Buğdayda hastalık, zararlı ve yabancı otlar (EĞİTMEN), GAP TAEM, ICARDA-IRAK HEYETİ, Şanlıurfa, 11-15 Kasım 2013.
- Genel Bitki Hastalıkları ve Tanılama (EĞİTMEN), GAPTAEM, Şanlıurfa, 16 Temmuz 2014.
- Toprak funguslarının Laboratuarda izolasyon, tanısı ve teşhisi eğitimi (EĞİTMEN), GAPTAEM Biyoloji Laboratuarı, Şanlıurfa, 11-12 Temmuz 2014.
- Teorik ve Uygulamalı Moleküler Biyoloji Eğitimi, GAPTAEM-Harran Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuarı, Şanlıurfa, 17-26 Kasım 2014.
- PROGEN Tarla Günü, Şanlıurfa – Merkez 03 Eylül 2015.
- Tarım Alanında Bilimsel Araştırma Projesi Hazırlama ve Proje Döngüsü Eğitimi-TUBİTAK.

Çukurova Üniversitesi, Masel Otel-ADANA 20-22 Mayıs 2015.

- Buğdayda Sorun Olan Hastalıklar, Zararlılar ve Yabancı otlar Eğitimi (EĞİTMEN),

GAPTEM-Şanlıurfa, 23.10.2015.

- Sulu Tarımda Bitkilerde Görülen Hastalık ve Zararlılar (EĞİTMEN), GAPTAEM - Şanlıurfa 18.11.2015.
- Sulu Tarımda Görülen Hastalıklar ve Zararlılar (EĞİTMEN), GAPTEM - Şanlıurfa, 20 Nisan 2016.
- Tarımsal Yeniliklerin Yaygınlaştırılması Projesi "Şanlıurfa Koşullarında Aspir Bitkisinde Sulamanın Verim Ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri" Tarla Günü, Akçakale-Kurudere Köyü, 14 Temmuz 2016.
- Toprak funguslarının Laboratuarda izolasyon, tanısı ve teşhisi eğitimi (EĞİTMEN), GAPTAEM Bitki Sağlığı Laboratuvarı, 1Ağustos 2016, 8 Ağustos 2016.
- Mega -6 Uygulamalı Filogenetik Analiz ve Filogenetik Ağaç Oluşturma, Ankara-Biyans –Biyoakademi, 2 Nisan 2016
- İş Güvenliği Eğitimi, GAPTEM-Şanlıurfa, 16 Mayıs 2016.
- CLC Genomics Workbench Uygulamalı Biyoinformatik Analizler, Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü-İstanbul, 23-27 Mayıs 2016.
-

KATILDIĞI TOPLANTILAR

- 2012-2013-2014-2015 ve 2016 Yılı Grup Değerlendirme Toplantıları, Gıda & Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- TAGEM, 'Hububat, Endüstri, Sebze ve Süs Bitkileri Hastalıkları Araştırmaları', Antalya, Şubat-Mart 2012-2013-2014-2015.
- Zeytin & Zeytinyağı Sektörü Ortak Akıl ve Güç birliği Toplantısı, Gaziantep 9 Mart 2012.
- 'Mercimekte tebeşirleşme sorunu ve çözüm önerileri', GAPTAEM, Şanlıurfa 19 Nisan 2012.
- I. Ulusal Bitki Sağlığı ve Bağ Çalışma Grubu Toplantısı, Diyarbakır Zirai Müc. Araş. Ens., Diyarbakır, 6-7 Haziran 2012.
- Ulusal Antepfıstığı ve Badem Çalışma Grubu 3. Toplantısı, Adıyaman Üniv Rektörlük Toplantı Salonu, Adıyaman, 18-19 Eylül 2012.
- 'Kimyasalların ve Defoliantların Pamukta makineli Hasatta etkin kullanımı', GAP Bölge Kalkınma İdaresi Müdürlüğü, Şanlıurfa Eylül 2012.
- 2. BAV Toplantısı, Gaziantep Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Gaziantep, 9 Ekim 2012.
- Azaltılmış Toprak İşleme ve Anıza Mısır Ekimi Tarla Günü, Adıyaman- Şambayat Köyü, 3 Ekim 2013.
- Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 'Organik Bitki Koruma ve Biyolojik Mücadele Yol Haritasının Belirlenmesi' konulu Değerlendirme Toplantısı, GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı- Şanlıurfa, 28 Aralık 2012.
- TARİT-PAS SAVAR Alt Projesinin Görüşülmesi, Diyarbakır-Dicle Üniversitesi, 11-12 Ocak 201.
- Tarım Bakanlığı- Şanlıurfa il ve ilçelerinde Havza Bazlı Ürün Deseni, Şanlıurfa-Valilik Toplantı Salonu,Şubat 2013.
- Şanlıurfa- Suruç ilçesinin sulamaya açılmasıyla birlikte muhtemel tarımsal faaliyetlerin görüşülmesi ve Acil Eylem Planlaması, Şanlıurfa GAPTEM, 30 Mayıs 2014- 6 Haziran 2014.
- Antepfıstığı Psillidi zararlısının ülkesel proje toplantısı, Şanlıurfa GAPTEM, 24 Ekim 2014.
- Topraklarımızda Hümik Asit ve Leonardit Kullanımı, Şanlıurfa GAPTEM, 29 Aralık 2014.
- Zirai Mücadele Teknik Talimatları ve Standart İlaç Deneme Metotları Toplantısı,

Belconti Otel, Belek-Antalya, 28-30 Ocak 2015.

