

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Fadime KARA TUTAR

**PATLICANDA SOLGUNLUK HASTALIKLARI (*Vericillium dahliae* ve
Fusarium oxysporum f.sp. *melongenae*)'NA KARŞI MİKORİZAL
FUNGUSLARIN ve ABİYOTİK UYARICILARIN ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

ÖZ

DOKTORA TEZİ

PATLICANDA SOLGUNLUK HASTALIKLARI (*Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f.sp.*melongenae*)'NA KARŞI MİKORİZAL FUNGUSLARIN ve ABİYOTİK UYARICILARIN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Fadime KARA TUTAR

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ

Yıl : 2014, Sayfa: 77

Jüri : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ

: Prof. Dr. Emine Mine SOYLU

: Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA

: Yrd. Doç. Dr. Muharrem A. KAMBEROĞLU

: Yrd. Doç. Dr. D. Soner AKGÜL

Bu çalışmada, mikorizal funguslar *Gigaspora margarita* (GİM), *Glomus etunicatum* (GE), *Glomus fasciculatus* (GF), *Glomus intradices* (GI) ve *Glomus mosseae* (GM) ve dayanıklılık uyarıcı kimyasalların (Salisilik Asit-SA, DL- β -amino-n-butirik asit-BABA ve Asibenzolar-s-methyl-ASM) patlıcanda solgunluk etmeni *Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya (FOM) etkileri araştırılmıştır.

FOM'un patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu GE %79 oranında engellemiştir. Patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini en fazla engelleyen funguslar ise GM, GE ve GF (%32-39) olmuştur. *V. dahliae*'nin patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu (%32-53) ve patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini (%22-37) engellemişlerdir. Bitkilerde dayanıklılık uyarıcı kimyasallar olan SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da FOM ve *V. dahliae*'nin miseliyal gelişmesi üzerine önemli hiçbir etkisi olmamıştır. Ancak FOM'un bitkideki hastalık şiddetini ASM 500 ppm, BABA ise 1000 ppm konsantrasyonlarda %41 ila 48 arasında azaltmışlardır. FOM'un iletim demetlerinde ilerlemesini ise yine ASM ve BABA 1000 ppm konsantrasyonda %40-43 oranında azaltmıştır. *V. dahliae*'nin patlıcan bitkilerindeki hastalık şiddetine tüm kimyasallar benzer etki yapmış ve hastalık şiddetini %22-33 arasında azaltmışlardır. Ancak *V. dahliae*'nin iletim demetlerinde ilerlemesini ASM ve BABA yaklaşık %32 oranında engellemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, Mikoriza, Dayanıklılık Uyarıcı, Patlıcan

ABSTRACT

PhD THESIS

<p style="text-align: center;">DETERMINATION OF THE EFFECTS OF MYCORRHIZAL FUNGI AND ABIOTIC INDUCERS AGAINST EGGPLANT WILT DISEASES (<i>Verticillium dahlia</i> and <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i>)</p>
--

Fadime KARA TUTAR

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

Supervisor : Prof. Ali ERKILIÇ

Year: 2014, Pages: 77

Jury : Prof. Ali ERKILIÇ

: Prof. Emine Mine SOYLU

: Assoc. Prof. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA

: Asst. Prof. Muharrem A. KAMBEROĞLU

: Asst. Prof. D. Soner AKGÜL

The efficacy of both mycorrhizal fungi (*Gigaspora margarita* -GİM, *Glomus etunicatum*-GE, *Glomus fasciculatus*-GF, *Glomus intradices*-GI and *Glomus mosseae*-GM) and resistance inducing chemicals (Salicylic acid-SA, DL-β-amino-n-butyric acid-BABA and acibenzolar-s-methyl-ASM) against *Verticillium dahliae* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, the causal agents of wilt disease on eggplant were studied.

All mycorrhizal fungi had the statistically similar reducing effects on eggplant wilt caused by *V. dahliae* (32-53%) and the progress of pathogen in vascular system (22-37%). GE reduced the wilting in eggplant caused by FOM by 79%. Pathogen progress in vascular system was reduced by GM, GE and GF (32-39%). Mycorrhizal fungi provided increase uptake of P about 9-24% , GI ve GF increased Zn uptake by approximately 130%. SA, BABA and ASM, the inducing resistance chemicals in plants, had no significant effects on mycelia development of FOM and *V. dahlia* *in vitro*. However, the disease severity of FOM in plant was reduced by ASM at 500 ppm and BABA at 1000 ppm concentration by 41% and 48%, respectively. Progress of vascular system by FOM was reduced by ASM and BABA at 1000 ppm by 40-43%. The all induce resistance chemicals had similar effects on disease severity of *V.dahliae* and were reduced by 22-33%. However, ASM and BABA reduced the disease progress in vascular system by %32.

Keywords: *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, Mycorrhiza, Induced resistance, Eggplant

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımın her aşamasında bilgi, deneyim ve fikirleri ile bana daima yol gosteren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali ERKILIÇ'a çok teşekkür ediyorum.

Çalıőmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakóltesi Bitki Koruma Bölüm Başkanlığı'na teőekkürlerimi sunarım.

Çalışmaları yaptığım dönemde Çukurova Üniversitesi Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü olan hocam Sayın Prof. Dr. N. Kemal KOÇ'a ve çalıőmalarım sırasındaki yardımları için Araştırma ve Uygulama Merkezi çalıőanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca çalıőmam sırasında emeği geçen Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA, Arő Gör. Selda KOZAK ÖZDEMİR, Zir.Yük.Müh. İffet ŐİRE ÜNSAL ve Zir.Yük.Müh. Zahide ÇINAR'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Mikorizal Funguslarla İlgili Yapılan Çalışmalar	7
2.2. Abiyotik Uyarıcılar ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE METOD	27
3.1. Materyal	27
3.2. Metod	27
3.2.1. Denemeler İçin Yapılan Ön Hazırlıklar	27
3.2.1.1. Mikorizal Fungus İnokulumunun Üretilmesi.....	27
3.2.1.2. Mikorizal Fungus Türlerinin İnokulumundaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesi.....	28
3.2.1.3. Mikorizalı Patlıcan Fidelerinin Yetiştirilmesi.....	29
3.2.1.4. Mikorizal Fungusların Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	31
3.2.1.5. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranlarının Belirlenmesi.....	32
3.2.1.6. Mikorizal Fungusların Bitki Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	34
3.2.2. Patojen İnokulasyonu ve Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi	34
3.2.2.1. Mikorizalı Fidelere <i>Verticillium dahliae</i> İnokulasyonu.....	34

3.2.2.2. Mikorizal Fidelere <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> İnokulasyonu	35
3.2.2.3. Solgunluk Patojenlerinin Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi	37
3.2.3. SA, BABA ve ASM'in <i>in vitro</i> 'da Solgunluk Patojenlerinin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	38
3.2.4. SA, BABA ve ASM'in Solgunluk Patojenlerinin Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	41
4.1. Mikorizal Fungus Türlerinin İnokulumundaki Spor Yoğunlukları.....	41
4.2. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranları	41
4.3. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerinin Gelişmesi Üzerine Etkileri	43
4.4. Mikorizal Fungusların Bitki Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkileri.....	46
4.5. Mikorizal Fungusların <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	47
4.6. Mikorizal Fungusların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	50
4.7. SA, BABA ve ASM'in <i>in vitro</i> 'da <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri	52
4.8. SA, BABA ve ASM'in <i>in vitro</i> 'da <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Miseliyal gelişmesi Üzerine Etkileri	55
4.9. SA, BABA ve ASM'in <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri.....	57
4.10. SA, BABA ve ASM'in <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	60
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Türkiye, Akdeniz Bölgesi ve Adana ili üretim bilgileri	1
Çizelge 4.1.	Mikorizal Fungusların İnokulum Ortamındaki Spor Yoğunlukları .	41
Çizelge 4.2.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Ağırlıkları ve Artış Oranları (%)	43
Çizelge 4.3.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Ağırlıkları ve Artış Oranları (%).....	45
Çizelge 4.4.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Besin Elementleri ve Artış Oranları (%).....	46
Çizelge 4.5.	Mikorizal Fungusların <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	48
Çizelge 4.6.	Mikorizal Fungusların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	50
Çizelge 4.7.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri	52
Çizelge 4.8.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri	55
Çizelge 4.9.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	58
Çizelge 4.10.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Verticillium ve Fusarium Solgunluklarının Yaprak Simptomları.....	3
Şekil 3.1.	Mikorizal Fungusların Çoğaltıldığı Mısır Bitkileri.....	28
Şekil 3.2.	Mikorizal Fungusların Topraktaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesinde Kullanılan Islak Elemeden Bir Görünüm	29
Şekil 3.3.	Screen House'da Yetiştirilen Patlıcan Bitkileri	30
Şekil 3.4.	Kök ve Yeşil Aksam Kuru Ağırlıkları Elde Etmek İçin Bitki Kısımlarının Etüvde Kurutulması	32
Şekil 3.5.	Mikorizal Kolonizasyonu Belirlemek İçin Boyanmış Kök Örnekleri ve Mikroskopta İncelemek Amacıyla Hazırlanması.....	33
Şekil 3.6.	<i>Verticillium dahliae</i> İnokulasyonu Yapılmış Patlıcan Bitkisi.....	35
Şekil 3.7.	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nın Buğday Danelerinde Üretilmesi	36
Şekil 3.8.	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> İnokulasyonu Yapılmış Patlıcan Bitkisi	37
Şekil 3.9.	Solgunluk patojenlerinin İletim Demetlerindeki Gelişmesinin Ölçülmesi	38
Şekil 4.1.	Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerinin Köklerini Kolonize Etme Oranları (%)	42
Şekil 4.2.	Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerinin Köklerinde Oluşturduğu Sporlar (10x20)	42
Şekil 4.3.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Ağırlıklarındaki Artış Oranları (%).....	44
Şekil 4.4.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Ağırlıklarındaki Artış Oranları (%).....	45
Şekil 4.5.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Besin Elementleri Artış Oranları (%).....	47
Şekil 4.6.	Mikorizal Fungusların <i>Verticillium dahliae</i> 'nın Hastalık Şiddeti ve İnfeksiyon Uzunluğunu Engelleme Oranları (%)	49

Şekil 4.7.	Mikorizal Fungusların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Şiddeti ve İnfeksiyon Uzunluğunu Engelleme Oranları (%)	50
Şekil 4.8.	Mikorizal Fungusların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Gelişimi Üzerine Etkileri	51
Şekil 4.9.	Farklı Konsantrasyonlarda SA, BABA ve ASM İçeren Ortamda <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi	54
Şekil 4.10.	Farklı Konsantrasyonlarda SA, BABA ve ASM İçeren Ortamda <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi.....	56
Şekil 4.11.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Hastalık Şiddeti ve İnfeksiyon uzunluğunu Engelleme Oranları (%)	59
Şekil 4.12.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların Uygulandığı Bitkilerde <i>Verticillium dahliae</i> 'nin Oluşturduğu Simptomlar	60
Şekil 4.13.	Dayanıklılık Uyarıcı Kimyasalların <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melongenae</i> 'nin Hastalık Şiddeti ve İnfeksiyon uzunluğunu Engelleme Oranları (%)	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

V. dahliae: *Verticillium dahliae*

FOM : *Fusarium oxysporum* f.sp.*melongenae*

AMF : Arbüsküler Mikorizal Funguslar

VAM : Vesiküler Arbüsküler Mikoriza

GIM : *Gigaspora margarita*

GE : *Glomus etunicatum*

GF : *Glomus fasciculatus*

GI : *Glomus intradices*

GI : *Glomus mosseae*

SA : Salisilik Asit

BABA : DL- β -amino-n-butirik asit-BABA

ASM : Asibenzolar-s-methyl

Ppm : Milyonda bir kısım

mg : Miligram

g : Gram

μ : Mikron

% : Yüzde

pH : Alkalilik ve Asitlik Faktörü

N : Azot

P : Fosfor

K : Potasyum

Zn : Çinko

Fe : Demir

Mn : Mangan

Cu : Bakır

G : Glomus

sp. : Tür

HCl : Hidroklorik asit

KOH : Potasyum hidroksit

1.GİRİŞ

Patlıcan dünyada ve ülkemizde insanların taze veya kurutulmuş besin olarak tüketilen önemli bir sebzedir. Patlıcan dünyada üretilen sebzeler içerisinde domates, biber ve hıyar üretiminden sonra gelmektedir. Anavatanı Hindistan'dır. Tropik Bölgelerde çok yıllık bitki özelliği gösterirken bu kuşağın dışındaki iklim kuşaklarında tek yıllıktır.

Dünya patlıcan üretimi düzenli olarak artarak 2012 yılında 48,4 milyon tona ulaşmıştır. Dünya üretiminde (48.424.295 ton) 2012 verilerine göre ilk beş sırayı 28.800.000 ton ile Çin (%59), 12.200.000 ton ile Hindistan (%25), 1.300.000 ton ile İran, 1.193.854 ton ile Mısır ve 799.285 ton ile Türkiye almaktadır (FAO, 2012).

Türkiye'de 1988 yılında 730.000 ton olan patlıcan üretimi %13,2'lik artışla 2013 yılında 826.941 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2013).

Çizelge 1.1. Türkiye, Akdeniz Bölgesi ve Adana ili üretim bilgileri (TÜİK, 2013)

Patlıcan 2013	Ekim Alanı (da)	Üretim Miktarı (Ton)	Türkiye Üretiminde payı (%)	Ortalama Verim (kg)
Türkiye	248.616	826.941		3,326
Akdeniz	75.713	366.127	44	4,836
Adana	8.190	32.012	4	3,909

Türkiye'de farklı iklim ve toprak yapısı nedeniyle birçok sebze türü yetiştirilmekte olup patlıcan da bu sebze türlerinden biridir. Türkiye şartlarında patlıcan 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 patlıcan üretimi yapılan en önemli iller Mersin, Antalya, Şanlıurfa, Hatay, Aydın, Bursa, Adana ve Samsun'dur.

Patlıcan yetiştiriciliğini etkileyen en önemli fungal hastalıklar solgunluk hastalığı, Sclerotinia çürüklüğü ve ileri dönemde küllemedir. Patlıcanda solgunluk hastalığına *Verticillium dahliae* Kleb. ve *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *melongenae* Matuo and Ishigamy fungusları neden olmaktadır (Summerel ve ark., 2001; Pegg ve Brady, 2002). Ülkemizde de Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yapılan çalışmalarda da *Fusarium* solgunluğunun varlığı ve yaygınlığı saptanmıştır (Altınok, 2006; Yücel, 1994; Delen ve Yıldız, 1982). Adana, İçel ve Antalya yörelerinde patlıcanda solgunluk hastalığının *Fusarium* sp. neden olduğu; ancak Hatay yöresinde ise etmenin büyük oranda *Verticillium* sp. olduğu, az oranda *Fusarium* sp. neden olmaktadır. (Yücel, 1994). Toprak kökenli patojen *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* % 50'ye varan verim kaybıyla ülkemiz patlıcan yetiştiriciliği açısından önemli bir sorundur (Altınok, 2005). Antalya, Mersin ve Samsun illerinde ortalama % 40, % 60 ve % 50' sinin solgunluk hastalıkları ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Antalya ili ve yöresinde *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının ortalama yaygınlık oranları % 20 olarak saptanmıştır. (Altınok ve ark., 2012).

Toprak kökenli olan hastalık 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 birlikte bulunabilen bu etmenler arasında, yeşil aksam belirtileri oldukça benzer olan *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk patojenleri için iletim demeti belirtileri daha karakteristiktir (Snyder ve Smith, 1981; Stravato ve ark., 1993). Solgunluk hastalığının belirtileri alt yapraklardan başlayarak üst yapraklara doğru ilerleyen solma ve pörsüme şeklindedir. Bitkinin odunsu dokusunun rengi bozulur, kahverengileşir. Enfekteli bitkilerde ksileme gözlenen kahverengileşme, *Fusarium* solgunluğunda floem dokusuna kadar ulaşabilirken, *Verticillium* solgunluğunda ksilem dokusuyla sınırlı kalmaktadır (Stravato vd., 1993; Altınok ve Kamberoğlu, 2005). Genç köklerden bitkiye giren *Fusarium* solgunluk etmeni, makro ve mikrokonidileriyle iletim demetlerini tıkayarak su ve besin elementlerinin taşınmasını engellemekte, alt

yapraklardan üst yapraklara doğru bitkide genel bir solgunluğa neden olmakta ve şiddetli enfeksiyonlarda bitkiyi tamamen kurutabilmektedir (Altınok, 2005).



Şekil 1.1. a. *Verticillium* solgunluğu b. *Fusarium* solgunluğu yaprak simptomu

Verticillium solgunluğu 23 °C'nin altında, *Fusarium* solgunluğu ise genellikle ortalama sıcaklığın 23 °C'nin üzerinde görülmektedir (Hillocks, 1992). *Verticillium* solgunluğu nötral veya alkali topraklarda, sınırlı yağış alan veya sulama yapılan alanlarda ve monokültür tarım yapılan alanlarda yoğun olarak görülür. Etmenin mikrosklerotları tarlada 6 yıldan uzun süre dormant olarak kalabilmektedir (Pegg ve Brady, 2002). *Verticillium dahliae* Kleb. tarafından neden olunan *Verticillium* solgunluğu çimlenme sonrası bitkide fide köklerinin kabuk dokusunda renk değişikliklerine, yumuşamaya ve çürümeye neden olur. Daha sonraki dönemlerde ise bitkide toprak yüzeyinin hemen altında sap kısmında koyu çökük kahverengi lekelere neden olur ve ileri dönemlerde özellikle ksilem iletim demetlerinde kahverengileşme ile birlikte bitkide tek taraflı bir solgunluk meydana getirmesi sonucu, bitki sararıp solar ve ölür. İletim demetlerindeki kahverengileşme karakteristiktir ve çoğunlukla

hastalığın teşhisinde kullanılır (Kirkpatrick ve Rothrock, 2001). Hastalıkla mücadelede kimyasal kontrol, kültürel önlemler ve biyolojik kontrol gibi mücadele şekillerinin yanı sıra dayanıklı çeşitler üzerinde durulmuştur. Fungisit uygulamaları kısa vadede hastalığı kontrol etse de ekonomik olarak oldukça pahalı olması, hastalığa karşı dayanıklılık riski ve kimyasal mücadelenin çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı pek tercih edilmemektedir. Bu yüzden geleneksel mücadele yöntemlerini destekleyici olarak alternatif mücadele yöntemlerin kullanılması son yıllarda araştırma konuları arasındadır (Conway ark., 1983; Sezgin, 1985; Xiao ve ark., 1998).