- Antepfıstığı Üreticilerilerini Hastalık ve Zararlılar Hakkında Bilgilendirme Toplantısı, Şanlıurfa/Bozova, 18.02.2015.
- 10. Kalkınma Planı - Tarımda Su Kullanımının Etkinleştirilmesi (2), Şanlıurfa, GAPTAEM, 16-20.11. 2015.
- 10. Kalkınma Planı - Tarımda Su Kullanımının Etkinleştirilmesi (2), Şanlıurfa, GAPTAEM, 18-22 Nisan 2016.
- Maksimum Kalıntı Limitlerinin Araştırılması Proje Değerlendirme Toplantısı, Manisa-Anemon Otel, 15 Aralık 2015.
- Tarım Bakanlığı Koordinasyon ve Ortak Akıl Toplantısı, Şanlıurfa- GAPTEM, 15-17 Ocak 2016.
- Zirai Mücadele Teknik Talimatları ve Standart İlaç Deneme Metodları Toplantısı, Antalya-Side-The Sense Deluxe Resort Hotel, 01-04 Mart 2016.
- Şanlıurfa İçin Sürdürülebilir Zeytin Tarımı, Şanlıurfa, GAPTAEM, 12 Nisan 2016.
- UNDP- Suriye savaşından mağdur olan Göçmenlere Eğitim Proje Toplantısı, GAPTEM-Şanlıurfa, 18 Nisan 2016.
- SPARK-Hollanda Suriyeli Göçmenlere Eğitim Projesi Toplantısı, GAPTAEM-Şanlıurfa, 01 Haziran 2016.
- FAO-Tarım Bakanlığı Avrupa Birliği Dış İlişkiler Daire Başkanlığı- İtalya –GAPTAEM Suriyeli Mültecilere Eğitim Projesi ve Bölge Kalkınmasında Sürdürülebilir Tarım Toplantısı, GAPTEM-Şanlıurfa, 13 Haziran 2016.
- FAO-Tarım Bakanlığı Avrupa Birliği Dış İlişkiler Daire Başkanlığı- İtalya -Suriyeli Mültecilere Tarımsal Eğitim Proje Toplantısı, Şanlıurfa Gıda & Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Toplantı Salonu, 29 Eylül 2016.

YAYINLARI

MAKALELER & BİLDİRİLER

1. **Hangün, A.,** 1999. Biyolojik Mücadelenin Dünü, Bugünü ve Yarını; Türkiye'de uygulanan Biyolojik Mücadele Çalışmaları, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Lisans Semineri, Tokat, 1999, 57 s.
2. Yanar, Y., Kadıoğlu, İ.,Kutluk, N.D., Çeşmeli, İ., **Hangün, A.,** 2001. Bitki patojeni fungusların gelişimi üzerine bazı bitki ekstraklarının etkilerinin belirlenmesi, Türkiye 3. Herboloji Kongresi, Ankara, 9-12 Ekim 2001, s. 32.
3. **Bilgili, A.,** 2002. Hastalıklara Konukçuluk Eden Yabancı otlar, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Semineri, Tokat, 2002, 45s.
4. **Bilgili, A.,** 2003. Tokat yöresinde patates (Solanum tuberosum L.) yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı otlar ve farklı dönemlerde yabancı otların yok edilmesi ile kritik periyodun belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 2003, 96 s.
5. **Bilgili, A.,** Kadıoğlu, İ., 2003. Tokat ili ve çevresinde Patates tarlalarında ortaya çıkan yabancı ot türlerinin yoğunlukları, dağılımları ve yöredeki yabancı ot florasının belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (2); s. 17-24, 2003.
6. **Bilgili, A.,** Kadıoğlu, İ., 2003. Patates üretiminde farklı periyotlarda yabancı otların yok edilmesinin verime etkileri ve yabancı otlarla mücadelede Kritik Periyodun belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (2); s. 9-15, 2003.
7. Bilgili, A.V., **Bilgili, A.,** Yaldız, O., 2012. Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Sonuç Raporu. Şanlıurfa ili Kompost Tesisi Kurulması Amacına Yönelik Fizibilite Çalışması Projesi- (DFD Proje no:44), Karacadağ Kalkınma Ajansı, Şanlıurfa, 85 s.

8. Bilgili, A.V., Ak, B.E., Çullu, M.A., Aydemir, A., Özcan, O., Sakar, E., Acar, İ., **Bilgili, A.,** Çini, H.K., 2012. Piksel (Pixel-based) ve Nesne Tabanlı (Object-based) Sınıflandırma Metodları Kullanılarak Zeytin Dikili Alanların Tespit Edilebilme Potansiyelinin Araştırılması, Türkiye II. Zeytin ve Zeytinyağı Kongresi, Özet Kitabı, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, s: 43.

9. **Bilgili, A.,** Sakar, E., Ak, B.E., 2012. GAP Bölgesinde Yetiştirilen Zeytin Bahçelerinde Görülen Hastalıklar, Türkiye II. Zeytin ve Zeytinyağı Kongresi, Özet Kitabı, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, s:185.

10. **Bilgili, A.,** 2012. Mikoriza, Bitki-Besin Maddesi- Patojen Etkileşimi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora semineri, Şanlıurfa, 53 s.

11. Bilgili, A.V., **Bilgili, A.,** Yaldız, O., 2012. Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Sonuç Raporu. Şanlıurfa ili Kompost Tesisi Kurulması Amacına Yönelik Fizibilite Çalışması Projesi- (DFD Proje no:44), Karacadağ Kalkınma Ajansı, Şanlıurfa, 85 s.

12. Yetkin C., Arslan, Z. F., **Bilgili, A.,** 2013. Şanlıurfa İli'nde Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanım Durumunun ve Sorunlarının Belirlenmesi. I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, 2-5 Nisan 2013, Antalya.

13. **Bilgili, A.,** Kavak, H. 2013. Bitki- Fungal Patojen Etkileşiminde Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Mikoriza Kullanımı. Gıda&Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri (Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele) Cilt II, 1. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, 83-103 s., Ankara.

14. **Bilgili, A.,** Yanık, E., Ak, B.E., 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Üretimi Yapılan Zeytin Çeşitlerinde Görülen Hastalık ve Zararlılar, Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 3-5 Şubat 2014, Antalya. 291 s.

15. **Bilgili, A.,** Küçük, Ç., Doğan, Z., Bilgili, A.V., 2014. Harran Ovası Topraklarında Tespit Edilen Bazı Funguslar, Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 3-5 Şubat 2014, Antalya. 291 s.

16. Arslan, Z.F., Yetkin, C., **Bilgili, A.,** 2014. GAP'ın Merkezi Şanlıurfa'da Herbisitlerin Kullanım Durumu ve Mevcut Sorunlarının Belirlenmesi, Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 3-5 Şubat 2014, Antalya. 375 s.

17. **Bilgili, A.,** Küçük, Ç., Doğan, Z., Bilgili, A.V., 2014. ' Soil fungi of the Harran Plain and Salinity Relations'. 9 th International Soil Science Congress on 'The Soul of Soil and Civilization'. Side-Antalya, Turkey. 14-16 October 2014, Abstract book p :15.

18. **Bilgili, A.,** Yucel, S., Kavak, H. 2014. 'Soil-Borne Pathogens of Pepper Field in The GAP Region of Turkey'. First Global Soil Biodiversity Congress, 2-5 December 2014, France-Dijon.

19. Bilgili, A.V., **Bilgili, A.,** Yaldız, O., 2014. "Feasibility for Purpose of Establishment of Compost And Biogas Facilities in Province of Sanliurfa". I Uluslararası Biyogaz ve Kompost Çalıştayı. Akdeniz Üniversitesi, 5-6 December 2014, Porto Bello Hotel-Antalya.

20. **Bilgili, A.,** Yücel, S., Kavak, H. 2015. GAP Bölgesinde Kurumalara Sebep Olan Toprak Kökenli Funguslar. GAP VII. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, HRÜ- 28 Nisan- 01 Mayıs 2015- Şanlıurfa, 47 s.

21. **Bilgili, A.,** Yetkin, C., Mert, Z. 2015. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Sarı Pas Hastalığının (*Puccinia striiformis* West) Yaygınlığı. GAP VII. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, HRÜ- 28 Nisan-01 Mayıs 2015- Şanlıurfa, 48 s.

22. **Bilgili, A.,** Kucuk, C., Dogan, Z., Bilgili, A.V. 2015. Soil-borne Fungi of the Harran Plain in Sanlıurfa-Turkey and Salinity Relations. XVIII. International Plant Protection Congress (IPPC) 2015, Abstract Book, p:319-320, 24-27 August 2015. Berlin-GERMANY.

23. **Bilgili, A.,** Yetkin, C., Mert, Z. 2015. A Sürvey of Wheat Rust Diseases in The GAP Region of Turkey. XVIII. International Plant Protection Congress (IPPC) 2015, Abstract Book, p: 758, 24-27 August 2015. Berlin-GERMANY.

24. **Bilgili, A.,** Guldur, M. E., Kucuk, C., Yıldırım, F., 2016. The Efficiency of *Glomus mosseae* on Crown and Root Rot Diseases *Fusarium oxysporum* Synder & Hansen and *Fusarium solani*

(Mart.) Sacc. in Pepper. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 162.

25. **Bilgili, A.,** Yetkin, C., Dogan, Z., Mert, Z., 2016. Prevalence of Leaf Rust (*Puccinia triticina*) Disease in Southeastern Anatolia Region of Turkey. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 751

26. Karagöz, E., Mert, Z., Akan, K., Hekimhan, H., Urin, V., Şermet, C., Tülek, A., Şahin, Y., **Bilgili, A.,** Karaman M., Yorgancılar, A., Kara, R., 2016. Determination of P. striiformis f.sp tritici races in wheat during 2014 and 2015 years. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 529.

27. Mert, Z., Akan, K., Karagöz, E., Keskin, N., Akci, N., Hekimhan, H., Ünsal, R., Urin, V., Demir, L., Şermet, C., Tülek, A., Ay, H., Şahin, Y., İlkhan, A., **Bilgili, A.,** Karaman, M., Yorgancılar, A., Kara, R., Cengiz, H., Ercan, B. , 2016. Monitoring of Wheat Rusts and an Overview of Resistance Status of Cultivars to Rust in Turkey. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 530.

28. Arslan, Z. F., **Bilgili, A.,** Altun Aksu, A., 2016. Significant Weed Species in Wheat Fields in Sanliurfa. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 846.

29. Arslan, Z. F., Altun Aksu, A., **Bilgili, A.,** 2016. Significant Weeds in Lentil Fields in Sanliurfa. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 902.

30. Mert, Z., Akan, K., Akci, N., Hekimhan, H., Ünsal, R., Urin, V., Demir, L., Şermet, C., Tülek, A., Ay, H., İlkhan, A., **Bilgili, A.,** Karaman, M., Yorgancılar, A., Kara, R, Cengiz, H., Ercan, B., 2016. Determination of P. graminis f.sp tritici Races in Wheat Between 2011 to 2015 Years. Turkey 6th Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya/Turkey, p: 528.

31. **Bilgili, A.,** Guldur, M.E., 2017. The Efficiency of Mycorrhizal Fungi on *Fusarium oxysporum f.sp vasinfectum* Crown and Root Rot Diseases of Peppers in the GAP Region. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 15-17 May 2017, Abstract Proceeding Book of ICAFOF, Cappadocia-Turkey, p: 384.

32. **Bilgili, A.,** Fidan, H., Yucel, S., Guldur, M.E., 2017. Determination of Mixed *Fusarium* spp. Infections Causing Dryings in Pepper Growing Areas in the GAP Region of Turkey. International Workshop Plant Health: Challenges and Solutions, Abstract Book, 23-28 April 2017, Antalya-Turkey, p: 59.

33. **Bilgili, A.,** Kara, H., Guldur, M.E., Demir, S., 2017. The Efficiency of Mycorrhizal Fungi on *Fusarium* spp. Crown and Root Rot Diseases of Peppers under Farmer Conditions in Harran Plain. International 6th Entomopathogens and Microbial Control Congress, Abstract Book, 14-16 September 2017, Gaziosmanpasa University, Tokat-Turkey, p: 65.

34. Arslan Z.F., Aksu Altun A., **Bilgili A.,** 2017. Türkiye Mercimek (Lens culinaris Medik.) Üretimindeki Yabancı Ot Sorunlarının Dünü, Bugünü ve Yarını - Şanlıurfa Örneği. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(11): 1312-1322.

35. Arslan Z.F., Uludag A., **Bilgili A.,** Aksu Altun A., 2017. Changes of Weed Flora in Wheat Fields in the Southeast Anatolia Region of Turkey. The 26th Asian-Pasific Weed Science Society Conference, 19-22 September 2017, Kyoto, JAPAN.