Fusarium solgunluğu çoğunlukla asidik, kaba bünyeli topraklarda yaygındır ve daha çok nematodlarla sinergistik olarak oluşur. Bu hastalık, yüksek sıcaklık ve yağış koşullarında yaygındır. Aşırı nem ve beslenme düzensizliği bitkiyi hastalığa duyarlı kılar. Bu nedenle 30.5 °C toprak sıcaklığının optimum olduğu bildirilmiştir (Synder ve Smith, 1981). Fungal etmen klamidospor formunda toprakta uzun yıllar canlı kalabilmektedir (Nelson ve ark., 1994). Etmen ilk enfeksiyonu kök uçlarından gerçekleştirir ve daha sonra *Verticillium*'da olduğu gibi bitki dokularına penetre olur. Üreticilerin "yarım dal " olarak isimlendirdikleri *Fusarium solgunluğu* ilk olarak genç yapraklarda ince damarlarda renk açılması şeklinde başlamakta bunu yaprakların tek taraflı sararması ve solması izler. Yaprak ölümü yaşlı yapraklardan başlar ve üst kısımlara doğru ilerler. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nın neden olduğu şiddetli enfeksiyonlar bitkinin sürgün uçlarını veya bazı dallarının tamamen kurumasına neden olmaktadır (Snyder ve Smith, 1981; Hillocks, 1992). Bu durumdaki bitkilerin vejetatif aksamı bir tarafı solmuş, kurumuş; bir tarafı sağlıklı bir görünüm sergilemektedir. Şiddetli enfeksiyonlar bitkinin tamamının veya bazı dalların kurumasına neden olmaktadır.

Solgunluk hastalıklarının kontrolünde toprak fumigasyonu ve ekim nöbeti önerilmektedir (Yücel, 1994). 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.

Mikorizalar bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak tanımlanmakta ve bitkinin mikorizal mantara karbon, mikorizal mantarın da bitkiye besin elementleri ve su sağlayarak işbirliği gerçekleştirmektedir (Smith ve Read 2008, 2011). Bitkilerin toprakta besin elementi alımları, bitki kök aktivitesi, kök yüzey alanı, rizosfer pH' sı mikoriza mantarı tarafından yönlendirilir (Marschner, 1998). AMF kök gelişimi, köklerin absorpsiyon kapasitesinin artması sonucunda besin ve su alımını, köklerde hücre yenilenmesini etkiler. Fosfor dışında, azot (N), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn), kükürt (S) ve çinko (Zn) gibi diğer besin maddelerinin alımını sağlar (Sieverding, 1991). Mikorizal funguslar bitkilerin kök sistemine kolonize olduktan sonra kök sisteminin absorbe etme yeteneğini artırır ve çözünemeyen mineralleri çözünebilir hale getirerek bitkinin alabileceği forma dönüştürürler (George ve Marschner, 1996, Özgönen, 2011) . Bitkiyi araziye aktarmadan önce fide aşamasında mikoriza ile aşılama mikorizanın etkinliğini artırmada önemli bir stratejidir (Ortaş ve Varma, 2007).

Bunun yanı sıra bitki köklerine kolonizasyonları sayesinde köklerde fiziksel bir engel oluşturarak veya biyokimyasal olarak dayanıklılık mekanizmalarını teşvik ederek bitkileri toprak kökenli hastalıklara karşı korurlar. VAM grubu mantarlar, rizosferin köke çok yakın kısımlarında bitki için patojenik özellik gösteren mikroorganizmalara karşı bitkiyi korurlar (Sieverding, 1991). Mikorizal mantarların bazıları salgıladıkları antibiyotiklerle kök civarına ulaşabilmiş hastalık organizmalarını engellerler (Biçici, 2011). Arbüsküler mikorizal fungusların köke nüfuz etmesinden sonra, köklerde tepki olarak sitokin ve gibberellin gibi hormonların üretiminde artış olmaktadır (Muchovej, 2001).

Son yıllarda, zararlılara ve hastalıklara karşı pestisit kullanımı azalmış, hedef organizmalara daha etkili, biyolojik tabanlı ürünlerin girişi, alternatif olanaklar sağlamaktadır. Bu biyolojik tabanlı ürünler bitki aktivatörleridir (Copping, L.G. ve Menn, J.J., 2000). Bitki aktivatörleri; bitkilerin doğal savunma sistemlerini aktive eden, besin maddelerinden daha iyi yararlanmalarını sağlayan, stres koşulları vb. dış etmen ve etkenlerden korunması için yardımcı olan, verim ve ürün kalitesini olumlu

yönde etkileyen doğal ve kimyasal güçlendirici, direnç arttırıcı, toprak yapısını düzenleyici özellikleri olan ve bu özelliklerden birini veya birkaçını bir arada taşıyan maddelerdir. Bitkilerde dayanıklılığın uyarıcı materyal olarak abiyotik uyarıcılar ve biyotik uyarıcılar olarak çeşitli sentetik bileşikler, bazı herbisit ve fungusitler ve UV ışınlarından başka bazı fungus, bakteri veya virüslerin avirüent streynleri ya da fungal ve bakteriyel etmenlerden elde edilen hücre duvarı ekstraktları kullanılmaktadır (Bora ve Özaktan,1998). Biyotik ve abiyotik uyarıcı (elicitör) uygulaması ile bitki patojen infeksiyonu varmış gibi tepki göstererek dayanıklılığı sonuçlayan savunma mekanizmalarını aktive etmektedir (Kuç, J., 1987). Son yıllarda sentetik uyarıcı Actigard (Benzo (1,2,3) thiabendazole-7-carbothioic asit S-methyl ester) adıyla bilinen ticari preparat bitkide dayanıklılığı teşvik ederek birçok fungal ve bakteriyel hastalığa karşı kullanılmaktadır (Raupach ve Kloepper, 2000). Biyotik ve abiyotik uyarıcılar kullanılması sonucu bitkide; hipersensitif reaksiyonlar, lignifikasyon, patojenite ile ilgili proteinlerin teşvik edilmesi, fitoaleksinin sentezinin artışı sağlanır.

Bu çalışmada dayanıklılığı teşvik edici kimyasalların *in vitro*'da solgunluk patojenlerinin miseliyal gelişmesi, mikorizal fungusların patlıcan bitkisinde bitki gelişimi ve kök kolonizasyon oranlarının, mikorizal fungusların solgunluk patojenlerinin hastalık oluşturması ile dayanıklılık teşvik edicilerin mikorizal fungus kolonizasyonuna ve solgunluk patojenlerinin hastalık oluşturması üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Mikorizal Funguslar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Marschner (1993) mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin kök üstü aksamlarında Zn konsantrasyonunun infekte edilmeyenlere oranla yüksek olduğunu ve ayrıca infekte edilmemiş bitkilere oranla da Zn noksanlığına karşı daha az duyarlı olduklarını belirtmiştir. Ayrıca mikoriza mantarının toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementleri özellikle de fosforu kontrollü koşullar altında 3-5 kat arttırdığını bildirmiştir.

Matsubara ve ark. (1995) *Glomus etunicatum* (GE) ve *Gigaspora margarita* (GIM) mikorizal fungus türlerinin patlıcan bitkisinin gelişimine ve toprak kökenli fungal patojen *Verticillium dahliae* üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bitkiler, GE ve GIM için sırasıyla 1000 ve 100 spor/g inokulum ile inokule edilerek ve kolonizasyonundan 4 hafta sonra, 50-100 propagul.g-1 toprak oranında *V. dahliae* ile bulaşık tarlaya şaşırtılmıştır. Şaşırtmadan 8 hafta sonra yapılan değerlendirmelerde, GE ve GIM uygulamalarında sırasıyla bitki boyunun % 27.2 ve % 24.7, yaprak sayısının % 28.9 ve % 22.6 ve gövde çapının % 9.4 ve % 11 oranlarında arttığı gözlenmiştir. Patlıcan bitki köklerinde mikorizal fungus kolonizasyonu uygulamadan 10 hafta sonra GE ve GIM için sırasıyla % 48 ve % 40.2 oranında olmuştur. VAM fungus inokulasyonu *V. dahliae*'nin hastalık görünümü kontrole oranla azalmış veya geciktirilmiştir. Bitkilerin tarlaya dikilmesinden 10 hafta sonra, kontrol bitkilerinde *Verticillium* infeksiyon oranı % 100'e ulaşırken bu bitkilerin % 70'ten fazlasında solgunluk görülmüştür. GE, GIM'ya oranla hastalık şiddetini daha etkili bir şekilde azaltılmış ve hastalık şiddeti bu uygulamalar için sırasıyla % 30 ve % 45 oranında olmuştur.

Marschner (1995) tarafından VAM grubu mantarların (Endo mikoriza) buğday, mısır, soya, tütün, şeker kamışı, elma, orkide v.b. birçok kültür bitkileri hifleri aracılığıyla simbiyotik yaşam kurmak suretiyle bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan başta P ve Zn olmak üzere birçok besin elementlerini taşıdığı belirtilmiştir.

Demir (1998) tarafından *Glomus intraradices*(GI)'in ayçiçeği, buğday, domates, kavun, patlıcan ve tütün olmak üzere altı farklı kültür bitkisinde bitki boyu, yaprak sayısı gibi morfolojik ve klorofil miktarı, yeşil aksamdaki şeker miktarı ve mikrobelerin elementi içeriği gibi fizyolojik kriterler gözönüne alınarak bitki gelişimine etkileri araştırılmıştır. Bunun yanında, GI'in patlıcanda *Verticillium dahliae* ile kavunda *Macrophomina phaseolina* patosistemlerinde hastalık üzerine etkileri incelenmiştir. En yüksek mikorizal fungus kolonizasyon oranı tütün (% 63.5) ve patlıcanda (% 51.2) belirlenmiştir. GI, patlıcan, kavun ve tütün bitkilerinin gelişimini önemli düzeyde teşvik etmiştir. Özellikle, patlıcan ve kavunda boy ortalaması farkları kontrole oranla sırasıyla 22 ve 9.9 cm olmuştur. GI, patlıcanda *V. dahliae* ve kavunda *M. phaseolina*'nın hastalık şiddetini sırasıyla % 41 ve % 58 oranında azaltmış ve patojenlerin inokulum oluşturma yeteneklerini sınırlandırmıştır.

Demir ve Onoğur (1999) tarafından mikorizanın bitkinin yararlanamayacağı çözünebilirliği az veya yetersiz durumdaki besin elementlerini, özellikle fosforu absorbe etmekte ve bitkiye kazandırdığını; konukçu bitkinin, toprak fungusları ve nematodlara karşı dayanıklılığını artırdığını, daha iyi beslenen mikorizalı bitkinin zayıf gelişen mikorizasız bitkiye nazaran obligat patojenlere karşı daha dayanıklı olabildiğini bildirilmiştir.

Pozo ve ark. (1999) domateste *Glomus mosseae* (GM) ve *Glomus intraradices* (GI) mikorizal fungus türleri ve *Phytophthora parasitica* inokulasyonu sonucu köklerdeki beta-1,3 glukonaz aktivitesi ve hastalık kontrolündeki rolünü araştırmışlardır. Her iki mikorizal fungusun test bitkisinde 4 haftalık kolonizasyon süresinden sonra, mikorizalı ve mikorizasız fidelere patojen inokule edilmiş ve beta-1,3 glukonaz aktivitesinin belirlenmesi için polyacrylamide jel elektroforez analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, özellikle GM ile kolonize olmuş domates kökleri ekstratlarında beta-1,3 glukonazın iki asidik formu bulunduğu ancak GI'te böyle bir durum görülmediği belirlenmiştir. Ayrıca GM ve *P. parasitica*'nın birlikte yapıldığı uygulamalarda bu enzim aktivitesinin çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla uygulamada hastalık indeks değerinin kontrole göre düşük olması, bu enzim aktivitesinin dayanıklılıktaki rolü olduğunu gösterdiği ifade edilmiştir.

Çığşar ve ark. (2000) tarafından yapılan araştırmada sera hıyar yetiştiriciliğinde VA mikorizanın bitki büyümesine ve besin maddeleri (P,Zn ve Mn) alımı üzerine etkileri incelenmiştir. Yayla F1 çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada sterilize edilmiş ve edilmemiş 1:1:1 (çiftlik gübresi:bahçe toprağı:dere kumu) harcına *Glomus mossea* ve *Glomus fasciculatum* karışımları (10 g/bitki) ekimden önce hıyar dohumlarının ekim derinliğinden 5 cm aşağıya inoküle edilmiştir. VA mikorizanın bitki gelişimine etkilerini incelemek amacıyla 15'er gün aralıklarla bitki boyu, gövde çapı ve boğum sayısı ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca ayda bir kez sökülen bitkilerde biyomas ölçümleri ile bitkiler tarafından kaldırılan P, Zn ve Mn miktarları ile mikorizal infeksiyon oranları saptanmıştır. Araştırma sonucunda, özellikle sterilize edilmiş harca VA mikoriza eklenmesinin bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Yapılan biyomas ölçümlerinde de mikoriza ile inoküle edilen bitkilerin yaprak, gövde, kök yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı değerleri inoküle edilmeyenlerden daha yüksek bulunmuştur. Mikorizal inokülasyonun bitki büyümesine olan etkisi yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlanmıştır.

Kara ve Tilki (2001), mikorizal fungusların kök yenilenmesini teşvik ettiği, bitki büyümesini hızlandırdığı ve kimyasal gübre kullanımını azalttığını bildirmişlerdir.

Özgönen ve ark. (2001) Salisilik asit (SA) ve *Glomus etunicatum* (GE)'un domateslerde bitki gelişmesi ve solgunluk hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol)'nin infeksiyon potansiyeli üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, mikorizal fungus GE'un domates bitkisinin gelişimini teşvik ederken, bitkide hastalığa karşı dayanıklılık uyarıcı Salisilik asit (SA) ile birlikte kullanıldığında GE'un kökte kolonizasyonunun engellendiğini belirtmişlerdir. Bu mikorizal fungusun domateste solgunluk patojeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı mücadelede kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yücel ve ark. (2001) Hıyar kök çürüklüğü hastalığı (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*) ve kök-ur nematodları (*Meloidogyne incognita* ve *M. javanica*)'na karşı mikorizal fungusların (*Glomus mosseae*, *G. etunicatum* ve *G.intraradices*) etkinliklerinin belirlendiği sera ve saksı çalışmalarında, bu mikorizal fungusların hem kök-ur nematodlarına hem de patojen funguslara doğrudan etkisinin olmadığı

görülmüştür. Ancak verim değerleri incelendiğinde, mikorizal fungus uygulaması yapılmış parselden elde edilen verimin kontrole göre %18-42 oranında yüksek olduğu, solarizasyonla birlikte uygulandığında ise kontrole göre %57-72 oranında verim artışı sağladığı bildirilmiştir.

Abdel-Fattah ve Shabana (2002) arbüsküler mikorizal fungus *Glomus clarum*'un sera koşullarında *Rhizoctonia solani* tarafından neden olunan bezelye kök çürüklüğünün gelişimine etkisi araştırılmıştır. VAM fungus tarafından inokule edilen bitkilerde, patojen tarafından oluşturulan kök nekrozları ve sklerot sayısı önemli düzeyde azaltılmıştır. Ancak, patojen de mikorizal fungusun köklerdeki kolonizasyonunu düşük düzeyde azaltmıştır. Bezelye bitkilerinde, VAM fungus inokulasyonu ile fosfor ve diğer besin elementlerinin alımında bir artış sonucu, yaprak sayısı, sürgün uzunluğu, sürgün kuru ağırlığında kontrole oranla önemli düzeyde artış sağladığı bildirilmiştir.

Karagiannidis ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, domates ve patlıcan fidelerinde *Glomus mosseae*'nin kök kolonizasyonu, bitki gelişimi ve *Verticillium dahliae* tarafından neden olunan solgunluk hastalığına karşı etkinliği araştırılmıştır. *Glomus mosseae* tarafından kök kolonizasyonu patlıcanda domatese göre daha fazla olmuş ve bu oran sırasıyla % 66 ve % 49 olarak belirlenmiştir. Mikoriza uygulamaları, domates bitkisinin sürgün ve taze kuru ağırlığını ve ortalama bitki boyunu kontrole kıyaslandığında sırasıyla % 96, % 114 ve % 21 oranlarında arttırmıştır. Bu değerlerdeki artış, patlıcan bitkisi için sırasıyla % 114, % 104, % 30 oranında olmuştur. Buna karşın, *Verticillium* infeksiyonu, domates ve patlıcan bitkilerinde sürgün taze ve kuru ağırlıkta ve bitki boyunda önemli düzeyde azalma sonuçlamıştır. Bunun yanı sıra, mikorizal fungus özellikle fosfor ve azot olmak üzere diğer mikro besin elementlerinin alımını arttırdığı belirlenmiştir. Domates ve patlıcanda, mikorizal fungusun yararlı etkilerinden dolayı *Verticillium* solgunluğunun bitkilerde hastalık oluşturmasını azalttığı bildirilmiştir.

Salami (2002) mikoriza aşılmasının biber (*C. annum* L.) bitkisinin hastalık şiddetine ve büyümesi üzerine etkisini araştırmış ve Phytophthora infeksiyonundan önce biber bitkilerine uygulanan *Glomus etunicatum*'un patojenin etkisini baskıladığını ve bitki yapraklarında gelişmeyi arttırdığını bildirmiştir.