YÜRÜTTÜĞÜ PROJELER

Proje Adı	Kurum	Tarih	Görev	Proje Türü
1. 'Tokat yöresinde Patates yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı otlar ve farklı dönemlerde yabancı otların yok edilmesi ile kritik periyodun belirlenmesi'	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, TOKAT	2000-2002	Yürütücü	G.O.P. Üniv. BAP Projesi
2. 'Alfa alfa ve spesifik yem bitkilerinde in-vitro koşullarında azotlu gübrelemenin kuru ağırlığa etkisi & NDF ve IVTD analizleri ile protein değerlerinin tespit edilmesi'	Cornell University Crop & Soil Science Prof. Dr. Jerome Henry Cherney Laboratuary, Ithaca-NY-USA	2005	Yardımcı araştırıcı	USA-Cornell Üniversitesi Araştırma Fonu
3. 'Bazı yabancı ot türlerinin PCR, CTAB & RAPD moleküler yöntemler kullanılarak DNA izolasyonları ve amplifikasyonları'	Cornell University Plant Science Prof. Dr. Leslie Weston Laboratuary, Ithaca-NY-USA	2006	Yardımcı araştırıcı	USA-Cornell Üniversitesi Araştırma Fonu
4. 'Bazı spesifik yabancı otların allelopatik etkilerinin sera ve laboratuar koşullarında test edilmesi'	Cornell University Plant Science Prof. Dr. Leslie Weston Laboratuary, Ithaca-NY-USA	2006	Yardımcı araştırıcı	USA-Cornell Üniversitesi Araştırma Fonu
5. 'Mısırda patojen dayanıklılığının tespitinde tarla ve laboratuar denemeleriyle genomik analizlerin elde edilmesi'	Cornell University Plant Pathology Prof. Dr. Rebecca Nelson Laboratuary, Ithaca-NY-USA	2007	Yardımcı araştırıcı	USA-Cornell Üniversitesi Araştırma Fonu
6. 'Toprak kalitesi tayininde laboratuar ortamında biyolojik analizlerin elde edilmesi'	Cornell University Crop & Soil Science Prof. Dr. Harold Van Es Laboratuary, Ithaca-NY-USA	2008	Yardımcı araştırıcı	USA-Cornell Üniversitesi Araştırma Fonu
7. 'Şanlıurfa ili kompost tesisi kurulması amacına yönelik fizibilite çalışması'	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, ŞANLIURFA	2011	Yardımcı araştırıcı	Karacadağ Kalkınma Ajansı-DFD
8. 'GAP Bölgesinde zeytin yetiştiriciliğinde ve işleme sanayinde mevcut durumun belirlenmesi, sorunların tespit edilmesi ve gelişme	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ŞANLIURFA	2011-2012	Yardımcı araştırıcı	GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı

olanakları üzerinde bir araştırma'				
9. 'GAP Bölgesi Biberlerinde Fungal Kökenli Kök Çürüklük Etmenleri, Etkin Patojenin Moleküler Karakterizasyonu ve Mikoriza (*Glomus* spp.) ile Mücadele İmkanlarının Araştırılması'	GAPTAEM Bitki Sağlığı Bölümü, ŞANLIURFA	2014-2017	Yürütücü	TAGEM
10. 'Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalıkları Araştırmaları Projesi (ÜSİT-HAP)'	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Dayanıklılık Islahı Bölümü, ANKARA	2013-2015	Yardımcı araştırıcı	TAGEM
11. 'Şanlıurfa İli Buğday, Mısır, Pamuk ve Mercimek Üretim Alanlarındaki İstilacı Bitkilerin Belirlenmesi ve Mücadelesi'	GAPTAEM Bitki Sağlığı Bölümü, ŞANLIURFA	2014-2016	Yardımcı araştırıcı, Yürütücü	TAGEM
12. 'Şanlıurfa İli Mercimek Tarlalarında Sorun Olan Kısır Yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın ACCase Grubu Herbisitlere Dayanıklılığın Tespiti ve Haritalanması'	GAPTAEM Bitki Sağlığı Bölümü, ŞANLIURFA	2015-2016	Yardımcı araştırıcı	TAGEM
13. 'Harran Ovası Koşullarında Nar (*Punica granatum L.*) Yetiştirilen Alanlara Uygulanan Farklı Gübre Kaynaklarının Verim ve Toprağın Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri'	GAPTAEM Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, ŞANLIURFA	2009-2016	Yardımcı araştırıcı	TAGEM
14. 'CRP 3.6 Dryland Cereals (Barley)'	ICARDA-GAPTAEM Tarla Bitkileri Bölümü, ŞANLIURFA	2013-2016	Yardımcı araştırıcı	ICARDA

15. 'GAP Bölgesi Biber Yetiştiriciliğinde Kök Çürüklük Etmenlerinin Belirlenmesi, Etkin Patojenin Moleküler Karakterizasyonu ve Mücadelesinde Mikorizanın Etkinliğinin Araştırılması'	Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, ŞANLIURFA	2014-2017	Yardımcı araştırıcı	Harran Üniversitesi BAP Projesi-HÜBAK

YAYINLAR

SEMİNERLER

- **Hangün, A.,** 1999. Biyolojik Mücadelenin Dünü, Bugünü ve Yarını; Türkiye'de uygulanan Biyolojik Mücadele Çalışmaları, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Lisans Semineri,Tokat, 1999, 57 s.

- **Bilgili, A.,** 2002**.** Hastalıklara Konukçuluk Eden Yabancı otlar, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Semineri,Tokat, 2002, 45s.

- **Bilgili, A.,** 2012. Mikoriza, Bitki-Besin Maddesi- Patojen Etkileşimi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora semineri, Şanlıurfa, 53 s.

TEZLER VE RAPORLAR

- **Bilgili, A.,** 2003**.** Tokat yöresinde patates (*Solanum tuberosum* L.) yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı otlar ve farklı dönemlerde yabancı otların yok edilmesi ile kritik periyodun belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 2003, 96 s.

- Bilgili, A.V., **Bilgili, A.,** Yaldız, O., 2012. Kompost ve Biyogaz Tesisi Fizibilite Sonuç Raporu. Şanlıurfa ili Kompost Tesisi Kurulması Amacına Yönelik Fizibilite Çalışması Projesi- (DFD Proje no:44), Karacadağ Kalkınma Ajansı, Şanlıurfa, 85 s.

TV PROGRAMI

- RUHA TV'de Tarım Programı. 'Bitki Koruma ve GAP Bölgesinde Biber Kök Çürüklüğü Hastalıkları & Buğday Pas Hastalıkları', 11 Kasım 2015, saat: 21:00.