Yao ve ark. (2002) sera koşullarında *Glomus etunicatum* (GE) ve *G. intraradices* (GI) ile inokule edilmiş Goldrush ve LP89221 isimli iki mikro çoğaltılmış patates çeşidinde *Rhizoctonia solani*'ye karşı etkilerini araştırmışlardır. Bitkilerin iki hafta süreyle mikorizal kolonizasyon için bekletildiği ve iki hafta sonrasında ise patojen inokulasyonu yapıldığı denemede, inokulasyondan sonra farklı zamanlarda hastalık şiddeti, bitki ölümü, kök kolonizasyon düzeyi, bitki büyüme parametreleri, sürgünlerdeki mineral içeriği değerlendirilmiştir. Goldrush çeşidinde sadece GE inokulasyonu yapılmış bitkide hastalık şiddeti sürgün ve kökboğazında sırasıyla %60.2 ve %71.2 oranda azalmış, aksine bu azalma LP89221'de gözlenmemiştir. Goldrush çeşidinde GE veya GI ile inokulasyon sırasıyla bitkilerde ölüm oranını %77 ve %26 oranında azaltmış, LP89221'de bu önemli olmamıştır. Goldrush'ta GE sürgün taze ve kök kuru ağırlığını ve her bitkideki yumru sayısını önemli oranda arttırmış, buna karşın GI yumru sayısı artışında etkili olmuştur. Yumru sayısı ve sürgün taze ağırlığı her iki çeşitte de *R. Solani* enfeksiyonu ile önemli oranda azaltılmıştır. Ancak, *R. solani* ile enfekteli her iki çeşitte, GE inokulasyonu sonrası kontrole kıyasla daha yüksek oranda yumru taze ağırlığı sağlanmıştır. *R. solani* ile enfekteli her iki çeşitte GE ve GI kök taze ağırlığını kontrole oranla sırasıyla %140.3 ve %76.5 oranında arttırmıştır. Her iki patates çeşidi VAM inokulasyonu ve *R. solani* enfeksiyonu ile sürgündeki mineral içerik açısından farklılık göstermiştir.

Boby ve Bagyaraj (2003) *Coleus forskohlii* bitkisinde toprak kökenli patojen *Fusarium chlamydosporium* tarafından oluşturulan *Fusarium* solgunluğuna karşı *Glomus mosseae*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Trichoderma viride* biyokontrol etmenlerinin etkinliğini araştırılmışlardır. Tarla koşullarında yapılan denemelerde biyolojik kontrol etmenleri tek ya da kombinasyon halinde birlikte uygulanmış olup uygulamalar kontrol bitkilere oranla bitki gelişiminde artışa neden olmuştur. Ancak, *T. viride* + *G. mosseae* uygulaması bitkilerde maksimum gelişme ve daha iyi verim sonuçlamıştır. Ayrıca kök bünyesinde bulunan ve tıp alanında kullanılan bir alkaloid olan forskolin konsantrasyonunda da artış meydana gelmiştir. Bu uygulamada bitki boyu kontrole oranla % 48.1 oranında artmış, ancak sadece *T. viride* veya sadece *G. mosseae* uygulamasında bu artış sırasıyla % 33.7 ve % 221 oranında olmuştur. Aynı

zamanda *T. viride* + *G. mosseae* kombinasyonu bu hastalığın kontrolünde en iyi sonucu vermiştir. Patojen uygulamasında hastalık şiddeti % 85.5 olarak bulunurken bu uygulamada % 33.28 oranında olmuştur.

Ortaç ve ark. (2003) mikoriza aşılmasının özellikle P düşük koşulları altında patlıcan, biber, domates büyümesini arttırdığını belirtilmişlerdir.

Harrier ve Watson (2004) AMF kullanımının biyolojik mücadele, bitki büyümesi ve beslenmesini olumlu etkilemesinin yanında, hastalıkların yönetim stratejilerinin kullanımını optimize ettiği ve çevreyle dostluğu etkili hale getirdiğini ifade edilmişlerdir. Hastalıkların kontrolünde AM funguslarının rolü, bitki, patojen ve konukçu türlerinin kombinasyonları çalışılmıştır. Farklı AM fungal uygulamalarının bitkilerin hastalanmasına neden olan *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinium*, *Verticillium*, *Thielaviopsis* ve çeşitli nematodlar gibi bitkilerin hastalanmasına neden olan patojenlerin etkilerinin azaltılmasında etkili olduğu bildirmişlerdir.

Idoia ve ark. (2004), biber bitkisinde toprak kökenli bir patojen olan *Verticillium dahliae*'ye karşı mikorizal fungus *Glomus deserticola*'nın etkinliğini araştırmışlardır. AMF funguslar toprak kökenli bitki patojenlerinin neden olduğu zararları düşürmüşlerdir. Sonuç olarak AMF biber gelişimi ve veriminde *Verticillium dahliae*'nin zarar verici etkisini düşürdüğü bildirmişlerdir.

Özgönen (2004) biberde kök çürüklüğüne neden olan *Phytophthora capsici*'ye karşı mikorizal funguslar, Salisilik Asit (SA) ve DL- β -Amino-n-Butirik Asit (BABA)' in etkinliğini belirlemek ve mikorizal funguslar ile kimyasal uyarıcıların *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık sağlamasında bir fitoaleksinin olan kapsidiolun rolünü araştırdığı çalışmada; mikorizal fungusların tohum ekimiyle birlikte mikorizal inokulasyon yapılmış olan biber bitkilerinin şaşırtılmasından 4 hafta sonra mikorizal fungusların köklerde %61.3-%68.1 arasında değişen oranlarda kolonize oldukları belirlemiştir. Saksı koşullarında test edilen tüm mikorizal türlerin bitki boyunu %23.4-31.7 oranında arttırdığı; sürgün, kök taze ve kuru ağırlığının artmasında *G.etunicatum*, *G. fasciculatum* ve *Gigaspora margarita* türlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Sera denemelerinde *G. fasciculatum*'un kontrole kıyasla %22 oranında verim artışı sağladığı belirlenmiştir. *G.mosseae*'nin saksı, sera ve tarla

denemelerinde *P. capsici*'nin hastalık şiddetini sırasıyla %91.7, %43.0 ve %57.2 düşürdüğü belirtilmiştir. Mikorizal funguslardan *G. mosseae*, kimyasal uyarıcılardan SA ve BABA'in yaprak uygulamaları kapsidiol miktarını kontrole göre önemli düzeyde arttırdığı ve kapsidiolün, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıkta önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir.

Hao ve ark. (2005) mikorizal fungus *Glomus etunicatum* ile inokule edilmiş hıyar fidelerinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*'a karşı etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacıların yürüttükleri sera çalışmasında, tohum ekimi ile birlikte AM fungus inokulasyonu yapılmış ve hastalık inokulasyonundan 28 gün sonra yapılan değerlendirmelerde hastalık indeksi ve şiddeti azalmıştır. Mikorizal fungus kolonizasyonu hıyar tohumlarındaki fosfor konsantrasyonunu arttırmıştır. Mikorizalı fidelerde yapılan analizde, polifenol oksidase aktivitesi ve proline konsantrasyonu daha yüksek olmuş fakat malondialdehit mikorizasız fidelerden daha düşük bulunmuştur. Bu da AMF inokulasyonunun *F. oxysporum* zararının azalmasına neden olduğunu ve membran geçirgenliğini korunmasını sağladığını göstermektedir. Sonuçta mikorizal fungus bitkinin sekonder metabolizmasını etkileyerek hıyar fidelerinde hastalığa dayanıklılığı arttırmış dolayısıyla biyolojik kontrol ajanı olarak potansiyel olduğunu belirtilmiştir.

Oyetunji ve Osonubi (2005), tropik topraklarda yarı kontrollü sera koşullarında arbuskular mikorizanın (*Glomus mosseae*, *G. etunicatum* ve her ikisinin karışımı) chilli biberin üretimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında her uygulamada 10 g inokulum kullanmışlar ve *G. etunicatum*'un biberin meyve ve çiçeklenme potansiyelini arttırdığı gibi biomas üretimini de geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Petit ve Gubler (2006) kontrollü koşullar altında *Vitis rupestris* asma türünde kara bacak hastalığına neden olan fungal patojen *Cylindrocarpon macrodidymum*'a karşı AMF *Glomus intraradices*'in etkinliğini araştırmışlardır. Bu amaçla, önceden *G. intraradices* ile inokule edilen ve edilmeyen asma bitkisinin kökleri *C. macrodidymum* patojeni ile inokule edilmiştir. Patojen uygulamasını takiben 8 ay içerisinde hastalık şiddeti, bitki gelişimi ve mikorizal kolonizasyon değerlendirilmesi yapılmıştır. Mikorizalı bitkilerde, diğer bitkilere göre önemli düzeyde daha az kök ve

yaprak semptomlarının oluştuğunu gözlemişlerdir. Patojen fungus ile inokule edilen mikorizasız bitkiler, kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında, bu bitkilerde daha az kuru kök ve yaprak ağırlıkları kaydetmişlerdir. Bitkiler mikorizal kolonizasyon açısından değerlendirildiğinde ise, *C. macrodidymum* tarafından infektelenen bitkilerde % 54.5 bulunurken, kontrol bitkilerinde ise bu oran %48.3 olmuş ve mikorizal kolonizasyonun patojen inokulasyonundan etkilenmediği belirlenmiştir. Sonuçta, bitkiler *G. intraradices* ile önceden inokule edildiğinde bu bitkilerin, uygulama yapılmayan bitkilere göre hastalığa karşı daha az duyarlı oldukları rapor edilmiş ve ayrıca, bağcılık ve fidanlık alanlarında bu hastalığın önlenmesinde bitkilerin önceden bu mikorizal fungus ile inokule edilmesinin yararlı olacağı bildirilmiştir.

Mazen ve ark. (2008) 2005/2006 ve 2006/2007 sezonunda yürüttükleri tarla çalışmalarında, üç doğal rizobial izolatın M. L (R1), L. C4 (R2), T. S1 (R3), *R. leguminosarum* ICARDA 441 (R4) streyninin kültür filtratlarının potansiyel antagonistik aktivitelerini ve arbüsküler mikorizal fungusların (AMF) baklada çökerten ve kök çürüklük hastalıklarının biyokontrolünde kullanılma olanaklarını araştırmışlardır. Tarla çalışmaları doğal olarak *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* ve *F. solani* ile enfekteli bir alanda yürütülmüş, biyokontrol etmenleri tek veya kombine şekilde uygulanmıştır. Tüm uygulamalarda çökerten kontrole kıyasla azalmış ve R2 + AM uygulaması en etkili bulunmuştur. Her iki sezonda hastalık şiddeti oranları bu uygulama için sırasıyla %6.67 ve 8.89 olurken kontrolde %86.58 ve 83.33 olmuştur. Hastalık kontrolünde olumlu etkilerin yanı sıra test edilen rizobiaların kültür filtratlarının ve mikorizal funguslarının tek ya da kombine halde tohumlara uygulanması bitki gelişimini arttırmıştır. Her iki denemede, özellikle R2 + AM uygulaması bitkide sürgün uzunluğunu, doğal rhizobia'da kök nodulasyonunu, sürgün kuru ağırlığını ve tohum verimini arttırmıştır. Diğer yandan, özellikle *Rhizobium* izolat L. C4'nın IAA, exopolysaccharides ve chitinase üreticisi olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar bakla tohumlarının tek *Rhizobium spp.*'nin kültür filtratlarına daldırılması ve AMF ile kombinasyon halinde uygulanmasının bitki gelişimi ve verimi arttırdığını ve bakla kök çürüklük etmeninin biyokontrolünde potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Smith ve Read (2008) tarafından mikorizanın bitki kökleri ile etkin bir enfeksiyon gerçekleştirdiği zaman bitkinin su ve bazı mineral besin elementlerini özellikle de fosfor, çinko ve bakır alımını arttırdığı belirtilmiştir.

Abdel-Fattah ve ark. (2010)'nın arbüsküler mikorizal fungus (AMF) ve fasülyede *Rhizoctonia* kök çürüklüğü interaksyonunu belirlemek üzere yürüttüğü saksı çalışmalarında, AMF karışımı (Multi-VAM) süspansiyon formunda 1×10^6 spor L^{-1} konsantrasyonda $5ml L^{-1}$ su olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuçlar fasülye bitkilerindeki AMF kolonizasyonunun gelişme parametreleri, verim ve mineral besin alımını önemli düzeyde artırırken, hastalık şiddeti ve yoğunluğunu azaltmıştır. Hastalığa karşı dayanıklılıkta farklı fiziksel ve biyokimyasal mekanizmaların *R. solani*'ye karşı etkili olduğu ortaya konulmuş ve bunların besin elementi alımının artışı, bitki gelişiminde artış, hücre duvarında kalınlaşma, sitoplazmik granülasyon, fenolik bileşikler ve savunma ile ilgili enzimler gibi bazı antimikrobiyal maddelerin birikime bağlı olduğu bildirilmiştir.

Bayözen ve Yıldız (2009) çilekte (*Fragaria vesca*) sorun olan *R. solani*'nin neden olduğu hastalık şiddetine ve çilek bitkisinin gelişimine mikorizal fungusların etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada çilekte patojen oldukları bilinen biri çilekten (RsFv), diğeri domuz pıtrağından (*Xanthium strumarium* L., RsXs) izole edilmiş 2 *Rhizoctonia solani* izolatına karşı mikorizal bir preparat olan BioOrganics ile inokule edilen çilek fideleri kullanılmıştır. En yüksek hastalık şiddeti RsFv ile inokule edilen bitkilerin köklerinde % 67 olarak saptanırken, en düşük hastalık şiddeti 15BRsFv (RsFv inokulasyonundan 15 gün önce BioOrganics uygulaması) uygulamasında % 31 olarak saptanmıştır. RsXs ile inokule edilen çilek bitkilerin köklerinde de hastalık şiddeti yine yüksek olmuş ve % 77 olarak saptanmıştır. 15BRsXs (RsXs uygulamasından 15 gün önce BioOrganics uygulaması) uygulamasında ise hastalık şiddeti % 35 olmuştur. Çilek bitkilerinin yaprak ve sürgünlerinde görülen hastalık şiddeti değerlendirildiğinde ise RsFv uygulamasında % 45, RsXs uygulamasında % 40 olurken, BRsFv % 15, BRsXs % 10, 15BRsFv % 15 ve 15BRsXs % 5 olmuştur. Bu sonuçlara göre patojen uygulamasından 15 gün önce mikoriza uygulamasıyla, mikoriza ile birlikte patojen uygulaması arasında istatistiki olarak bir farklılık olduğu ifade edilmiştir. Bulgulara

göre mikoriza ile inokule edilen bitkilerin (tek başına veya *R. solani* ile birlikte) gelişimlerinin arttığı ve verim üzerine de olumlu etkilerinin olduğu gözlemlendiği belirtilmiştir.

Al-Askar ve Rashad (2010) tarafından yapılan çalışmada arbusküler mikorizal fungusların fasülyede *Fusarium* kök çürüklüğüne neden olan *F. solani*'ye karşı etkinliği saksı çalışmalarıyla ortaya konulmuştur. *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Gigaspora gigantea* ve *Gigaspora margarita* türlerinin karışımından oluşan 10^6 spor L^{-1} oranındaki süspansiyonu bitkilere uygulanmıştır. Çalışmada, sadece patojen uygulanmış bitkilerde hastalık şiddeti oranı %88.9 olurken mikorizal fungus karışımı uygulanan bitkilerde bu oran %55,6 olarak belirlenmiş ve arbusküler mikorizal kolonizasyonun kontrole kıyasla hastalık şiddetini önemli düzeyde azalttığı ortaya konulmuştur. Diğer yandan, mikorizal kolonizasyon sonucu, bitki büyüme parametreleri ve mineral besin konsantrasyonu değerlendirilmiştir. Mikorizal funguslar bitkilerde ortalama yaprak sayısı haricinde, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün, kök yaş ve kuru ağırlıklarını kontrole kıyasla arttırmıştır. Bitkilerde hastalık inokulasyonu sonrası mikorizal fungus kolonizasyonu azaltılmıştır. Mikorizal bitkilerde N, P, K ile mikrobesein elementlerinden Zn ve Mn alımı artırılmıştır. Mikorizal fungus uygulamaları sonucu bitkilerde fenolik bileşik içerikleri ve savunma ile ilişkili enzimlerin arttığı ve bu şekilde patojene karşı bir koruma sağlandığı ortaya konulmuştur.

Keskin ve ark. (2010) arbusküler mikoriza fungus (*Gigaspora margarita* and *Glomus intraradices*) uygulamalarının farklı patlıcan çeşitlerinde (Aydın siyahı, Faselis F1, Fabina F1, Topan, Vezir F1, Kemer, Uzun patlıcan 50896, Uzun patlıcan 50516, Kara patlıcan 50710 ve Pala) fide gelişimine etkisini araştırmışlardır. Yapılan sera çalışmalarında *G. margarita* uygulamasının patlıcan çeşitlerinde hipokotil uzunluğu, kotiledon genişliği, kotiledon uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaprak sayıları ve yaş kök ağırlığını artırırken, *G. intraradices* uygulaması da yaş kök ağırlığını arttırmıştır. Çeşit arbusküler mikoriza interaksyonunda, *G. margarita* Aydın siyahında hipokotil uzunluğunu, uzun patlıcan 50896'da kotiledon genişliğini, Fabina F1 ve Kemer'de kök uzunluğu ve yaprak sayısını, Uzun patlıcan 505167'da sürgün taze ağırlığını ve Topan'da kök yaş ağırlığını arttırmıştır.

Yıldız (2010) Aydın ilindeki tarlalarda doğal olarak bulunan *Glomus* sp. ve Bio Organics (*Glomus aggregatum*, *G. clarum*, *G. deserticola*, *G. intarardices*, *G. monosporus*, *G. mosseae*, *Gigaspora margarita* ve *Paraglomus brasilianum*) adlı mikorizal prepatın domates, hıyar ve biber bitkilerinde fide çıkışı ve bitki gelişimine olan etkisini değerlendirmiştir. *Glomus* sp. uygulaması domates ve hıyar bitkilerinin gelişimlerini olumlu yönde etkilemiş, ancak Bio Organics karşılaştırıldığında uygulamalar arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. *Glomus* sp.'nün kök kolonizasyon oranı hıyarda %71, domateste %72 ve biberde ise %61, Bio Organics uygulamasında ise hıyarda %47, domateste %39 ve biberde %36 olarak belirlenmiştir.

Çınar (2011) karpuzda *Fusarium* solgunluğuna (*F. oxysporum* f.sp. *niveum*) karşı mikorizal funguslar ve abiyotik uyarıcıların etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, mikorizal funguslar (*Glomus etunicatum*, *G. fasciculatus*, *G. mosseae*, *G. intraradices* ve *Gigaspora margarita*) ve dayanıklılık teşvik edici bazı kimyasalların (Salisilik Asit-SA, DL-B-amino-n-butirik asit-BABA ve asibenzolar-smethyl- ASM) karpuzda solgunluk etmeni *F. oxysporum* f.sp. *niveum*'a (FON) etkileri araştırılmıştır. Mikorizal funguslar karpuz köklerinde %66.7-100 oranında kolonize olmuşlardır. Bitki gelişimini en fazla teşvik eden mikorizal funguslar *Gigaspora margarita* ve *G. etunicatum* olmuştur. *G. fasciculatus* ve *G. mosseae* bitki gelişmesini çok az arttırırken, *G. intraradices*'in hiçbir etkisi olmamıştır. Mikorizal funguslar, FON'un hastalık oluşturmalarını %48.4-58.1 oranında azaltmış ve en etkili mikoriza *G. margarita* olmuştur. In vitro'da FON'un miseliyal gelişmesi üzerine SA'in etkisi olmamış, ASM ve BABA ise 1000 ppm'de miseliyal gelişmeyi sırasıyla, %13 ve 25 oranında engelleyebilmiştir. Dayanıklılık teşvik edici kimyasalların FON'un hastalık oluşumu üzerine etkilerini araştırmak amacıyla saksıda yetiştirilen karpuz bitkilerine püskürtme (500 ve 1000 ppm) ve sulama suyu (100 ve 200 g/kg toprak) şeklinde uygulamalar yapılmıştır. Püskürtme ve sulama suyu ile uygulamalarda ASM hastalık oluşumunu en fazla engellemiştir. ASM püskürtme uygulamasında infeksiyonları %61.3-64.5, sulama suyu uygulamasında ise %67.7-77.4 oranında engellemiştir. SA ve BABA'in etkinliği ASM'ye oranla daha düşük olmuştur.

Fiorilli ve ark. (2011) domates bitkilerinde arbüsküler mikorizal fungus (AMF) *Glomus mosseae*'nın nekrotrofik bir patojen olan *Botrytis cinerea*'ya karşı tepkisi belirlenmiştir. Domates bitkilerinin köklerinde kolonizasyon sağlamak amacıyla *G. mosseae* ile aşılama yapılmış ve kontrol bitkilere mikorizal fungus uygulanmamıştır. Daha sonra yapraklara *B. cinerea* inokulasyonu yapılarak hastalık şiddeti belirlenmiştir. Kontrol bitkilerde %60.3 oranında hastalık şiddeti meydana gelirken mikorizal bitkilerde hastalık şiddeti %37.5' a gerilemiştir. Mikorizalı ve mikorizasız bitkilerde salisilik asit (SA), jasmonic asit (JA) ve absisik asit (ABA) hormonlarının düzeyine bakıldığında, uygulamalarda JA saptanmazken, SA içeriği bakımından bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak, istatistik olarak önemli bulunan düşük ABA içeriği mikorizalı bitkilerde tespit edilmiştir. Sonuç olarak, AMF simbiyosismi *B. cinerea* ile enfekteli domates bitkilerinde hastalık şiddetini azalmış ve duyarlılık azalmasında ABA'nın önemli bir rolü olduğu ortaya konulmuştur.

Latef ve He (2011), yaptıkları çalışmada AM mantarının, domates bitkisinin soğuğa dayanıklılığını arttırmasının yanı sıra bitkinin büyüme ve gelişmesini arttırdığını rapor etmişlerdir.

Demirbaş (2012) fertigasyonda farklı gübreleme zamanlarının ve mikoriza uygulamalarının domates ve biber bitkilerinin verimine ve besin elementi içeriğine olan etkilerini araştırmıştır. Mikorizal tür olarak *Glomus caledonium* kullanıldığı çalışmada mikoriza aşılması yapılan bitkilerin veriminin ve besin elementleri içeriklerinin mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Abo-Elyousr ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, mikorizal fungus *Glomus mosseae* ile bitkisel yağların *Ralstonia solanacearum* tarafından neden olunan bakteriyel solgunluk hastalığına karşı etkinliği *in vitro*, sera ve tarla koşullarında araştırılmıştır. *In vitro*'da, test edilen 9 adet bitkisel yağlardan, sadece kimyon, kekik, nane ve mercanköşk yağlarının *R. solanacearum*'un gelişimini inhibe ettiği belirlenmiştir. Kekik ve nane yağlarının hastalığa karşı sera ve tarla koşullarında etkinliği denenmiştir. Sera koşullarında, kekik uygulaması en yüksek hastalığı azaltıcı etki gösterdiği belirlenirken kekik ve nane karışımı bu uygulamayı takip etmiştir. Buna karşın, *G. mosseae* hastağı daha az oranda azaltmıştır. Tarla

koşullarında ise kekik yağı uygulaması hastalığı iki yıllık yapılan denemede sırasıyla %94.8 ve %97.1 oranlarında engellemiştir. Kekik ve nane yağı karışımları ise %89.5 ve %82.4 oranlarında azalmaya neden olmuştur. *G. mosseae* hastalığını azaltmada düşük oranda etki göstermesine karşın iki yıllık deneme süresince verim artışı sağlamıştır.

Hemavani ve Thippeswamy (2014) tarafından saksı koşullarında yürütülen bir çalışmada, arbüsküler mikorizal fungus *Acaulospora lacunosa*'nın yerfıstığında toprak kökenli bir patojen olan *Cercospora arachidicola*'ya karşı etkinliği test edilmiştir. Söz konusu mikorizal fungus sürgün ve kök yaş ve kuru ağırlıklarını mikorizal kolonizasyona bağlı olarak arttırmıştır. Aynı zamanda yerfıstığında bitki gelişimine bağlı olarak hastalık şiddeti azaltılmıştır.

Küçükyumuk ve ark. (2014) tarafından iki farklı çinko düzeyi (5, 10 mg/kg) ve arbüsküler mikorizal fungus *Glomus intraradices*'in hıyar bitkisinde *Pythium deliense* üzerine etkileri incelenmiştir. Bitkiler Zn, N, P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu içeriği, sürgün, kök kuru ve yaş ağırlığı ve hastalık şiddeti yönünden değerlendirilmiştir. Çinko ve mikorizal fungus uygulamaları, K ve Cu dışında bitki beslenmesi bakımından kontrole kıyasla önemli olmuştur. Bitki kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları, çinko, mikorizal fungus uygulanmış bitkilerde kontrole göre yüksek bulunmuştur. Çinko ve mikorizal fungus uygulamaları *Pythium* kök çürüklüğü baskılamada etkili olmuştur.

2.2. Abiyotik Uyarıcılar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Çökmüş ve Sayar (1991) domatestede bakteriyel benek etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı duyarlı domates bitkilerinde Salisilik asidin (SA) etkinliğini araştırmışlardır. Bu amaçla, sera koşullarında domates bitkilerine patojen inokulasyonundan önce 2 gün ara ile 7 kez SA'in farklı konsantrasyonları (0,36-1,45-3,62 ve 7,24 mM) püskürtme ve sulama şeklinde uygulanmıştır. Sera koşullarında 3,6mM SA uygulamasının kontrol bitkilerine göre hastalık şiddetini %71,7- 81 oranında azalttığı ve sulama ya da püskürtme şeklinde yapılan uygulamaların bu hastalığa karşı domates bitkilerinde aynı düzeyde direnç

oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ancak, SA'in *in vitro*'da bu belirtilen konsantrasyonlarda bu etmenin gelişimini engellemediği gözlenmiştir.

Cherif ve ark. (1992) hıyarda *Pythium ultimum*'a karşı dayanıklılığın teşvik edilmesi amacıyla silikonun kullanıldığı bir çalışmada, önce silikon besin çözeltilisiyle karıştırılarak bitkilere uygulanmış ardından patojen inokulasyonu yapmışlardır. Silikon ve patojen uygulamasından sonra patojenin bitki içerisindeki gelişimi mikroskopik olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda, silikonun bitkideki fenolik bileşiklerin birikimini teşvik ettiği ve bu bileşiklerin patojen gelişimini sınırladığı rapor edilmiştir.

Enyedi ve ark. (1992) salisilik asit (SA)'in sistemik olarak oluşan dayanıklılıktaki rolünü araştırmışlardır. Bu amaçla, yaprakları kesilerek SA solüsyonuna daldırılmış ve SA'in bitki tarafından alınması sağlanmıştır. Bitki içinde SA seviyesi TMV ile inokulasyondan sonraki SA seviyesine ulaştığı zaman, dayanıklılığın oluştuğunu ve böylece SA'in oluşan sistemik dayanıklılıktan sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Gaffney ve ark. (1993) Salisilik asit'in bitkide büyüme gelişmeyi düzenlemenin yanı sıra hastalık ve zararlılara karşı bitkinin savunma mekanizmasında sinyal görevi gördüğünü ve dayanıklılığı teşvik ettiği belirtilmiştir. Dayanıklı bitkilerde patojen saldırısına maruz kaldıklarında duyarlı bitkilere göre daha yüksek oranda salisilik asit sentezlendiği bulunmuştur.

Erzurum ve Maden (1995) yaptıkları çalışmada kavunda *Fusarium solgunluğuna* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) karşı trifluralin ve patojen olmayan *Fusarium* ırkları kullanarak dayanıklılığı teşvik etmeye çalışmışlardır. Trifluralinin ve *F. oxysporum*'un patojen olmayan iki izolatının dayanıklılığın yüksek oranda teşvik ederek hastalık çıkışını sırasıyla % 46.0, % 46.3 ve % 39.2 oranında azalttığını saptamışlardır.

Li ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada DL-3-aminobutyric acid (3-ABA) ve methyl jasmonate (MeJa) pamuk bitkisinde *Verticillium dahliae*'nin, domateste ise 3-ABA *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'sisinin neden olduğu yaprak solgunluk belirtilerini ve iletim demeti renk azalmasının etkilerini düşürmüştür. *In vitro*'da *Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum*'un miselyum

gelişimini bu iki bileşen inhibe etmiştir. Bundan dolayı domates ve pamuk bitkisinde doğal savunma mekanizmasını çalıştırdığı sonucundan 3-ABA ve Meja'ın etkisinden dolayı hastalık kontrolünde önerilmiştir. Çalışmalarda pamukta *Verticillium dahliae* ve domateste *Fusarium oxysporum*'un iletim demeti kolonizasyonu uygulama yapılmış dayanıklı bitkilerde her iki fungusta ksilemden yayılması şiddetli şekilde azalmıştı gözlendi.

Okey ve Sreenivasan (1996) yaptıkları çalışmada Kakao bitkisinde *Phytophthora palmivora*'ya karşı Salisilik asidin (SA) sistemik dayanıklılıktaki rolünü araştırmışlardır. Bunun için, SA'nin 3mM konsantrasyonu tohum, püskürtme ve toprak uygulaması şeklinde bitkilere uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, yapraktaki lezyon oranının yaprak uygulamasında %36.9, toprak uygulamasında %42.8 ve tohum uygulamasında ise %62.9 oranında azaldığı görülmüştür. Bu uygulamalar içerisinde tohum uygulamasının en etkili olduğu belirlenmiştir.

Tosi ve ark. (1998) ayçiçeği bitkilerinde mildiyö etmeni *Plasmopora helianthi*'ye karşı DL-β-amino-n-butyric asidin (BABA) etkinliğinin belirlendiği bir çalışmada, patojen inokulasyonundan 1 gün önce toprağa 150-200 mg/kg toprak oranında BABA uygulandığında bitkide %80-83 oranında koruma sağladığı, 300mg/kg toprak BABA uygulamasında ise %90'dan daha fazla bir oranda etki gösterdiği rapor edilmiştir. Ancak, bu konsantrasyonda bitkilerde fitotoksite oluştuğu gözlenmiştir. Bu kimyasal madde patojen inokulasyonundan 1 gün sonra da uygulandığında aynı şekilde bitkilerde patojene karşı koruma sağladığı görülmüştür.

Tosi ve ark. (1999) Acibenzolar-S-Metil (ASM)'in ayçiçeğinde mildiyö etmeni *Plasmopora helianthi*'ye karşı toprak ve yaprağa püskürtme şeklinde uygulamalarının bitkide dayanıklılığı teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Patojen inokulasyonundan 3 gün önce, 150 ve 200 mg/kg toprak dozda toprağa uygulanan ASM, mildiyöye karşı %80-82 oranında koruma sağlamıştır. ASM'nin yaprak uygulamalarının da yaprak infeksiyonlarını %60 oranında engellediği bildirilmiştir.

Tosi ve ark. (2000) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da, ayçiçeği mildiyö etmeni *Plasmopora helianthi*'ye karşı mikorizal fungus *Glomus mosseae* (GM), DL-β-amino-n-butyric asit (BABA) ve Acibenzolar-S-Metil (ASM)'in etkinliği araştırılmıştır. Bunun için, mikoriza uygulaması yapılmış bitkilere patojen

inokulasyonundan 1 ve 3 gün önce toprağa 50 ve 100 mg/kg toprak konsantrasyonlarında BABA ve ASM uygulanmış ve sonuçta %50-55 oranında bitkilere koruma sağladığı gözlenmiştir. Ancak, patojen inokulasyonundan 1 gün önce BABA ve ASM'nin sırasıyla 4000 ve 200 µg/ml konsantrasyonları yapraklara püskürtme şeklinde uygulandığında yaprak infeksiyonlarını %80 oranında engellemiştir.

Jakab ve ark. 2001 Basit kimyasal yapılara sahip olan aminobutirik asit izomerleri, önemli bir dayanıklılığı teşvik edici kimyasal grubu olduğunu; DL-3-amino-n-butyric asit (BABA), DL-2-amino-n-butyric asit (AABA) ve 4-amino-n-butyric asit (GABA) izomerlerinden, özellikle BABA'nın bitkilerde fungal patojenlere karşı dayanıklılığı teşvik etmede özel bir yere sahip olduğu bildirmişlerdir.

Özgönen ve ark. (2001) Salisilik asit (SA) ve *Glomus etunicatum* (GE)' un domateslerde bitki gelişmesi ve solgunluk hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopercisi* (Fol)'nin infeksiyon potansiyeli üzerine etkilerini araştırmıştır. SA, in vitro'da Fol'nin miseliyal gelişmesini 0.6 mM'dan 1.0 mM'a kadar olan konsantrasyonlarda tamamen engellemiş ve ED50 değeri 0.51 mM olarak bulunmuştur. Fol domates bitkilerini infekte etse de etmese de, GE sürgün kuru ağırlığını, sürgün uzunluğunu ve kök gelişimini arttırabilmiştir. GE tarafından kök kolonizasyonu, Fol olmadığında %62.3 ve infekteli bitkilerde %53.2 olarak belirlenmiştir. Ancak, GE ve SA'in farklı kombinasyonlarında, kök kolonizasyonu %19.1-34.2 arasında belirlenmiştir. Saksı denemelerinde, GE ve 1.0 mM SA kombinasyonu *Fusarium* solgunluğu üzerine en yüksek etkiyi göstermiş ve hastalık şiddeti %70 oranında azaltılmıştır. Sonuçlar, GE'un domates bitkilerinin büyümesini arttırdığını ve domateste *Fusarium* solgunluğuna karşı kullanılabileceğini göstermektedir. SA patojene karşı etkili olurken, GE'un kök kolonizasyonunu da olumsuz şekilde etkilediği belirtilmiştir.

Pajot ve ark. (2001) Marulda mildiyö etmeni *Bremia lactucae*'ye karşı DL-β-amino-n-butyric asit (BABA)'in etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, BABA'nın 0-10 mM konsantrasyonu patojen inokulasyonundan 1-3 gün sonra yapraklara püskürtme şeklinde uygulamışlardır. Sonuç olarak, 10 mM BABA

konsantrasyonunun mildiyöye karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ederek tamamen koruma sağlamada yeterli olduğu bildirilmiştir.

Altınok ve ark. (2002) Hastalık etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*' ye karşı patojen olmayan *Fusarium* türü (*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*) ve ticari bir preparat olan Actigard 50WG kullanılarak dayanıklılık teşvik edilmesi ile ilgili çalışmanın sonucunda kontrole oranla *F. oxy.* f. s p. *melonis* ve Actigard ' in uygulandığı bitkilerde sırasıyla % 95 ve % 93 oranında dayanıklılığın teşvik edildiği saptanmıştır. Çalışmada, patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna karşı dayanıklılığı teşvik edebilen *F. oxysporum*'un patojen olmayan bir türü olarak tanımlanmış olup bu sonucun patlıcanda fungal hastalıklara karşı ileride geliştirilebilecek biyolojik mücadele preparatları açısından ümit var olduğu belirtilmiştir.

Smith-Becker ve ark. (2003) ASM'nin kavunda fungal patojen *Colletotrichum lagenarium* ve hıyar mozayik virüsüne karşı sistemik kazanılmış dayanıklılık yoluyla koruma sağladığı bildirilmiştir. ASM, sera ve tarlada yetiştirilen fidelerde, sistemik kazanılmış dayanıklılıkta marker protein olan kitinazın sistemik birikimini teşvik etmiştir. ASM'nin 50 veya 100 µg/ml konsantrasyonları fungal patojene karşı tam bir koruma sağlamış ve sera koşullarında hıyar mozayik virüsünün yayılmasını etkili bir şekilde geciktirmiştir.

Akgül ve Canıhoş (2004) kavunda *Fusarium* solgunluğuna karşı acetochlor ve trifluralin herbisitleri kullanılarak dayanıklılığın teşviki ile ilgili yaptığı çalışmada amacıyla yaptığı çalışmada karşı acetochlor ve trifluralin PDA ortamında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'in miseliyal gelişimini inhibe edici etki gösterdiği, uygulama dozu arttıkça patojenin miseliyal gelişimi ters orantılı olarak azaldığı bildirilmiştir. Sıvı ortamda (PD) ise acetochlor patojenin miseliyal ağırlığında azalmaya neden olurken, trifluralin'in artış sağlatığı tespit edilmiştir. Saksı denemelerinde acetochlor ve trifluralinin uygulama dozlarının yarısı (168 µl/m² ve 96 µl/m²) solgunluk hastalığının oluşumunu sırasıyla %55 ve %62.4 oranında engellerken, tarla denemelerinde acetochlor ve trifluralinin 0.5 µl/g dozlar *Fusarium* solgunluğunu sırasıyla %61.1 ve %87.1 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Herbisitli bitkilerden elde edilen ekstraktlar kontrole göre patojenin çim borusu gelişimini

engellediği, uygulamalardaki en güçlü inhibasyonu yine herbisitlerin yarı dozlarının uygulandığı bitki ekstraktları sağlandığı bildirilmiştir.