Program linki : https://www.youtube.com/watch?v=J66EpshT_xg&feature=youtu.be

AKADEMİK / MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Türkiye	Tokat	Bitki Koruma Bölümü	Asistan	2000-2001
Cornell University	USA	NewYork	Crop & Soil Science / Prof. J.H.Cherney	Lab. Tecnician	2005-2006

			Lab.		
Cornell University	USA	NewYork	Plant Science / Prof. L. Weston Lab.	Research Asistant	2006-2007
Cornell University	USA	NewYork	Plant Pathology Depart. / Prof. R. Nelson Lab.	Research Asistant	2007-2008
Cornell University	USA	NewYork	Crop & Soil Science / Prof. H. Van Es Lab.	Lab. Asistant	2008-2009
Gap Toprak-Su Kaynakları ve Tarımsal Araş. Ens.	Türkiye	Şanlıurfa	Bitkisel Araş. Bölümü / Bitki Sağlığı Birimi	Teknik Personel	2011-2012
Gap Tarımsal Araş. Enstitüsü Müd.	Türkiye	Şanlıurfa	Bitki Sağlığı Bölümü	Bölüm Başkanlığı	2012-2016

DİĞER FAALİYETLER

Eser/ Görev/ Faaliyet/Sorumluluk/Olay/Üyelik vb.	**Yılı**
Ankara Büyükşehir Belediyesi, Altındağ Çocuk Kulübü, İngilizce Eğitmeni	2003 - 2004
Şanlıurfa Belediyesi, Özel Kalem Müdürlüğü Başkanlık Makamı, Danışmanlık	2009 - 2011
Şanlıurfa Belediyesi, Avrupa Birliği Proje Ofisi, ‘ Sağlık için hijyen, hijyen için sağlık’ projesi, İngilizce Eğitmeni	2010
Tarım Orman ve Çevre Çalışanları Birliği Sendikası Üyesi (TOÇBİR-SEN)	2011
Türkiye Herboloji Derneği Üyesi	2001
Türkiye Fitopatoloji Derneği Üyesi	2012

EKLER

Ek-1: GAP Bölgesinde biber yetiştirilen alanların sürvey bilgileri- 2013

SÜRVEY TARİHLERİ	İLLER	İLÇE ve KÖYLER	İZOLASYON TARİHİ
5 Haziran 2013	Şanlıurfa	Merkez- Esenyayla Köyü, Çamlıdere Köyü, Osmanbey	13 Haziran 2013
18 Haziran 2013	Şanlıurfa	Bozova – Mülkören Köyü, Yaslıca Köyü	27- 28 Haziran 2013
19 Haziran 2013	Şanlıurfa	Merkez, Akçakale	27- 28 Haziran 2013
25 Haziran 2013	Şanlıurfa	Bozova - Merkez, Yaslıca köyü çıkışı yol üstü, Yaylak, Yaslıca Köyü, Kepirce Köyü	27- 28 Haziran 2013
26 Haziran 2013	Şanlıurfa	Merkez- Göktepe Köy, Göbeklitepe yolu, Çekçek Köyü, Umut Köyü	27- 28 Haziran 2013
1 Temmuz 2013	Şanlıurfa	Suruç –Yolaklı Köyü, Ekili Köyü, Pınarbaşı Köyü, Üçpınar Köyü, 11 Nisan Köyü	9- 10 Temmuz 2013
2 Temmuz 2013	Şanlıurfa	Suruç-Merkez, Birecik-Akarçay, Mezra, Aşağı Bostancılar, Karahöyük, Yukarı Bostancılar	9- 10 Temmuz 2013
1 Eylül 2013	Şanlıurfa	Harran- Damlasuyu, Koyunluca Köyü	17 Eylül 2013

2 Eylül 2013	Diyarbakır	Kayapınar İlçesi- Güleçoba Köyü, Ayşat Mezrası,	17-18- 19 Eylül 2013
3 Eylül 2013	Diyarbakır	Dicle- Arı köyü, Dicle- Bahçelievler, Yenişehir- Ekinciler Hani- Seren Köyü	17- 18- 19 Eylül 2013
4 Eylül 2013	Diyarbakır	Çınar- Yuvacık Köyü, Bismil- Yeşilköy, Aralık köyü	17- 18- 19 Eylül 2013
5 Eylül 2013	Diyarbakır	Çermik- Kalecik Köyü	17- 18- 19 Eylül 2013
10 Eylül 2013	Siirt	Merkez, Kurtalan- Başur Mevkii	19 Eylül 2013
21 Eylül 2013	Mardin	Akarsu,Yavru Köyleri	26 -27 Eylül 2013
3 Ekim 2013	Adıyaman	Merkez - Doyran Köyü, Külafhöyük Köyü, Şambayat ilçesi	9 Ekim 2013
7 Ekim 2013	Gaziantep	Islahiye-Merkez, Yelliburun, Elbistanhöyüğü, İncegedik, Bayraktepe, Nurdağı,Kırkağaç, Sarayburnu, Sakçagözü beldesi, Gözlühöyük	10 Ekim 2013
8 Ekim 2013	Kilis	Polateli-Yılanca Köyü, Güvenli Köyü, Merkez- Gülbaba Köyü, Merkez- Minadir Mevkii	11Ekim 2013

Ek- 2: GAP Bölgesinde biber yetiştirilen alanların sürvey bilgileri- 2014

SÜRVEY TARİHLERİ	İLLER	İLÇE ve KÖYLER	İZOLASYON TARİHİ
9 Haziran 2014	Şanlıurfa	Merkez-Şehçoban Köyü, Yıldız Kümelievler, Yeşiltepe Köyü, Viranşehir yolu, Umut Köyü, Çekçek Köyü, Kepirli Köyü, Göktepe Köyü, Ulubağ Köyü	12 Haziran 2014
27 Haziran 2014	Şanlıurfa	Merkez-Kepirli Köyü, Umut Köyü, Çekçek köyü, Kısas köyü, Akçakale Çevre yolu, Akçakale	30 Haziran 2014
10 Temmuz 2014	Şanlıurfa	Siverek-Merkez, Başbuk köyü	15 Temmuz 2014
14 Temmuz 2014	Şanlıurfa	Bozova-Merkez, Yaslıca beldesi, Yaylak beldesi	15 Temmuz 2014
4 Ağustos 2014	Diyarbakır	Bismil-Merkez, Köseli köyü, Fabrika köyü, Kooperarif Mezrası, Çınar-Merkez, Yuvacık köyü	15 Ağustos 2014
5 Ağustos 2014	Diyarbakır	Sur-Merkez, Köşk köyü, Lice-Merkez, Fisovası köyü, Durukavacık köyü, Hani-Merkez, Seren köyü, Dicle- Ağrı Köyü, Düver Köyü	15 Ağustos 2014
6 Ağustos 2014	Diyarbakır	Ergani-Merkez, Ekinciler köyü, Yenişehir, Termal köyü, Çermik-Merkez, Kalecik köyü, Petekkaya köyü, Lice-Kıyıköyü, Yıldız Mezrası, Kulp-Merkez, Karpuzlu köyü, Hamzalı köyü, Silvan-Merkez, Malabadi Köyü, Bağdere köyü,	15 Ağustos 2014
7 Ağustos 2014	Adıyaman	Merkez- Börkenek köyü, Şambayat-Bostancık köyü, Çatalağaç çevresi, Merkez-Yolkenarı, Hasankendi köyü, Büyükkavaklı köyü, Hacıhalil köyü, Gölpınar	15 Ağustos 2014