Özgönen (2004) biberde kök çürüklüğüne neden olan *Phytophthora capsici*'ye karşı mikorizal funguslar, Salisilik Asit (SA) ve DL-β-Amino-n-Butirik Asit (BABA)'in etkinliğini belirlemek ve mikorizal funguslar ile kimyasal uyarıcıların *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık sağlamasında bir fitoaleksinin olan kapsidiolun rolünü araştırdığı çalışmada; Mikorizal funguslardan *G. mosseae*, kimyasal uyarıcılardan SA ve BABA'in yaprak uygulamaları kapsidiol miktarını kontrole göre önemli düzeyde arttırdığı ve kapsidiolün, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıkta önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir.

Altınok (2006) Doğu Akdeniz Bölgesi'nde patlıcanda *Fusarium solgunluk* hastalığı (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp.*melongenae* Matua and Ishigami(FOM))'nın yaygınlığı, etmenin moleküler karakterizasyonu ve bitkide hastalığa karşı dayanıklılığın uyarılması ile ilgili yaptığı çalışmada; bitkide dayanıklılık teşvik edici abiyotik (Aci benzolar-S-methyl; ASM) ve biyotik (patojen olmayan *Fusarium*) iki faktörün *Fusarium solgunluk* hastalığının gelişimine olan etkisi araştırılmış ve her iki dayanıklılık uyarıcının da hastalığın baskılanmasında etkin olduğu belirlenmiştir. FOM uygulandıktan 72 saat sonra patojen uygulamasının, kontrole göre, %75.47, ASM uygulamasının ise %67.6 oranında etki gösterdiği saptanmıştır. Arazi denemelerinde, FOM uygulaması hastalığın önlenmesinde %50.61, ASM uygulaması ise %37.65 oranında etkili olmuştur. FOM uygulamasının hastalığın baskılanmasında ASM uygulamasından daha etkin olduğu hem saksı hem de arazi denemeleriyle belirlenmiştir.

Güven (2007) dayanıklılığı teşvik edici kimyasallar, bitki ekstraktları ve kurutulmuş bitki materyallerinin *Sclerotium rolfsii* (Sacc.) tarafından neden olunan beyaz çürüklük üzerine etkilerini araştırmıştır. Biber ve yerbıstığı bitkilerinde dayanıklılığı teşvik edici kimyasallardan Salisilik asit (SA) ve DL-β-amino-n-butyric asit (BABA); bunun yanı sıra ceviz, incir, okaliptüs, yabancı karabiber ve zakkum bitkilerinden elde edilen ekstrakt ve kurutulmuş bitki materyalleri kullanılmış ve hastalık oluşumuna etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, SA, PDA ortamında patojenin miseliyal gelişimini doz artışına bağlı olarak azaltırken 300 ppm'de

tamamen inhibe ettiğini; ancak BABA'daki uygulama dozu 1000 ppm'e kadar artmasına rağmen, koloni gelişiminin bu olaydan etkilenmediği saptanmıştır.

Korkmaz ve ark. (2007) tohum ıslatma ve yaprağa püskürtme şeklinde farklı konsantrasyonlarda uygulanan Asetil salisilik asid'in (ASA), kuraklık stresine maruz bırakılan kavun fidelerine etkili olup olmadığına ilişkin bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla, önceden ASA uygulaması (0, 0.1, 0.25, 0.50 ve 1mM) yapılan 23 günlük bitkiler sera koşullarında 1 hafta süreyle kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda, her iki uygulama şeklinin de bitkileri kuraklık stresine karşı korumada bu kimyasal maddenin 0.1 ve 1 mM arasında değişen konsantrasyonlarının etkili olduğu görülmüştür.

Wu ve ark. (2009) tarafından, *In vitro*'da, karpuzda solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'a karşı uygulanan benzoic asid'in etmenin gelişimini, sporulasyonunu ve konidi çimlenmesini %100 oranında, misel kuru ağırlığını ise %83-96 arasında değişen oranlarda azalttığı bildirilmiştir. *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON) tarafından neden olunan karpuzda solgunluk hastalığının sürekli toprağın sürekli işlendiği sistemde önemli düzeyde ürün kaybına yol açtığı, fakat bitkilerin bir arada ekildiği sistemde hastalığın azaldığı bildirilmiştir.

Yılmaz ve Gül (2009) topraksız ortamda mikoriza aşılamanın Patlıcan (*Solanum melongena* L.) yetiştiriciliği üzerine etkilerini araştırdığı çalışmalarında yetiştirme ortamı olarak pomza ve mikoriza türü olarak *Glomus caledonium* kullanılmış ve 3 fosfor dozu (15, 30 ve 45 ppm) uygulaması yapılmıştır. Denemede fide gelişimi, kök infeksiyon oranı, verim ve atılan element miktarları incelenmiştir. Mikoriza ilavesi yapılmasının, dikime hazır fidelerde incelenen gelişme parametrelerini kontrole göre arttırdığı saptanmıştır. Her iki yılda da vejetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu önemli düzeyde arttığı, besin çözeltisinin P dozu arttıkça kök infeksiyonu azaldığı belirtilmiştir. Maksimum kök infeksiyon oranı birinci ve ikinci yılda sırasıyla %97.3 ve %98.3'e ulaştığı tespit edilmiştir. '+Mikoriza' uygulaması ile bitkilerin besin elementi alımı arttığı, bu durumla ters orantılı olarak drenaj ile atılan element miktarı ise azaldığı tespit edilmiştir. Mikorizanın bitkide meydana getirdiği bu etkilerin uzantısı olarak, bitki gelişimi ve verim artışı söz konusu olduğu bildirilmiştir. Pomzada patlıcan

yetiştiriciliği için '+mikoriza' uygulaması ile 15 ppm P dozunun yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. '+Mikoriza' uygulaması ile 15 ppm P dozunda kontrole (-15) kıyasla verim artışının %23'e çıkabileceği saptanmıştır.

Hao ve ark. (2010) tarafından buna yönelik yapılan bir çalışmada, çeltik ve karpuz bitkileri bir arada ekilmiş ve bu bitkilerin köklerinden salgılanan eksudatların karpuzda solgunluk patojeni FON'a karşı alelopatik etkisi belirlenmiştir. Bunun için HPLC analizleri yapılarak bitkilerin köklerinde gallic, p-coumaric, p-hydroxybenzoic, salicylic, phthalic, vanillic, syringic, ferulic, benzoic ve cinnamic asit miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, *in vitro*'da alanine'in 7 farklı (0, 5, 10, 20, 40, 80 ve 160 mg.L⁻¹) ve p-coumaric asidin 5 farklı (0, 200, 400, 800 ve 1.600 mg.L⁻¹) konsantrasyonunun patojenin miseliyal gelişmesine olan etkisini belirlenmiştir. Çalışma sonucunda karpuz bitkisinden salgılanan kök eksudatları patojenin spor çimlenmesini ve sporulasyonunu artırırken, çeltikten salgılanan eksudatlar azaltmıştır. HPLC analizlerine göre; salisilik asit, p-hydroxybenzoic asit ve phthalic asit her iki bitkinin eksudatlarında tespit edilmiş, fakat p-coumaric asit sadece çeltikte ve ferulic asitise sadece karpuzda görülmüştür. Alanin patojenin spor çimlenmesini ve sporulasyonunu artırırken, p-coumaric asit ise azaltmıştır. Sonuç olarak, çeltik kök eksudatlarının anti-fungal özelliklere sahip olduğu ve bu hastalığın kontrol edilmesinde birlikte ekim sisteminin ümit var olduğu rapor edilmiştir.

Özgönen ve Karataş (2013) Salisilik asit (SA), DL-β-amino-n Butyric Acid (BABA) and Acibenzolar-s-methyl + metalaxyl (ASM)'in *Alternaria mali*'nin *in vitro* da ve genç elma sürgünlerinde spor çimlenmesi ve miseliyal gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. SA artan konsantrasyonlarda *A. mali*'nin miseliyal gelişmesini azaltmış ve 700 ppm konsantrasyonda tamamen inhibe etmiştir. SA fungusun spor çimlenmesini 300 ppm konsantrasyonda inhibe etmiştir. BABA'in artan konsantrasyonlarda miseliyal gelişme üzerine etkisi olmamıştır. Ancak hifsel gelişme artan konsantrasyonda azalırken spor çimlenmesi 800 ppm konsantrasyonda inhibe edilmiştir. Benzer şekilde miseliyal gelişme ASM'nin artan konsantrasyonlarında azalırken spor çimlenmesi ise 500 ppm'de inhibe edilmiştir. *In vivo* testte, SA, BABA ve ASM, genç fidanlar üzerinde 100 ppm konsantrasyonda hastalık şiddetini sırasıyla %89.5, %87.6 ve %87.6 oranlarında azaltmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada bitki materyali olarak yaygın yetiştiriciliği yapılan Pala patlıcan çeşiti kullanılmıştır.

Patlıcanda solgunluğa neden olan *Verticillium dahliae* Kleb. ve *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *melongenae* Matuo & Ishigamy fungal patojenleri oluşturmuştur.

Çalışmalarda mikorizal funguslar olarak *Gigaspora margarita* (GİM), *Glomus etunicatum* (GE), *Glomus fasciculatus* (GF), *Glomus intradices* (GI) ve *Glomus mosseae* (GM) mikorizal fungus türleri kullanılmıştır.

Patojen ve hastalık oluşumu üzerine etkilerin araştırılmasında, *Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya karşı dayanıklılığı uyarmak amacıyla Salisilik asit (SA), DL-β-amino-n-butyric asit (BABA) ve Acibenzolar S-Methyl (ASM) kimyasalları kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan solgunluk patojenleri, mikorizal funguslar ve dayanıklılık uyarıcı kimyasallar Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim dalı Mikoloji laboratuvarı stoklarından sağlanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Denemeler İçin Yapılan Ön Hazırlıklar

3.2.1.1. Mikorizal Fungus İnokulumunun Üretilmesi

Saksı denemelerinde kullanılmak üzere GİM, GE, GF, GI ve GM'nin inokulum üretimi yapılmıştır.

Üretim bitkisi olarak mısır kullanılmış olup inokulum üretimi saksılarda yapılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak, 1:1 oranında toprak:torf karışımı kullanılmıştır. Önceden inokulasyon prensibine dayanarak (Schenck, 1987), beş mikorizal fungus

türünün toprak+kök+misel+spor'larından oluşan inokulumu sandviç tekniğine göre tohum ekilmeden 2-3 cm derinliğe bırakılmış ve daha sonra mısır tohumları ekilmiştir (Menge ve Timmer, 1982). Her mikorizal tür için 6 saksı olmak üzere toplam 30 saksıda üretim yapılmış olup yaklaşık 2.5-3 aylık üretim süresi boyunca bitkiler saf su ile sulanmıştır (Şekil 3.1). Üretim dönemi sonunda kök boğazı kısmından kesilerek bitki yeşil kısımları uzaklaştırılmış, saksılardaki ortam beyaz plastik küvetler içerisine boşaltılmıştır. Ortam içerisindeki kökler küçük parçalar halinde kesilerek yetiştirme ortamı ile karıştırılmış ve çalışmaların diğer aşamalarında kullanılmak amacıyla +4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Mikorizal fungusların çoğaltıldığı mısır bitkileri.

3.2.1.2. Mikorizal Fungus Türlerinin İnokulumundaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesi

Üretimi yapılan inokulumdaki mikorizal spor yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla ıslak eleme yöntemi kullanılmıştır (Gerdaman ve Nicholson, 1963). GIM, GE, GF, GI ve GM'nin inokulumundan 10 gr toprak örneği tartılarak ayrı ayrı beher glass içerisine konulmuş ve üzerine 100 ml su ilave edilmiştir. Çözelti yarım saat süreyle bir magnetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Toprak süspansiyonu toprak içerisindeki kaba materyallerin geçmesini engellemek amacıyla farklı gözenek boyutlu eleklerden (750, 250, 125 ve 53 μm 'luk elekler altta en küçük elek olacak

şekilde yerleştirilerek) geçirilmiş ve çözelti berraklaşınca kadar çeşme suyuyla toprak materyali yıkanmıştır. En alt kısımdaki elek üzerinde tutulan sporlar bir pipet yardımıyla 100 ml'lik santrüfuj tüplerine aktarılmış ve 2000 devir/dk'da birkaç dakika santrüfuj edilmiştir. Tüpün üzerindeki supernat uzaklaştırıldıktan sonra %50'lik şeker çözeltisi ile yeniden santrüfuj edilmiş ve supernat 53µm'lik elekten geçirilerek yıkanmıştır. Daha sonra bir petri kutusuna aktarılan sporlar stereo mikroskopta (40-60) sayılmış ve 10g topraktaki spor yoğunlukları her bir tür için kaydedilmiştir (Şekil. 3.2).



Şekil 3.2. Mikorizal fungusların topraktaki spor yoğunluklarının belirlenmesinde kullanılan ıslak elemenden bir görünüm

3.2.1.3. Mikorizal Patlıcan Fidelerinin Yetiştirilmesi

Fide üretimleri viyollerde yapılmış olup çalışmalarda kullanılacak patlıcan fidelerinin üretiminde yetiştirme ortamı olarak sadece makro ve mikro besin maddeleri içeren torf kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak ve torf karışımı (1:1), 121°C, 1atm basınçta otoklavda 2 kez 1'er saat süreyle steril edilmiştir. Pala patlıcan çeşiti tohumları, her viyol bölmesine bir tohum olacak şekilde ekilmiştir. Viyoller kontrollü şartlarda (25°C sıcaklık, 12+12 saat

aydınlık/karanlık koşulların sağlandığı iklim odası) muhafaza edilmiştir. Tohum ekiminden itibaren yaklaşık 2 hafta sonra bu fideler viyollerden yetiştirme ortamı olarak makro ve mikro besin maddeleri ilave edilmiş torf + Ürgüp taşı karışımı içeren plastik saksılara şaşırtılmıştır. Mikorizalı bitkilerin kullanılacağı çalışmalarda kullanılmak üzere şaşırtma işlemi sırasında, 3.2.1.2 bölümünde açıklandığı gibi spor yoğunlukları belirlenmiş olan, mikorizal fungus inokulumu 150 spor/saksı toprak olacak şekilde fide dikim çukuruna uygulanmış ve ardından fidelerin dikimi yapılmıştır. Saksılara şaşırtılan tüm fideler Ç.Ü. Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi'ndeki screen house'lara yerleştirilmiştir (Şekil.3.3).



Şekil 3.3. Screen house'da yetiştirilen patlıcan bitkileri

Bu çalışmada toplam 176 bitki kullanılmıştır. Her mikoriza türü için 16 bitki olmak üzere, toplam 80 bitki içerisinde mikorizal inokulum bulunan saksılara aktarılmış ve bu bitkilerin yarısı mikorizal fungusların bitki gelişmesi, diğer yarısı da *V. dahliae* ve FOM'nin hastalık oluşturması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca kontrol bitkileri ve dayanıklılığı uyarmak amacıyla kullanılacak SA, BABA ve ASM uygulamaları için de 96 bitki saksılara aktarılmıştır.

3.2.1.4. Mikorizal Fungusların Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Mikorizal fungusların bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi amacıyla, bitki yeşil aksam, kök yaş ve kuru ağırlıkları gibi bitki gelişiminde önemli olan parametreler incelenmiştir. Çalışmada 3.2.1.3.'de belirtildiği şekilde yetiştirilen mikorizalı bitkiler kullanılmış ve ayrıca kontrol uygulamaları yer almıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak screen house'da yürütülmüştür.

Bitki yeşil aksam ve kök yaş-kuru ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla, bitkiler saksılara şaşırtıldıktan yaklaşık 41 gün sonra hasat edilmiş ve her bitkinin yeşil aksam ve kök kısmı kesilerek birbirinden ayrılmıştır. Bu materyaller bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla laboratuara taşınmıştır. Bitki yeşil aksam ve kökleri önce çeşme suyu ile ve sonra da saf su ile yıkanmış ve bitki materyallerinin yüzeylerindeki fazla su kurutma kağıdıyla alınmıştır. Yıkanan kök örneklerinin bir bölümü mikorizal infeksiyon için, bir diğer bölümü ise; kuru ağırlık belirlenmesinde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Her bir uygulamaya ait bitkilerin yeşil aksam ve köklerinin yaş ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Yaş ağırlıkları alınan bitkilerin yeşil aksam ve kökleri kese kağıtlarına konulup etiketlenerek 65°C'da 48 saat süreyle kurutulmuş ve tartılarak yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.4).

Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve LSD çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.