		köyü	
8 Ağustos 2014	Adıyaman	Baraj kenarı, Atakent, Merkez-yolkenarı, Hazırgin mezrası, Gölpınar köyü, Bağpınar köyü, Gözebaşı köyü, Madun mezrası, Merkez-Büyükkavaklı köyü	15 Ağustos 2014
10 Ağustos 2014	Adıyaman	Tut-Boyundere köyü, Meryemuşağı, Yaylımlı köyü, Küspeci Mevkii, Halayçayırı Mevkii, Baraj kenarı-çevresi	15 Ağustos 2014
11 Ağustos 2014	Gaziantep	Yavuzeli-Merkez, Süleymanobası, Halilbaş Köyü, Sarıbaşak köyü	15 Ağustos 2014
12 Ağustos 2014	Gaziantep	Nurdağı- Hisarköyü, Gözlühöyük köyü, Toplamalar köyü, Islahiye-Berben köyü, Islahiye-Karakaya, Ortaklı köyü, Yesemek köyü, Güllühöyük köyü, Örtülü köyü	15 Ağustos 2014
13 Ağustos 2014	Gaziantep	Şahinbey-Merkez, Bostancık, Gapcağız köyü	15 Ağustos 2014
13 Ağustos 2014	Kilis	Merkez-Çörtan köyü, Bayramlı Mezrası, Karamelik köyü, Polateli –Merkez, Ömercik köyü, Polatbey köyü, Kızılgöl köyü, Söğütlü köyü, Merkez-Afrin çayı mevkii, Gülbaba köyü, Hicipoğlu Köyü, Gözkaya köyü, Musabeyli-Hasançalı köyü, Üçevler Mezrası	15 Ağustos 2014
14 Ağustos 2014	Kilis	Elbeyli- Merkez, Taşlıbakar köyü, Alahan köyü, Beylerbeyi köyü	15 Ağustos 2014
15 Eylül 2014	Mardin	Ömerli- Çınaraltı köyü, Yeşilli- Dereyanı köyü, Savur-Merkez, Pınardere Beldesi	22 Eylül 2014
16 Eylül 2014	Mardin	Nusaybin- Merkez, Akarsu,	22 Eylül 2014

16 Eylül 2014	Şırnak	Dicle Nehri kenarı, Cizre-Kurtuluş köyü, Dirsekli köyü, Cudi Dağı eteği, Aşağıdere Nehri çevresi, Güçlükonak, Ulaşköyü	22 Eylül 2014
17 Eylül 2014	Şırnak	Cizre-Merkez, Yakacık köyü, Silopi- Merkez, Pınarönü köyü, Duruklu köyü, Ceylan köyü	22 Eylül 2014
17 Eylül 2014	Batman	Hasankeyf- Merkez, Üçyol köyü, Binatlı Köyü, Şerbetli Mezrası, Yaylıca Köyü, Çarıklı köyü, Kozluk- Merkez, Dövecik köyü, Batman- Kozluk anayolu	22 Eylül 2014
18 Eylül 2014	Siirt	Merkez- Pırta Köyü, Kurtalan-Kılıçlı köyü, Ulmağaç Mezrası, Baykan- Engin köyü, Bardaklı köyü, Merkez-Deyr mevkii, Kezer, Çem mevkii, Sistaş köyü, Köprübaşı köyü	22 Eylül 2014
19 Eylül 2014	Mardin	Derik-Gündoğdu köyü	22 Eylül 2014
19 Eylül 2014	Şanlıurfa	Ceylanpınar –Merkez, Aşağıpolat mezrası, Damlacık köyü, Ceylan köyü, Akbulut köyü, Yukarıkarataş köyü, Viranşehir- Sisik köyü, Kuşkarabağı köyü, Esenyayla, Hasankent köyü, Akçalı köyü	22 Eylül 2014
23 Eylül 2014	Şanlıurfa	Birecik- Merkez, Mezra Beldesi, Baraj kenarı, Zeytin bahçesi,	25 Eylül 2014
24 Eylül 2014	Şanlıurfa	Suruç- Bostancı köyü, Aşağıbostancı köyü, Onbir Nisan, Pınarbaşı Köyü, Şanlıavşar köyü	25 Eylül 2014

EK-3: Thermo Scientific GeneJET Plant DNA Prufication Mini Kit (K0791, K0792) Protokolü

Bitki Genomik DNA Purifikasyon Protokolü;

1. 100mg'a kadar taze veya donmuş bitki dokusu, 20mg'a kadar liyofilize bitki dokusu kullanılır. Ezilmiş bitki dokusu bekletilmeden, **350µl Lysis Buffer A** içeren 1.5ml'lik santrifüj tüpüne eklenir.

2. Üzerine **50µl Lysis Buffer B** ve **20µl RNase A** eklenir, vortekslenir.
3. Örnekler **65^{0}C'de 10 dak**. çalkalanan sıcak su banyosunda inkübe edilir.

4. Sıcak su banyosundan alınan örneklere **130µl Precipitation Solution** (Çökelme Solüsyonu) eklenir ve 2-3 defa ters düz yapılır.
5. Daha sonra **5 dak buzda** inkübe edilir. **5dak 14000 rpm'de** santrifüj yapılır.

6. Yeni bir tüpe Yaklaşık **450-550µl supernatant** (Sıvı kısım dikkatlice alınır alttaki tortu çekilmeden ve temiz mikrosantrifüj tüpüne taşınır. Bunun üzerine **400µl Plant gDNA Binding Solution** ve **400µl %96 ethanol** eklenerek iyice karıştırılır.

7. Hazırlanan karışımın **yarısı (600- 700µl) spin kolonuna** aktarılır. **8000 rpm'de** 1 dakika santrifüj edilir. Alttaki kısım dökülür.
8. Solusyonun geri kalan kısmı aynı kolona eklenir. 1 dak. süreyle 8000 rpm'de santrifüj edilir. Alttaki kısım dökülür

9. **500µl Wash Buffer 1** kolona eklenir. **1 dak. süreyle 10000 rpm'de** santrifüj edilir. Süpernatant (alttaki sıvı) atılır

10. Kolona **500 µl Wash Buffer- 2** eklenir. Maximum **hızda 14000 rpm'de 3** dakika süreyle santrifüjlenir. Toplama tüpü boşaltıldıktan sonra, saflaştırma kolonu tekrar tüpe yerleştirilerek 1 dakika süreyle max. hızda 14000 rpm'de santrifüj edilir.

11. Üstteki kolon yeni 1.5 ml lik tüpe alınır.

12. Genomik DNA'yı yıkamak için **100µl ya da 75 µl yıkama buffer (elution buffer)** kolon zarının merkezine eklenir ve oda sıcaklığında 5 dak. bekletilip 10.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilir.
13. Aynı işlem 100 µl veya 75 µl yıkama buffer (elution buffer) kullanılarak 10.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilir. **Alttaki toplanan DNA ölçüm yapılıp kullanılır.** Saflaştırılan DNA kullanılmak üzere - 20 ^{0}C'de depolanır.

EK-4: Biyolojik Mücadele Çalışmalarında Farklı Mikorizal Fungus Uygulamalarının İstatistiksel olarak gösterimi

43- *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*

43 *Fov*- SÜRGÜN BOYU
One-way ANOVA: SBOrtalama versus SBgrup
Source DF SS MS F P
SBgrup 9 674,3 74,9 4,76 0,002
Error 21 330,7 15,7
Total 30 1005,1
S = 3,969 R-Sq = 67,09% R-Sq(adj) = 52,99%

KÖK BOYU
One-way ANOVA: KBOrtalama versus KBgrup
Source DF SS MS F P
KBgrup 9 307,0 34,1 1,84 0,112
Error 24 444,4 18,5
Total 33 751,4
S = 4,303 R-Sq = 40,86% R-Sq(adj) = 18,68%

KÖK BOĞAZ ÇAPI
One-way ANOVA: KBCortalama versus KBCgrup
Source DF SS MS F P
KBCgrup 9 3,811 0,423 3,36 0,008
Error 24 3,022 0,126
Total 33 6,833
S = 0,3549 R-Sq = 55,77% R-Sq(adj) = 39,19%

YAPRAK SAYISI
One-way ANOVA: YSOrtalama versus YSgrup
Source DF SS MS F P
YSgrup 9 295,1 32,8 1,25 0,314
Error 24 630,5 26,3
Total 33 925,6
S = 5,126 R-Sq = 31,88% R-Sq(adj) = 6,34%

SÜRGÜN YAŞ AĞIRLIK
One-way ANOVA: surgunyasagırlık versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 3402,8 378,1 3,90 0,004
Error 24 2327,9 97,0
Total 33 5730,7
S = 9,849 R-Sq = 59,38% R-Sq(adj) = 44,15%

SÜRGÜN KURU AĞIRLIK
One-way ANOVA: surgunkuruagırlık versus grup
Source DF SS MS F P

grup 9 59,8 6,6 0,59 0,793
Error 24 270,5 11,3
Total 33 330,4
S = 3,357 R-Sq = 18,11% R-Sq(adj) = 0,00%

KÖK YAŞ AĞIRLIK
One-way ANOVA: kokyasagırlıgı versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 261,81 29,09 6,41 0,000
Error 24 108,98 4,54
Total 33 370,79
S = 2,131 R-Sq = 70,61% R-Sq(adj) = 59,59%

KÖK KURU AĞIRLIK
One-way ANOVA: kokkuruagırlıgı versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 3,4184 0,3798 6,39 0,000
Error 24 1,4260 0,0594
Total 33 4,8444
S = 0,2438 R-Sq = 70,56% R-Sq(adj) = 59,53%

pH
One-way ANOVA: ph versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 1,560 0,173 1,57 0,180
Error 24 2,644 0,110
Total 33 4,203
S = 0,3319 R-Sq = 37,11% R-Sq(adj) = 13,52%

EC
One-way ANOVA: ec versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 0,2042 0,0227 0,79 0,628
Error 24 0,6895 0,0287
Total 33 0,8938
S = 0,1695 R-Sq = 22,85% R-Sq(adj) = 0,00%

FOSFOR
One-way ANOVA: fosfor versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 3851,1 427,9 5,44 0,000
Error 24 1886,3 78,6
Total 33 5737,3
S = 8,865 R-Sq = 67,12% R-Sq(adj) = 54,79%
POTASYUM
One-way ANOVA: potasyum versus grup_1
Source DF SS MS F P

grup_1 9 52787 5865 9,23 0,000
Error 22 13978 635
Total 31 66766
S = 25,21 R-Sq = 79,06% R-Sq(adj) = 70,50%

CU
One-way ANOVA: cu versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 0,1977 0,0220 1,70 0,149
Error 22 0,2844 0,0129
Total 31 0,4821
S = 0,1137 R-Sq = 41,01% R-Sq(adj) = 16,87%

FE
One-way ANOVA: fe versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 195,7 21,7 1,53 0,197
Error 22 311,7 14,2
Total 31 507,4
S = 3,764 R-Sq = 38,57% R-Sq(adj) = 13,44%

MN
One-way ANOVA: mn versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 3,846 0,427 1,34 0,275
Error 22 7,040 0,320
Total 31 10,886
S = 0,5657 R-Sq = 35,33% R-Sq(adj) = 8,87%

ZN
One-way ANOVA: zn versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 3,978 0,442 0,82 0,604
Error 22 11,861 0,539
Total 31 15,839
S = 0,7343 R-Sq = 25,11% R-Sq(adj) = 0,00%

AZOT
One-way ANOVA: toplam azot versus grup_2
Source DF SS MS F P
grup_2 8 19,035 2,379 3,21 0,016
Error 20 14,845 0,742
Total 28 33,880
S = 0,8615 R-Sq = 56,18% R-Sq(adj) = 38,66%

SPOR SAYIMI
One-way ANOVA: Spor Sayısı versus grup_3
Source DF SS MS F P

grup_3 7 202,3 28,9 1,22 0,347
Error 16 378,7 23,7
Total 23 581,0
S = 4,865 R-Sq = 34,82% R-Sq(adj) = 6,30%