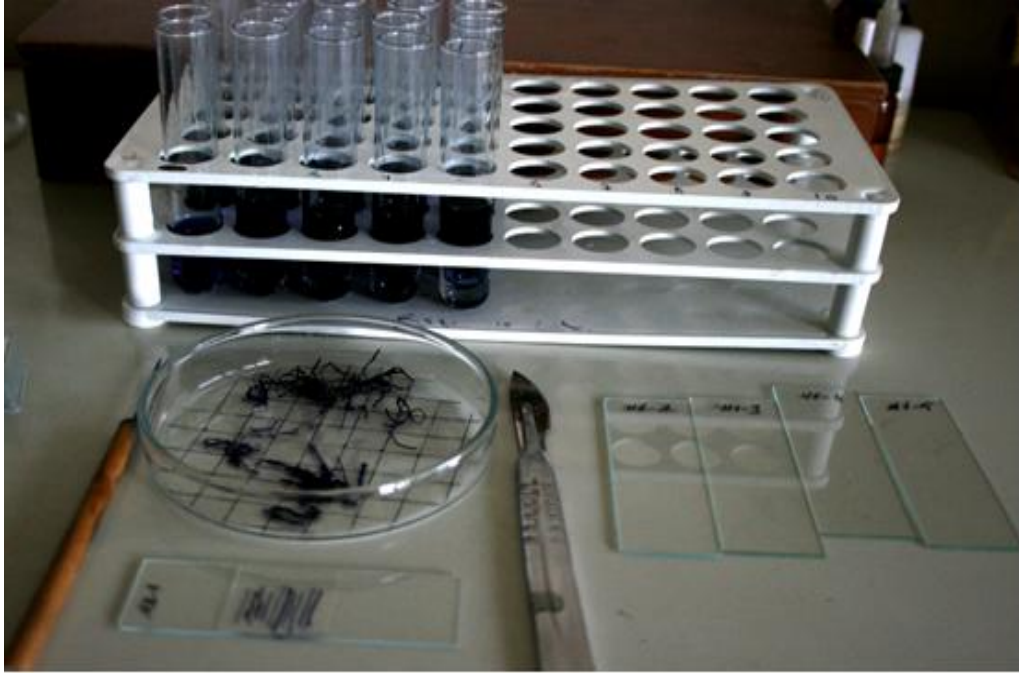
Şekil 3.4. Kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları elde etmek için bitki kısımlarının etüvde kurutulması

3.2.1.5. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranlarının Belirlenmesi

Bu bölümde GİM, GE, GF, GI ve GM mikorizal fungus türlerinin patlıcan bitkilerinin köklerindeki kolonizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yetiştirilen mikorizalı patlıcan fidelerinden elde edilen ve bölüm 3.2.1.4.'de belirtilen şekilde yıkanıp temizlenen kılcal kökler kullanılmıştır. Bitki köklerinin temizleme ve boyama işlemleri Koske ve Gemma (1989)'ya göre yapılmıştır. Bu yöntemde kökler iyice yıkanıp içindeki ölü kökler ayıklandıktan sonra kılcal kökler bir petri kabına alınarak ve 1cm uzunluğunda kesilmiştir. Kesilmiş kökler test tüplerine aktarıldıktan üzerine, köklerin yumuşamasını sağlamak amacıyla, yeterli miktarda %10'luk KOH çözeltisi eklenmiş ve 65°C sıcaklıkta yarım saat süreyle etüvde tutulmuştur. Daha sonra KOH boşaltılarak kökler saf su ile yıkanmıştır ve aynı tüplere köklerin temizlenmesini sağlamak amacıyla %1'lik HCl köklerin üzerini kapatacak şekilde ilave edilerek bir bagetle karıştırılmış ve köklerin homojenize

olması sağlanmıştır. Kökler 65°C sıcaklıkta yaklaşık 10 dakika bekletilmiş ve daha sonra HCl uzaklaştırılarak aynı tüplerin üzerine yeterli miktarda %0,1'lik Trypan Blue eklenmiş, baget ile karıştırılarak homojenize olması sağlanmış ve tekrar 65°C sıcaklıkta 10-15 dakika süreyle etüvde tutulmuştur. Son aşamada Trypan Blue dökülerek muhafaza amacıyla laktik asit ilave edilmiş ve aynı sıcaklık ve sürede etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler ayrı ayrı petri kaplarına aktarılmış ve mikroskop lamı üzerine temiz bir pens aracılığıyla taşınmış ve mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Gioannetti ve Mosse (1980) yöntemine göre incelenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Mikorizal kolonizasyonu belirlemek için boyanmış kök örnekleri ve mikroskopta incelemek amacıyla hazırlanması

Kolonizasyon oranı (%) doğru orantı ile hesaplanmıştır. % Kök infeksiyonu belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

% infeksiyon= toplam mikorizalı kök *100/toplam sayılan kök sayısı'dır.

3.2.1.6. Mikorizal Fungusların Bitki Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Mikorizal fungusların bitki besin elementleri alımı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla çalışmanın 3.2.1.4 bölümünde belirtilen 65°C’de 48 saat süreyle kurutulan bitkilerin kuru yeşil aksamaları kullanılmıştır.

Havanda öğütülen her bir örnek 0,2 g tartılarak kül fırınında 550 °C’de 5.5 saat süreyle yakılmıştır. Elde edilen kül 1/3’lük HCl ve 8 ml saf su kullanılarak filtre kağıdı yardımıyla süzülmüştür. Süzülerek elde edilen ekstraktlar fosfor (%P) kolorimetrik (Murpy ve Riley, 1962) Çinko (ppm Zn) ise ICP ile belirlenmiştir. Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve LSD çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.

3.2.2. Patojen İnokulasyonu ve Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi

3.2.2.1. Mikorizalı Bitkilere *Verticillium dahliae* İnokulasyonu

V. dahliae inokulasyonu bölüm 3.2.1.3’de belirtildiği şekilde yetiştirilen mikorizalı bitkilerin kök boğazına yakın kısımlarında yaralandırılıp PDA ortamında geliştirilen *V. dahliae* kültürü aynı miktarda toprakla karıştırılarak her bitkinin kök boğazına 5 gr/saksı olarak uygulandı. İlk uygulamadan 1 hafta sonra patates dekstroz ortamına karıştırılan *V. dahliae*’nın 5ml’lik spor süspansiyonu (10^6 konidi/ml) şırınga ile bitkinin kök boğazına uygulanmıştır. (Wildermuth ve McNamara, 1994). Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Verticilium dahliae* inokulasyonu yapılmış patlıcan bitkisi

3.2.2.2. Mikorizalı Bitkilere *F. oxysporum* f.sp. *melongenae* İnokulasyonu

Mikorizalı bitkilere FOM inokulasyonu fungusun buğdayda yetiştirilmiş inokulumu ile yapılmıştır. İnokulum hazırlamak amacıyla öncelikle buğday daneleri suda haşlanmış, haşlanan daneler süzgeçten geçirilip suyu süzildükten sonra temiz gazete kağıtları üzerinde kurutulmuş ve 500 ml'lik cam serum şişelerin içerisine, şişelerin yarısına kadar doldurulmuştur. Doldurulan şişeler steril etmek amacıyla otoklavda 121°C sıcaklık ve 1 atm basınçta 60 dakika süreyle bekletilmiştir. Sterilizasyon işleminin ardından, daneler yeterince soğuduktan sonra, petrideki PDA ortamında geliştirilmiş 1 haftalık taze FOM kültürlerinden 5 mm'lik miseliyal diskler kesilmiş ve bu disklerden her bir şişeye 3-4 adet atılarak inokulasyon yapılmıştır. FOM ile inokule edilmiş buğday daneleri içeren şişeler 24°C'de inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 3.7). İnkuvasyon süresince, 5. günden itibaren, 2 günde bir kez şişelerdeki daneler çalkalanmış ve böylece tüm danelerin homojen bir biçimde kolonizasyonu sağlanmıştır. İnkuvasyonun 21. günü sonunda tüm buğday daneleri şişelerden boşaltılıp 48 saat süreyle temiz plastik küvetlerde, çeker ocak içerisinde

havalandırılmış ve ardından kese kağıtlarına koyularak, çalışmaların diğer aşamalarında kullanılmak amacıyla 4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.7. *F. oxysporum* f.sp. *melongenae*'nın buğday danelerinde üretilmesi

FOM inokulasyonu bölüm 3.2.1.3’de belirtildiği şekilde yetiştirin mikorizalı bitkilerin kök boğazına yakın kısımlarında yara açılarak her saksı toprağına 2 g inokulum toprak içerisine karıştırılarak yapılmıştır (Wildermuth ve McNamara, 1994). Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. *F. oxysporum* f.sp. *melongenae* inokulasyonu yapılmış patlıcan bitkisi

3.2.2.3. *V. dahliae* ve FOM'un Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi

Mikorizalı bitkilere her iki solgunluk patojeninin inokulasyonundan 40 gün sonra hastalık belirtilerinin değerlendirilmesi 0-5 skalasına göre yapılmıştır Hwang ve ark. (1992)'in 0-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

- 0= Sağlıklı bitki
- 1= Yapraklarda %25'ten az solgunluk
- 2= %25-%50 solgunluk (%30 yaprak kaybı)
- 3= %50-%75 solgunluk (%60 yaprak kaybı)
- 4= %75-%100 solgunluk (%90 yaprak kaybı)
- 5= Ölü bitki şeklinde değerlendirilmiştir.

Patojenlerin semptom değerlendirmesinden 1 gün sonra screen houseda tutulan bitkiler kök boğazından kesilerek hasat edilmiş, bitkinin kök ve yeşil kısmı birbirinden ayrılmıştır. Bitkilerin gövdeleri önce bol çeşme suyu ile yıkanmış ve bu

işlemin ardından %10'luk NaOH çözeltisine daldırılarak solgunluk etmeninin iletim demetlerinde ilerlemesi (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Solgunluk Patojeninin İletim Demetlerindeki Gelişiminin Ölçülmesi

3.2.3. SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da Solgunluk Patojenlerinin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

SA, BABA ve ASM'in PDA besi ortamında *V.dahliae* ve FOM'nun miseliyal gelişimine olan etkilerini belirlemek amacıyla SA, BABA ve ASM'nin 0-250 ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiştir.

Bu amaçla, SA, BABA ve ASM'nin stok çözeltileri ve cam deney tüplerinde 10 ml hacminde PDA besi ortamı hazırlanmıştır. Ortamlar 121°C'de, 1 atm basınçta 15 dakika süreyle otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra steril edilen besi ortamları su banyosu (52°C) içerisine konularak sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır.

SA, BABA ve ASM' in stok solüsyonları steril distile su içeren şişelerde hazırlanmıştır. Her bir deney tüpü için gereken solüsyon miktarı (SA, BABA ve ASM 0-250 ppm konsantrasyonların 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250 ppm) olacak şekilde solüsyon mikropipet ile 10 ml'lik ortamlara ilave edilmiştir. Daha sonra, bu tüplerdeki ortamlar vortexte karıştırılarak 9 cm çaplı petrilere dökülmüş ve ortamların katılaşıp soğumasının ardından Bu konsantrasyonlar sağlandıktan sonra ortamlar petrilere dökülmüştür. Kontrol olarak kullanılan petrilere SA, BABA ve ASM ilavesi yapılmamıştır. Değişik konsantrasyonlarda SA, BABA ve ASM içeren ve içermeyen petrilere PDA'da

geliştirilmiş 1 haftalık kültürlerinden 5mm çapında diskler alınarak inokule edilmiş ve petri ler 24°C’de inkübe edilmiştir.

Deneme her petri 1 tekerrür olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda gelişen kolonilerin çapları ölçülerek kaydedilmiş ve elde edilen verilerin analizi yapılarak uygulamalar arasındaki istatistiksel farklar LSD testi ile ortaya konulmuştur.

3.2.4. SA, BABA ve ASM’in Solgunluk Patojenlerinin Bitkilerdeki Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

SA, BABA, ve ASM’in, *V. dahliae* ve FOM’nın bitkide hastalık oluşturmasının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan saksı denemesinde bölüm 3.2.1.3’de belirtildiği şekilde yetiştirilen mikorizasız patlıcan bitkileri kullanılmıştır.

Bitkiler saksılara dikildikten 2 hafta sonra SA, BABA ve ASM’nin 500 ve 1000 ppm konsantrasyonda hazırlanan solüsyonları el pülverizatörü aracılığıyla bitkinin yeşil aksamına püskürtülerek uygulanmıştır. Dayanıklılık uyarıcıların uygulanmasından 1 gün sonra *V. dahliae* ve FOM inokulumları bitki kök boğazı yakın olacak şekilde uygulamaları yapılmıştır. Bu uygulamalar;

V. dahliae için; PDA ortamında geliştirilen *V. dahliae* kültürü aynı miktarda toprakla karıştırılarak her bitkinin kök boğazına 5 gr/saksı olarak uygulandı. İlk uygulamadan 1 hafta sonra patates dekstroz ortamına karıştırılan *V. dahliae*’nın spor süspansiyonu (10^6 konidi/ml) 5ml olarak şırınga ile bitkinin kök boğazına uygulanmıştır. FOM için; FOM’nın buğday danelerinde hazırlanan inokulumu her saksı toprağına 2 g olacak şekilde uygulanmıştır.

Bitkiye solgunluk patojenlerinin uygulanmasından 32 gün sonra simptom değerlendirmesi 0-5 skalasına göre yapılmıştır Hwang ve ark. (1992)’in 0-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu skalaya göre;

0= Sağlıklı bitki

1= Yapraklarda %25'ten az solgunluk

2= %25-%50 solgunluk (%30 yaprak kaybı)

3= %50-%75 solgunluk (%60 yaprak kaybı)

4= %75-%100 solgunluk (%90 yaprak kaybı)

5= Ölü bitki şeklinde değerlendirilmiştir.

Patojenlerin simptom değerlendirmesinden 1 gün sonra screen houseda tutulan bitkiler kök boğazından kesilerek hasat edilmiş ve her bitkinin gövde ve diğer yeşil aksamı birbirinden ayrılmıştır. Bitkilerin gövdeleri önce bol çeşme suyu ile yıkanmış ve bu işlemin ardından %10'luk NaOH çözeltisine daldırılarak solgunluk etmeninin iletim demetlerinde ilerlemesi (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen skala değerleri üzerinden hastalık şiddeti (%) değerleri hesaplanarak varyans analizi yapılmış ve LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Mikorizal Fungusların Yetiştirme Ortamındaki Spor Yoğunluklarını Belirlenmesi

Mikorizal funguslarla yapılan saksı denemelerinde kullanılmış olan GIM, GE, GF, GI ve GM türlerinin saksıda bulunan yetiştirme ortamının spor yoğunluklarını belirlemek amacıyla, bitkiler hasat edildikten sonra her saksıdan 10 gr toprak alınarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Çizelgeden de görüleceği gibi denemelerde kullanılan mikorizal funguslardan mısır bitkisinin köklerinde en fazla kolonize olabilme ve buna bağlı olarak spor oluşturabilme yeteneği GM’da olmuş, bunu GF, GI ve GE izlemiştir. En az spor oluşumu ise GIM’da elde edilmiştir.

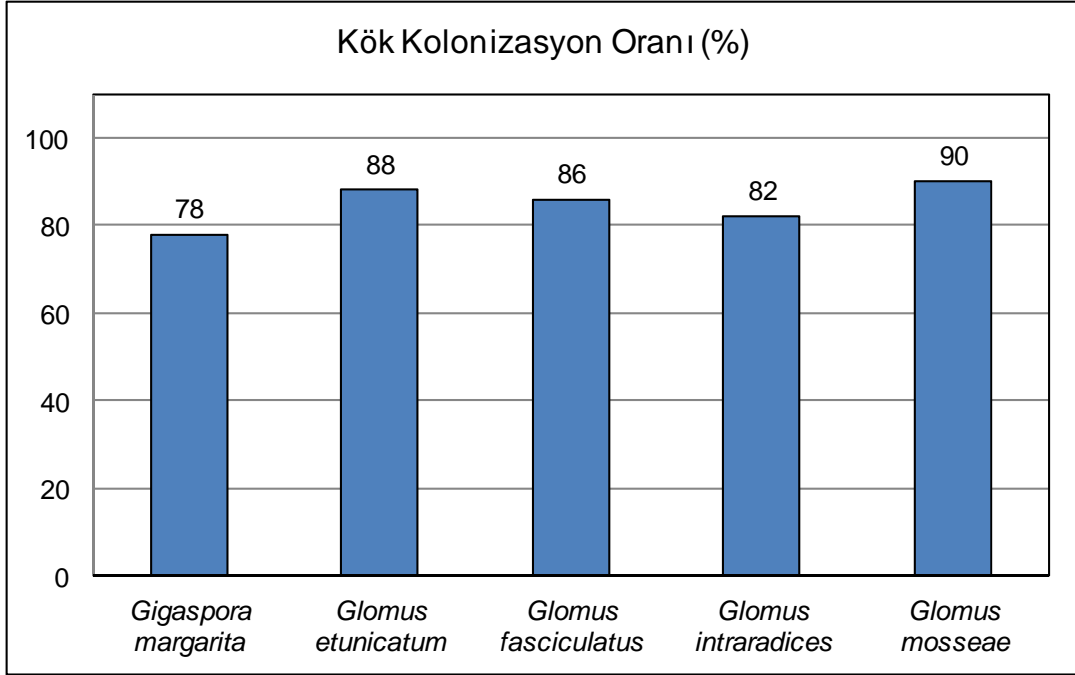
Çizelge 4.1. VAM fungusların inokulum ortamındaki spor yoğunlukları

Mikorizal Funguslar	Spor Sayısı (10 gr toprak)
<i>Gigaspora margarita</i>	39
<i>Glomus etunicatum</i>	92
<i>Glomus fasciculatus</i>	109
<i>Glomus intraradices</i>	93
<i>Glomus mosseae</i>	120

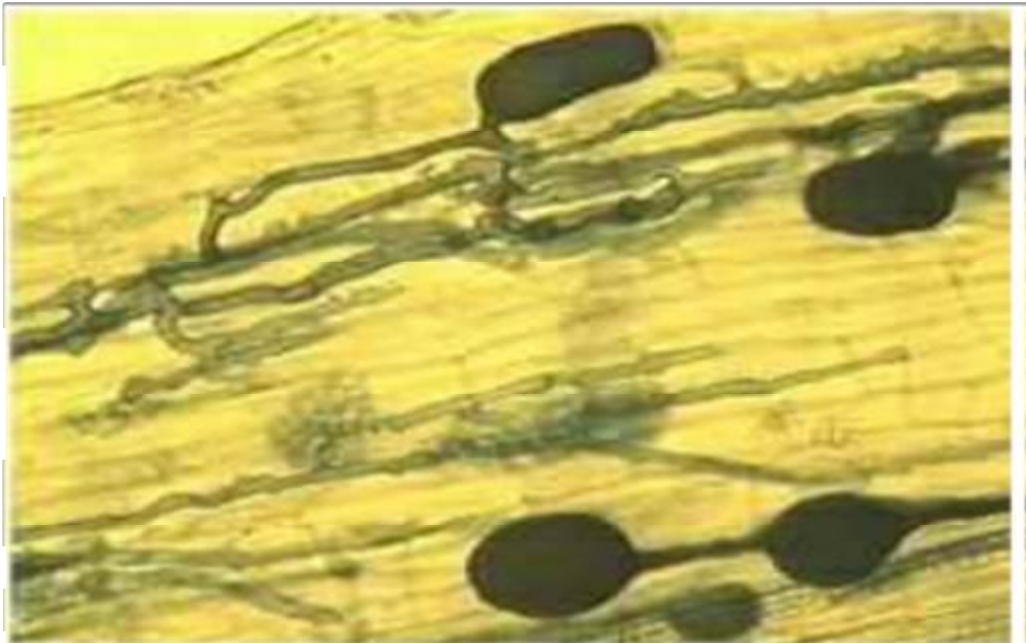
4.2. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranlarının Belirlenmesi

Mikorizal fungus GI, GF, GM, GE ve GIM’in patlıcan bitkilerinin köklerindeki kolonize olma yetenekleri mikorizal inokulasyondan 41 gün sonra değerlendirilmiş ve sonuçlar Şekil 4.1 gösterilmiştir. Mikoriza inokulasyonu yapılan bitkilerde kolonizasyon oranları %78-%90 arasında değişmiş, ancak tüm mikorizal türler istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermemişlerdir. Mikorizal funguslardan mısır bitkisinin köklerinde en fazla kolonize olabilme yeteneği GM’da olmuştur.