KOLONİZASYON
One-way ANOVA: kolonizasyon versus grup_4
Source DF SS MS F P
grup_4 7 5224 746 1,07 0,436
Error 13 9100 700
Total 20 14324
S = 26,46 R-Sq = 36,47% R-Sq(adj) = 2,26%

HASTALIK ŞİDDETİ
One-way ANOVA: hs versus grup_5
Source DF SS MS F P
grup_5 4 5084 1271 2,50 0,109
Error 10 5084 508
Total 14 10168
S = 22,55 R-Sq = 50,00% R-Sq(adj) = 30,00%

183- *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*

183 *Fov* -SÜRGÜN BOYU
One-way ANOVA: SBOrtalama versus SBgrup
Source DF SS MS F P
SBgrup 9 455,7 50,6 2,54 0,036
Error 22 439,0 20,0
Total 31 894,8
S = 4,467 R-Sq = 50,93% R-Sq(adj) = 30,86%

KÖK BOYU
One-way ANOVA: KBOrtalama versus KBgrup
Source DF SS MS F P
KBgrup 9 276,1 30,7 1,62 0,163
Error 25 472,5 18,9
Total 34 748,7
S = 4,348 R-Sq = 36,88% R-Sq(adj) = 14,16%

KÖK BOĞAZ ÇAPI
One-way ANOVA: KBCortalama versus KBCgrup
Source DF SS MS F P
KBCgrup 9 3,274 0,364 2,45 0,037
Error 25 3,716 0,149
Total 34 6,990
S = 0,3856 R-Sq = 46,83% R-Sq(adj) = 27,70%

YAPRAK SAYISI
One-way ANOVA: YSOrtalama versus YSgrup
Source DF SS MS F P
YSgrup 9 230,8 25,6 0,95 0,503
Error 25 676,1 27,0
Total 34 906,9
S = 5,200 R-Sq = 25,45% R-Sq(adj) = 0,00%

SÜRGÜN YAŞ AĞIRLIĞI
One-way ANOVA: surgunyasagırlık versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 1141,2 126,8 1,83 0,112
Error 25 1729,0 69,2
Total 34 2870,2
S = 8,316 R-Sq = 39,76% R-Sq(adj) = 18,07%

SÜRGÜN KURU AĞIRLIĞI
One-way ANOVA: surgunkuruagırlık versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 16,184 1,798 1,87 0,104
Error 25 23,982 0,959
Total 34 40,166
S = 0,9794 R-Sq = 40,29% R-Sq(adj) = 18,80%

KÖK YAŞ AĞIRLIĞI
One-way ANOVA: kokyasagırlıgı versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 200,50 22,28 4,59 0,001
Error 25 121,24 4,85
Total 34 321,74
S = 2,202 R-Sq = 62,32% R-Sq(adj) = 48,75%

KÖK KURU AĞIRLIĞI
One-way ANOVA: kokkuruagırlıgı versus grup
Source DF SS MS F P
grup 9 2,0680 0,2298 3,70 0,005
Error 25 1,5520 0,0621
Total 34 3,6201
S = 0,2492 R-Sq = 57,13% R-Sq(adj) = 41,69%

pH
One-way ANOVA: ph versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 1,2193 0,1355 2,22 0,059
Error 23 1,4011 0,0609
Total 32 2,6204
S = 0,2468 R-Sq = 46,53% R-Sq(adj) = 25,61%

EC
One-way ANOVA: ec versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 9 0,2158 0,0240 0,66 0,738
Error 23 0,8390 0,0365
Total 32 1,0548
S = 0,1910 R-Sq = 20,46% R-Sq(adj) = 0,00%

FOSFOR
One-way ANOVA: fosfor versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 3806,1 475,8 11,74 0,000
Error 21 850,9 40,5
Total 29 4657,0
S = 6,365 R-Sq = 81,73% R-Sq(adj) = 74,77%

POTASYUM
One-way ANOVA: potasyum versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 42374 5297 11,28 0,000
Error 21 9857 469
Total 29 52231
S = 21,67 R-Sq = 81,13% R-Sq(adj) = 73,94%

CU
One-way ANOVA: cu versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 0,2181 0,0273 1,71 0,154
Error 21 0,3341 0,0159
Total 29 0,5522
S = 0,1261 R-Sq = 39,50% R-Sq(adj) = 16,45%

FE
One-way ANOVA: fe versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 130,6 16,3 1,26 0,314
Error 21 271,4 12,9
Total 29 401,9
S = 3,595 R-Sq = 32,48% R-Sq(adj) = 6,76%

MN
One-way ANOVA: mn versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 2,127 0,266 0,95 0,501
Error 21 5,898 0,281
Total 29 8,024
S = 0,5299 R-Sq = 26,50% R-Sq(adj) = 0,00%

ZN
One-way ANOVA: zn versus grup_1
Source DF SS MS F P
grup_1 8 4,078 0,510 0,90 0,532
Error 21 11,853 0,564
Total 29 15,931
S = 0,7513 R-Sq = 25,60% R-Sq(adj) = 0,00%

TOPLAM AZOT
One-way ANOVA: toplam azot versus grup_2
Source DF SS MS F P
grup_2 9 22,69 2,52 1,85 0,117
Error 21 28,56 1,36
Total 30 51,25

S = 1,166 R-Sq = 44,27% R-Sq(adj) = 20,39%

SPOR SAYIMI
One-way ANOVA: Spor Sayısı versus grup_3
Source DF SS MS F P
grup_3 7 172,7 24,7 0,67 0,696
Error 16 590,7 36,9
Total 23 763,3
S = 6,076 R-Sq = 22,62% R-Sq(adj) = 0,00%

KOLONİZASYON
One-way ANOVA: kolonizasyon versus grup_4
Source DF SS MS F P
grup_4 7 3253 465 0,72 0,655
Error 14 8983 642
Total 21 12236
S = 25,33 R-Sq = 26,58% R-Sq(adj) = 0,00%

HASTALIK ŞİDDETİ
One-way ANOVA: hs versus grup_5
Source DF SS MS F P
grup_5 4 2469 617 5,62 0,012
Error 10 1099 110
Total 14 3568
S = 10,48 R-Sq = 69,20% R-Sq(adj) = 56,88%