Ayrıca tüm mikorizal türler kökler içerisinde yoğun bir sporulasyon göstermişlerdir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Mikorizal fungusların patlıcan bitkilerinin köklerini kolonize etme Oranları(%)



Şekil 4.2. Mikorizal fungusların bitkilerin köklerinde oluşturduğu sporar

Endomikorizal funguslar özellikle Solanaceae familyasına ait bitkilerin köklerinde iyi kolonize olabilme özellikleriyle bilinmektedir. Bu bağlamda, bitkilerin iyi bir gelişme gösterebilmesi için mikorizal funguslara bağımlılıkları söz konusudur (Ortaş, 1998). Özgönen (2004), çalışmasında kullandığı 4 mikorizal fungusun köklerde %61.3- 68.1 arasında kolonize olduklarını bildirmiştir. Benzer sonuçlar Çınar (2011) 'ın çalışmasında kullandığı 5 mikorizal fungusun köklerde %66.7-100.0 arasında kolonize olduklarını bildirmiştir. Bu çalışmada kolonizasyon oranının %90'e kadar ulaşması patlıcan kolonizasyonun bazı mikorizal türlerde daha yüksek olabileceğini göstermektedir.

4.3. Mikorizal Fungusların Patlıcan Bitkilerinin Gelişmesi Üzerine Etkileri

Mikorizal inokulasyon yapılan patlıcan bitkilerinde kök kolonizasyon oranlarının yanı sıra, kök ve yeşil aksam gelişmeleri de incelenmiştir. Bu amaçla bitkilerin kök ve yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları tartılmış ve mikorizasız kontrole oranla ağırlık artışları belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.3; Şekil 4.3 ve 4.4).

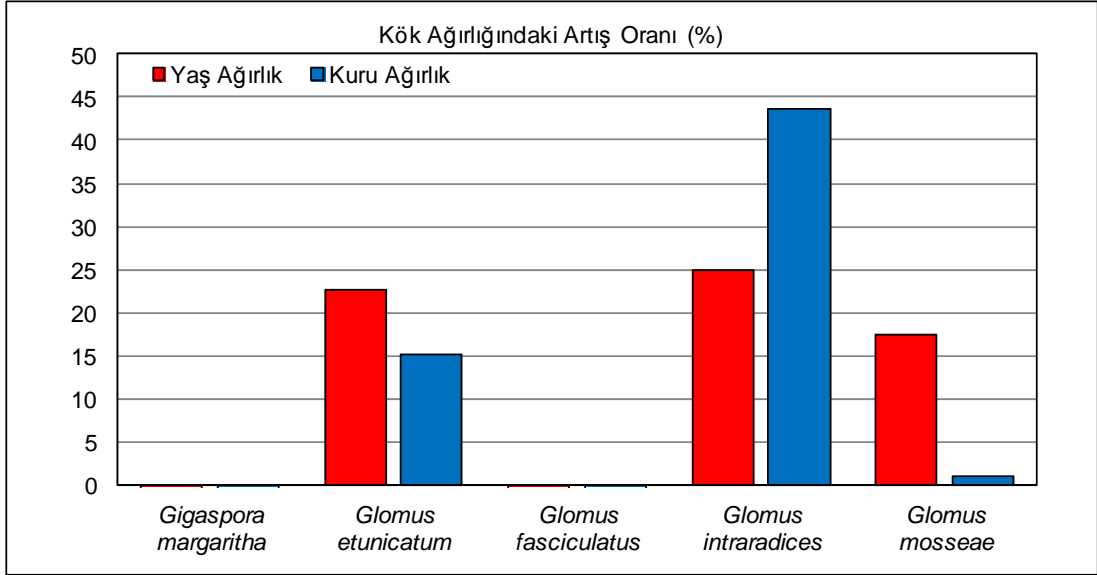
Çizelge 4.2. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin kök ağırlıkları ve artış oranları

Uygulamalar	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)
<i>Gigaspora margarita</i>	12,405 c	-5,57	1,466 c	-8,17
<i>Glomus etunicatum</i>	16,114 a	22,66	1,836 b	15,02
<i>Glomus fasciculatus</i>	11,929 c	-9,20	1,377 c	-13,73
<i>Glomus intraradices</i>	16,412 a	24,93	2,293 a	43,65
<i>Glomus mosseae</i>	15,417 ab	17,36	1,610 bc	0,88
Kontrol	13,137 bc		1,596 b	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

Çizelge 4.2'den görüleceği gibi, kök yaş ve kuru ağırlığında en fazla artış oranı GE ve GI kolonizasyonunda elde edilmiştir. GE ve GI kök yaş ağırlıklarında sırasıyla, 16,1g ve 16,4g ile %22.66 ve %24.93 oranlarında artış sağlamışlardır. Kök kuru ağırlığında GI %43.65 oranındaki artış ile en etkili mikoriza olmuştur. Kök

yaş ve kuru ağırlıkları üzerine GIM ve GF'un herhangi bir olumlu etkisi olmamıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3).



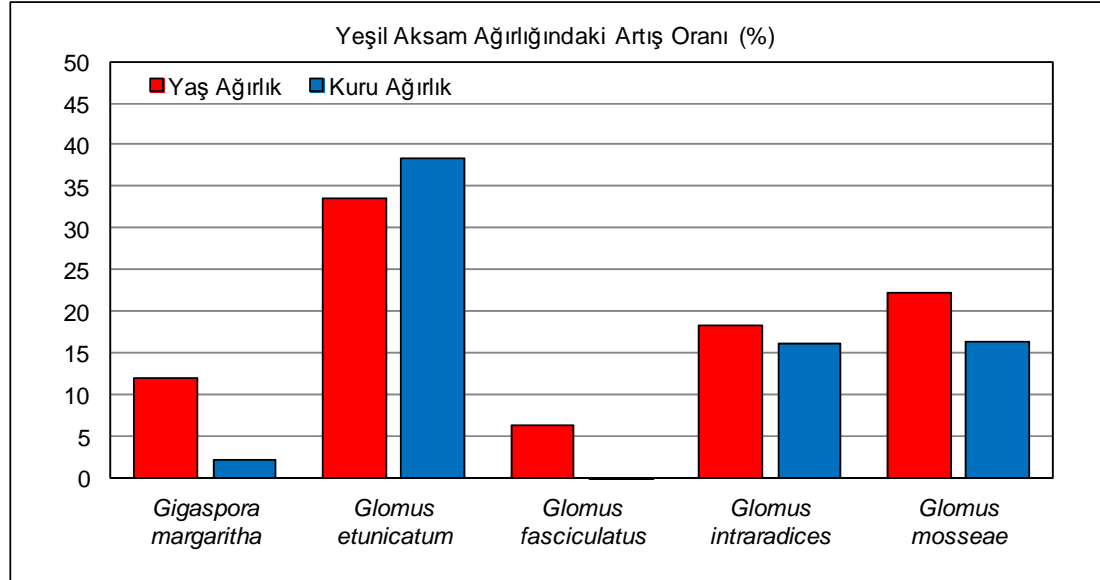
Şekil 4.3. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin kök ağırlıklarındaki artış oranları

Mikorizal fungusların yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları artışına etkisi, kök ağırlıklarına benzer olmuş, ancak artış oranı daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Çizelge 4.3'den görüleceği gibi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığında en fazla artış oranı GE, GM ve GI kolonizasyonunda elde edilmiştir. GE, GM ve GI kök yaş ağırlıklarında sırasıyla, % 33,60, 22,17 ve %18,34 oranlarında bir artış sağlamıştır. Benzer şekilde kuru ağırlık artış oranları ise %38,45 ve %16,31 ve %16,10 olarak hesaplanmıştır. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıklarına, kök ağırlıklarında olduğu gibi, GIM ve GF'nin herhangi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4).

Çizelge 4.3. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin yeşil aksam ağırlıkları ve artış oranları (%)

Uygulamalar	Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)
<i>Gigaspora margarita</i>	65,66 c	11,99	8,028 b	2,15
<i>Glomus etunicatum</i>	78,33 a	33,60	10,881 a	38,45
<i>Glomus fasciculatus</i>	62,24 c	6,16	7,854 b	-0,06
<i>Glomus intraradices</i>	69,38 bc	18,34	9,124 a	16,10
<i>Glomus mosseae</i>	71,63 ab	22,17	9,141 a	16,31
Kontrol	58,63 c		7,859 b	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.4. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin yeşil aksam ağırlıklarındaki artış oranları

Karagiannidis ve ark. (2002), benzer şekilde yürüttükleri bir çalışmada, *G. mosseae* ile infekte edilen domates ve patlıcan bitkilerinde yeşil aksam ağırlık artışının %96 ila 114 oranında olduğunu bildirmiştir. Özgönen (2004), biber bitkilerinde aynı mikorizal türün sürgün yaş ve kuru ağırlıklarını %13.9 ve 16.1 oranında arttırdığını belirtmiştir. Çınar (2011) ise, GIM, GE, GM ve GF mikorizal fungus türleri ile inokule edilmiş bitkilerde kök yaş ağırlıklarındaki artış oranları %240,6-%39,8 ve kök kuru ağırlıklarındaki artış oranları ise %102,5-%23,0 aralığında olduğunu belirtmiştir. Çınar yine aynı çalışmasında mikorizal funguslarla

inokule edilmiş bitkilerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık artışlarında da benzer sonuçlar elde etmiştir.

4.4. Mikorizal Fungusların Bitki Besin Elementleri Alımı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Mikorizal fungusların bitki besin elementleri alımı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada P ve Zn konsantrasyonları belirlenmiştir.

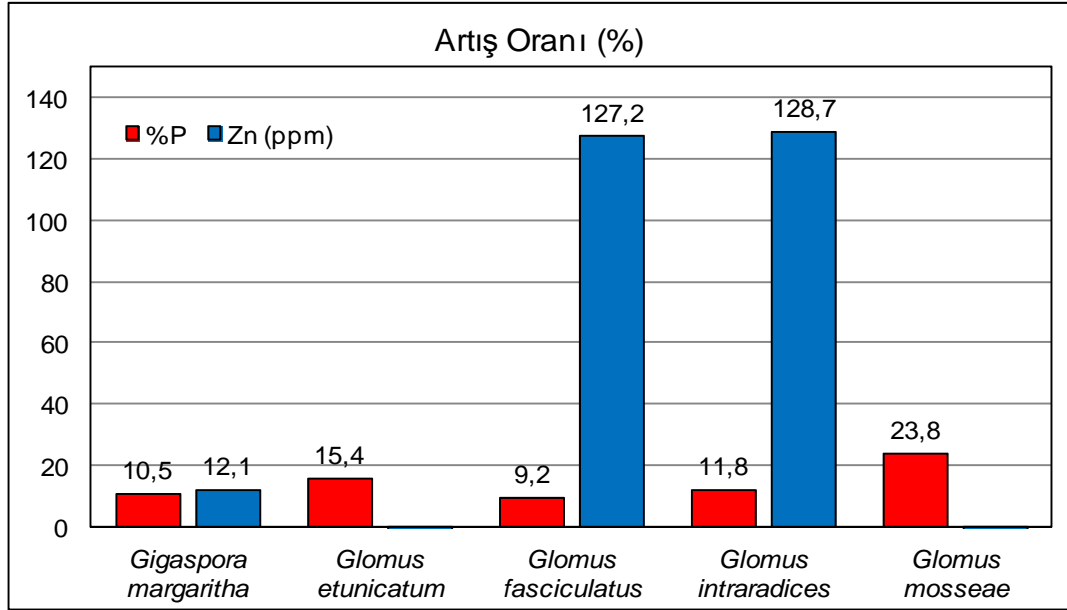
Mikorizal fungusların bitki besin elementlerinin alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, mikorizal inokulasyonun yapıldığı tüm bitkilerde %P alımını arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5).

Mikorizal funguslar patlıcan bitkilerinin P alımını %9.2 ila %23.8 arasında değişen oranlarda arttırmışlardır. Kontrol bitkilerde %P alımı değeri %0.548 iken, GM kolonize edilmiş bitkilerde bu değer %0.678'e ulaşmış ve bu uygulama fosfor alımını kontrole göre %23.8 oranında arttırmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5).

Çizelge 4.4. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin besin elementleri ve artış oranları (%)

Uygulamalar	%P	Artış Oranı (%)	Zn (ppm)	Artış Oranı (%)
<i>Gigaspora margarita</i>	0,605 b	10,5	8,7 b	12,1
<i>Glomus etunicatum</i>	0,632 ab	15,4	7,4 b	-4,6
<i>Glomus fasciculatus</i>	0,598 b	9,2	17,7 a	127,2
<i>Glomus intraradices</i>	0,612 b	11,8	17,8 a	128,7
<i>Glomus mosseae</i>	0,678 a	23,8	7,0 b	-9,7
Kontrol	0,548 c		7,8 b	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.5. Mikorizal fungus inokule edilmiş bitkilerin besin elementleri artış oranları

Mikorizal inokulasyonun Zn (ppm) alımını farklı oranlarda etkilediği belirlenmiştir. Mikorizal funguslardan GE ve GM Zn alımına herhangi bir katkı sağlamazken GF ve GI çinko alımını sırasıyla %127.2-128.7 oranlarında arttırmıştır

Bitki kökleri mikoriza mantarı ile iyi infekte oldukları zaman toprakta P ve Zn 'nun bitkilerce alınmasında belirleyici rol oynadığı rapor edilmektedir (Li ve ark., 1991). Mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin kök üstü aksamalarında Zn konsantrasyonunun infekte edilmeyenlere oranla yüksek olduğunu ve ayrıca infekte edilmemiş bitkilere oranla da Zn noksanlığında karşı daha az duyarlı olduklarını belirtilmiştir (Marschner, 1993). Tarla koşullarında mikoriza aşılamanın bitkinin P ve Zn içeriğini arttırdığı rapor edilmiştir (Ortaş ve ark. 2003, Ortaş 2010, Ortaş 2012).

4.5. Mikorizal Fungusların *Verticillium dahliae*'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

Mikorizal fungusların *V. dahliae*'nin patlıcan bitkilerinde hastalık oluşturması üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, bitkilerde oluşan solgunluk hem hastalık şiddeti (%), hem de patojenin iletim demetlerinde gelişme hızı (cm) olarak değerlendirilmiştir. Mikorizal infeksiyonun gerçekleştirildiği tüm bitkilerde *V.*

dahliae'nin hem hastalık şiddeti, hem de iletim demetlerindeki gelişmesi, mikorizasız kontrole göre azalmıştır (Çizelge 4.5, Şekil 4.6).

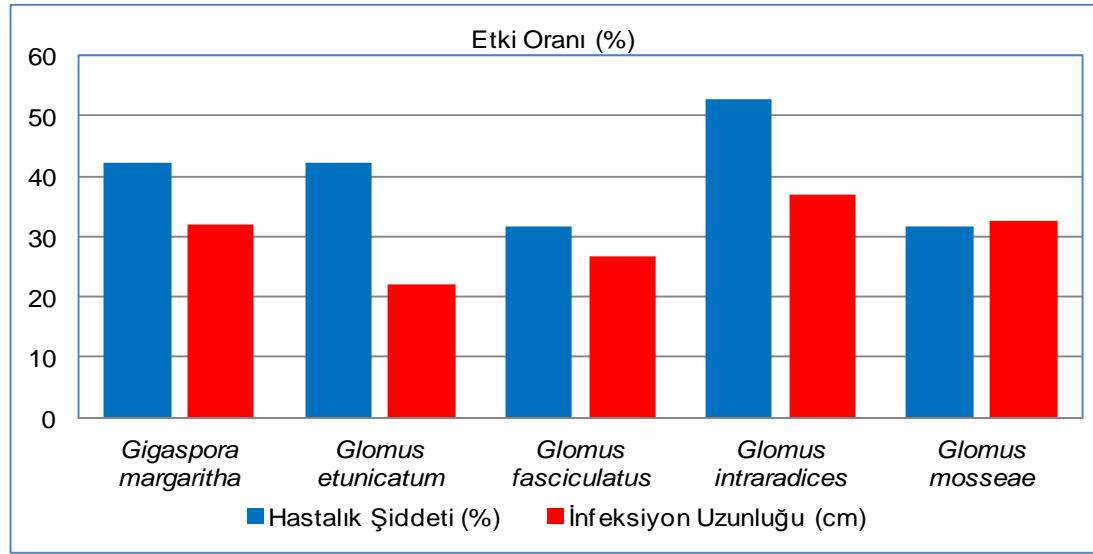
Çizelge 4.5'den de görüleceği gibi, tüm mikorizal funguslar hastalık şiddetini kontrole göre önemli ölçüde azaltmış ve istatistiksel olarak kontrolden farklılık göstermiştir. Mikorizal fungusların hastalık şiddetini azaltma oranları %31.6 ile 52.6 arasında değişmiştir (Şekil 4.6). Mikorizal türlerin hepsi istatistiksel olarak benzer etkiyi göstermiştir.

Mikorizalar aynı şekilde patojenin iletim demetlerindeki gelişmesini de benzer şekilde azaltmıştır. Burada da mikorizal funguslar istatistiksel olarak benzer etki göstermişler ve kontrole göre patojen gelişmesini önemli düzeyde azaltmışlardır. Patojenin iletim demetlerindeki ilerleyişi mikorizalar tarafından %22.1 ile 36.9 arasında engellenmiştir.

Çizelge 4.5. Mikorizal fungusların *V. dahliae*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri

Uygulamalar	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	İnfeksiyon Uzunluğu (cm)	% Etki
<i>Gigaspora margarita</i>	27,5 a	42,1	24,8 a	31,8
<i>Glomus etunicatum</i>	27,5 a	42,1	28,3 a	22,1
<i>Glomus fasciculatus</i>	32,5 a	31,6	26,6 a	26,7
<i>Glomus intraradices</i>	22,5 a	52,6	22,9 a	36,9
<i>Glomus mosseae</i>	32,5 a	31,6	24,5 a	32,6
Kontrol	47,5 b		36,4 b	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.6. Mikorizal fungusların *V.dahliae*'nin hastalık şiddeti ve infeksiyon uzunluğunu engelleme oranları

Tosi ve ark. (1993), *Plasmopara helianthi*'ye duyarlı ayçiçeği bitkilerinde *Glomus mosseae* ile inokulasyon yoluyla patojenin neden olduğu infeksiyonlarda azalma olduğunu ve bu azalmanın bitkilerde iyi bir mikorizal kolonizasyon olması sonucunda gerçekleştiğini bildirmiştir. Pflieger ve Linderman (1994) bitkilerin mikoriza ile infekteli olduklarında hastalıklardan daha az etkilendiklerini bildirmişlerdir. Matsubara ve ark. (1995) patlıcan bitkisinde *G. etunicatum* ve *G. margarita* uygulamalarının sırasıyla bitki boyunun % 27.2 ve % 24.7, yaprak sayısının % 28.9 ve % 22.6 ve gövde çapının % 9.4 ve % 11 oranlarında arttığını belirtmiştir. *GE*, *GIM*'ya oranla, *V. dahliae*'nin hastalık şiddetini daha etkili bir şekilde azaltılmış ve hastalık şiddeti bu uygulamalar için sırasıyla % 30 ve % 45 oranında olmuştur. Yücel ve ark. (2001), sera koşullarında *Glomus mosseae* (yapay kültür) ve *Glomus intraradices* (ticari preparat)'in solarizasyon sonrası dikim çukuruna uygulandığında, hıyarda kök çürüklükleri etmenleri olan *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı etki düzeylerinin sırasıyla, %65.3 ve %67.3 oranında olduğunu ortaya koymuştur. Bu etkinin ise dolaylı olarak mikorizal fungusların bitki gelişimine olumlu etkilerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Çınar (2011) ise 5 mikorizal fungus ile yaptığı çalışmada FON'un karpuzda hastalık oluşturması üzerine %25,8-58,1 arasında değişen oranlarda etki gösterdiğini belirtmiştir.

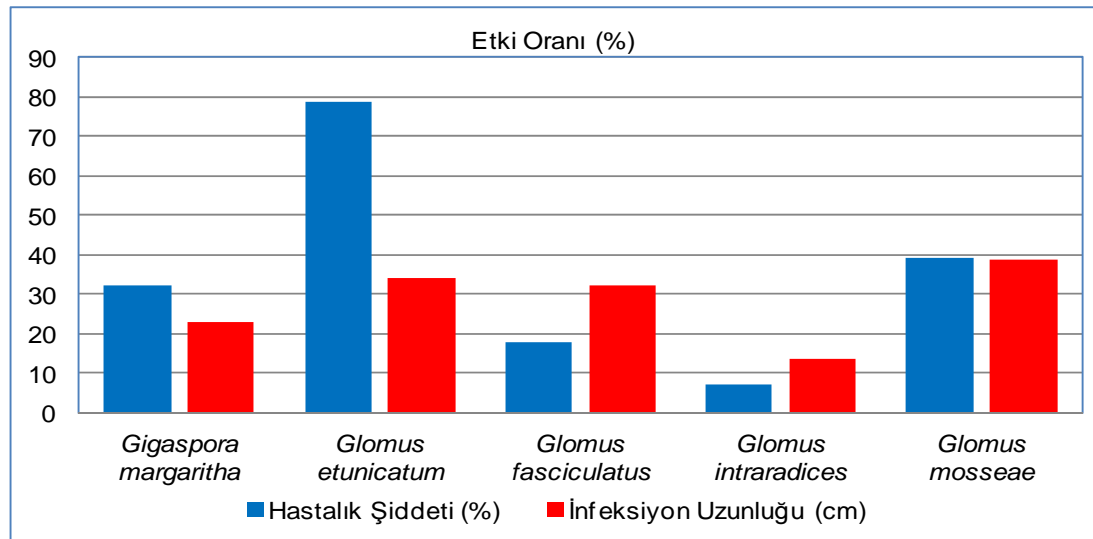
4.6. Mikorizal Fungusların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

Mikorizal fungusların FOM'nin patlıcan bitkilerine hastalık oluşturması üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, *V. dahliae*'da olduğu gibi bitkilerde oluşan solgunluk hem hastalık şiddeti (%) hem de patojenin iletim demetlerinde gelişme hızı (cm) olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.6. Mikorizal fungusların FOM'nin hastalık oluşturması üzerine etkisi

Uygulamalar	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	İnfeksiyon Uzunluğu (cm)	% Etki
<i>Gigaspora margarita</i>	47,5 b	32,1	33,6 ab	22,9
<i>Glomus etunicatum</i>	15,0 a	78,6	28,8 a	34,1
<i>Glomus fasciculatus</i>	57,5 b	17,9	29,6 a	32,3
<i>Glomus intraradices</i>	65,0 b	7,1	37,7 bc	13,7
<i>Glomus mosseae</i>	42,5 ab	39,3	26,8 a	38,6
Kontrol	70,0 b		43,7 c	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.7. Mikorizal fungusların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin hastalık şiddeti ve infeksiyon uzunluğunu engelleme oranları

Mikorizal infeksiyonun gerçekleştirildiği tüm bitkilerde FOM'nın hem hastalık şiddeti, hem de iletim demetlerindeki gelişmesi mikorizasız kontrole göre azalmıştır. Ancak hastalık şiddetini istatistiksel olarak GE önemli düzeyde engelleyebilmiştir. Kontrolde hastalık şiddeti %70'e ulaşırken GE uygulamasında bu oran %15'e kadar azalmış ve uygulamanın etkinliği %78.6 olarak hesaplanmıştır. Diğer mikorizal funguslar hastalık şiddetini %7.1-39.3 oranlarında azaltsalar da, istatistiksel olarak kontrolden farklılık göstermemişlerdir.

Mikorizal fungusların FOM'nın patlıcan bitkilerinin iletim demetlerinde gelişme hızları üzerine etkileri, hastalık şiddetine göre biraz farklılık göstermiştir. Kontrol bitkilerde infeksiyon uzunluğu 43.7cm'ye ulaşırken, GI dışındaki tüm mikorizalarda 26.8 ila 33.6cm arasında değişmiş ve bu uygulamalar istatistiksel olarak kontrolden farklılık göstermişlerdir. Patojenin iletim demetlerindeki gelişme hızını GI %13.7 oranında azaltmasına rağmen, kontrole benzerlik göstermiştir. FOM'nın iletim demetlerinde gelişme hızını en iyi engelleyen mikorizal türler GE, GF ve GM olmuş ve bu fungusların patojen gelişmesini engelleme oranları sırasıyla, %34.1, 32.3 ve 38.6 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.7).



Şekil 4.8. Mikorizal fungusların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin hastalık gelişimi üzerine etkileri (Soldan sağa GIM, GE, GM, GF, GI ve kontrol)

4.7. SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da *Verticillium dahliae*'nın Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri

Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılığı uyarıcı olarak bilinen SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da patlıcanda solgunluğa neden olan *V. dahliae*'nin gelişmesi üzerine etkileri denenmiştir.

SA, BABA ve ASM'in 0-250 ppm arasındaki konsantrasyonları *V. dahliae*'nin miseliyal gelişmesi üzerine engelleyici bir etki göstermemiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.9). Kimyasal içermeyen kontrol petrielerde patojen 29.7-33.0 mm miseliyal gelişme gösterirken, en yüksek konsantrasyon olan 250 ppm'de bile SA uygulamasında 29.8mm, BABA'de 27.7 mm ve ASM uygulamasında 38.0 mm miseliyal gelişme göstererek, kontrolden tamamen farksız olmuşlardır (Çizelge 4.7, Şekil 4.9).

Çizelge 4.7. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların *Verticillium dahliae*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri (Koloni çapı-mm)

Konsantrasyon (ppm)	SA	BABA	ASM
0	29,7 a	29,7 a	33,0 a
10	21,3 a	28,0 a	34,7 a
20	22,0 a	29,3 a	33,7 a
30	23,7 a	27,7 a	32,3 a
40	27,7 a	28,7 a	33,7 a
50	28,0 a	25,7 a	36,0 a
60	28,7 a	26,3 a	27,0 a
70	30,3 a	27,0 a	33,7 a
80	29,0 a	26,0 a	36,5 a
90	28,7 a	19,0 a	37,3 a
100	30,3 a	32,7 a	36,0 a
150	31,0 a	27,0 a	36,0 a
200	30,7 a	28,0 a	33,5 a
250	29,8 a	27,7 a	38,0 a

(*) Aynı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak aynıdır.

Özgönen (2004), SA ve BABA'in *in vitro*'da *Phytophthora capsici*'nin miseloyal gelişmesi üzerine etkilerini denediği çalışmasında, SA'in 300 ppm konsantrasyonda miseloyal gelişmeyi tamamen engellediğini, BABA'in ise 1000 ppm'de bile miseloyal gelişmeyi engelleyemediğini bildirmiştir.

Aynı kimyasalları benzer konsantrasyonlarda *Sclerotium rolfsii*'nin miseloyal gelişmesi üzerine deneyen Güven (2007), benzer sonucu bulmuőt ve SA'in 300 ppm'de tamamen inhibe edici olduğunu, BABA'in ise miseloyal gelişmeyi engellemediğini ifade etmiştir.

Buna karőtın Çökmüőt ve Sayar (1991), *Pseudomonas syringae pv.tomato*'ya karőtı SA'in domates bitkisinde hastalık şiddetini %71.7-81 oranında azalttığını, buna karőtın *in vitro*'da hiçbir etkisinin olmadığını bildirmiştir.



Şekil 4.9. Farklı konsantrasyonlarda SA, BABA ve ASM içeren ortamda *Verticillium dahliae*'nin miseliyal gelişmesi

4.8. SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da *Fusarium oxysporum f.sp. melongenae*'nin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri

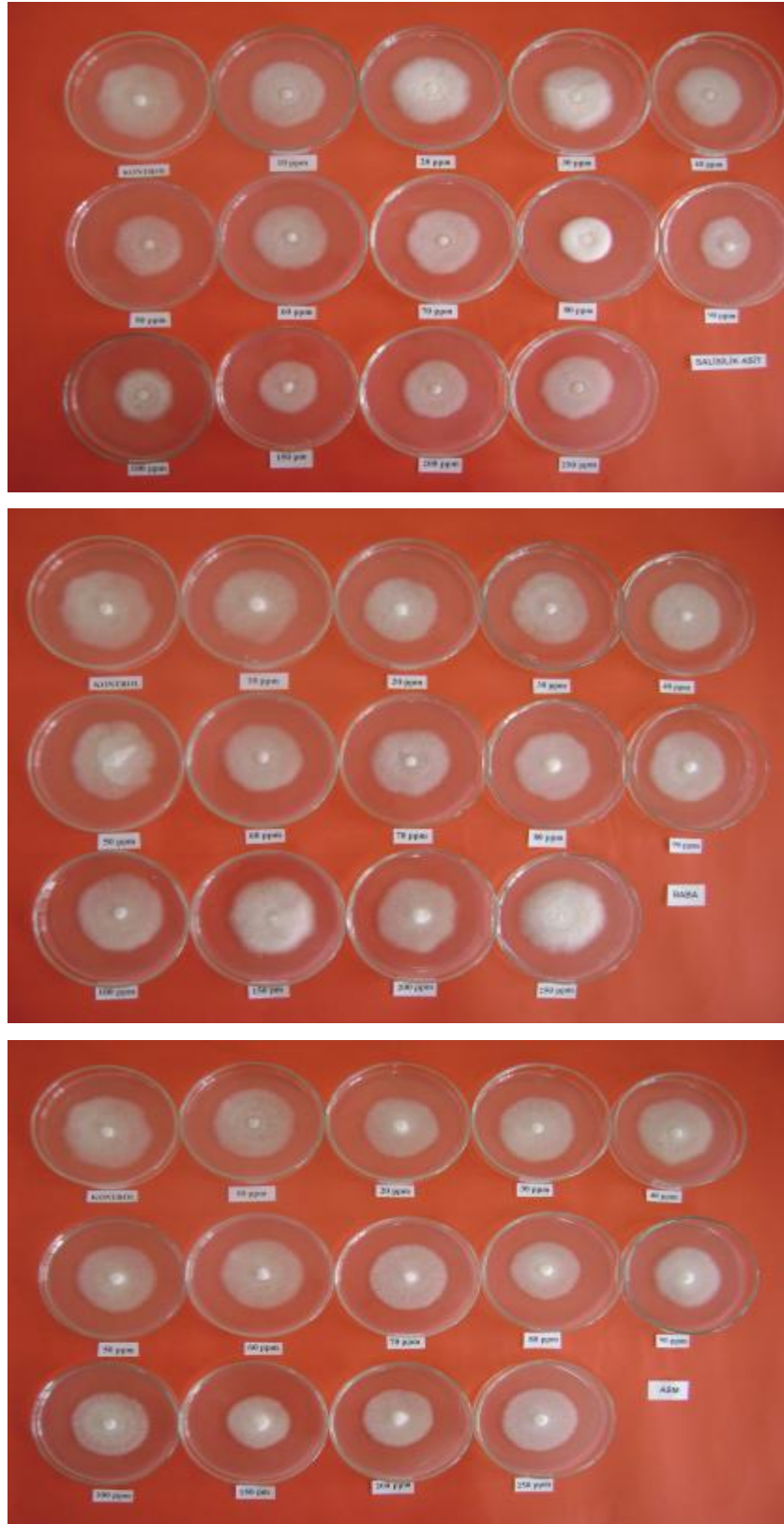
Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılığı uyarıcı olarak bilinen SA, BABA ve ASM'nin, patlıcan *Fusarium Solgunluğu*'na neden olan FOM'nin gelişmesi üzerine etkileri *in vitro*'da belirlenmiştir.

SA'in 0-250 ppm arasındaki konsantrasyonları FOM'nin miseliyal gelişmesi üzerine engelleyici bir etki göstermiş ve 80 ppm'den sonraki konsantrasyonlarda miseliyal gelişmenin istatistiksel olarak engellendiği görülmüştür. Benzer şekilde ASM uygulaması da patojenin miseliyal gelişmesini 70 ppm'den sonra azaltmış; ancak dikkate değer bir engelleme belirlenmemiştir. BABA'in ise *V. dahliae*'da olduğu gibi miseliyal gelişme üzerine engelleyici etkisi olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.10).

Çizelge 4.8. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların FOM'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri (Koloni çapı-mm)

Konsantrasyon (ppm)	SA	BABA	ASM
0	50,2 b	53,2 a	57,3 b
10	50,0 b	50,5 a	56,5 b
20	52,2 b	51,0 a	52,3 b
30	51,2 b	51,2 a	57,0 b
40	45,8 b	51,5 a	52,3 b
50	47,2 b	51,3 a	50,3 b
60	50,0 b	49,0 a	54,2 b
70	47,2 b	46,0 a	48,5 a
80	37,5 a	47,5 a	47,7 a
90	38,5 a	48,3 a	46,7 a
100	39,0 a	49,8 a	47,8 a
150	38,0 a	49,7 a	43,8 a
200	39,0 a	45,5 a	45,7 a
250	39,5 a	49,7 a	44,7 a

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.10. Farklı konsantrasyonlarda SA, BABA ve ASM içeren ortamda FOM'nın miselyal gelişmesi

Güven (2007) Biber ve yerfıstığı bitkilerinde dayanıklılığı teşvik edici kimyasallardan SA ve BABA kullandığı çalışmasında SA, PDA ortamında patojenin miseliyal gelişimini doz artışına bağlı olarak azaltırken 300 ppm'de tamamen inhibe ettiğini; ancak BABA'daki uygulama dozu 1000 ppm'e kadar artmasına rağmen, koloni gelişiminin bu olaydan etkilenmediği saptanmıştır.

Özgönen ve Karataş (2013) SA artan konsantrasyonlarda *A. mali*'nin miseliyal gelişmesini azaltmış ve 700 ppm konsantrasyonda tamamen inhibe etmiştir. SA fungusun spor çimlenmesini 300 ppm konsantrasyonda inhibe etmiştir. BABA'in artan konsantrasyonlarda miseliyal gelişme üzerine etkisi olmamıştır.

4.9. SA, BABA ve ASM'in *Verticillium dahliae*'nin Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

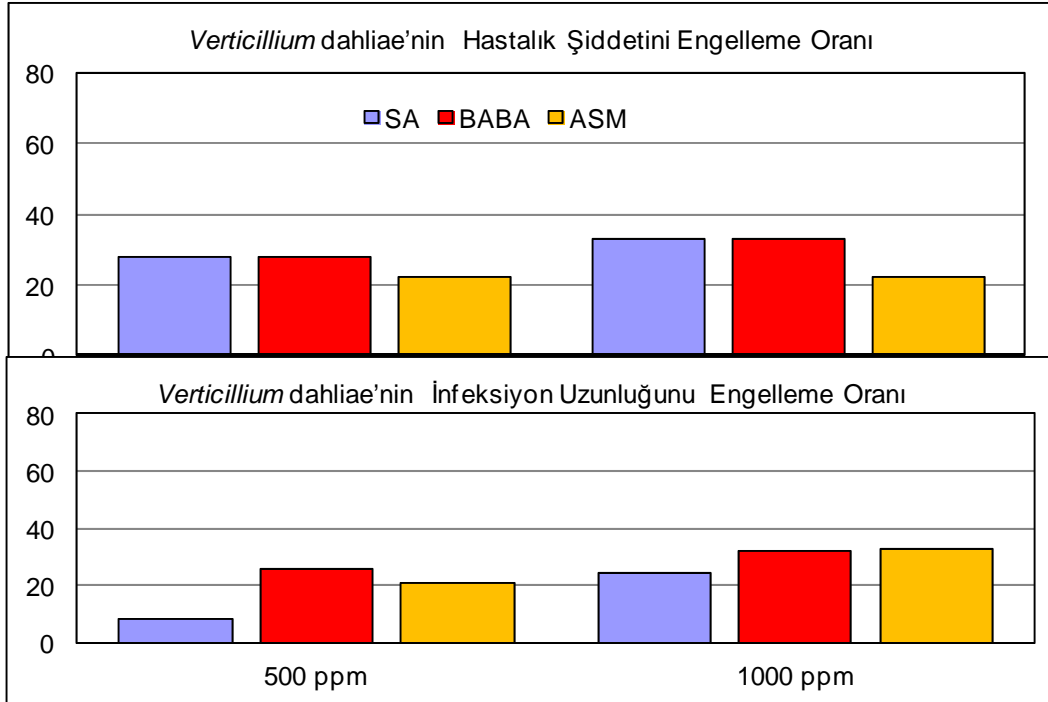
Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılık uyarıcı kimyasallardan SA, BABA ve ASM'in, patlıcan bitkisinde *V. dahliae*'nin hastalık oluşturması üzerine etkilerini testlemek için, söz konusu kimyasalların yeşil aksam uygulamaları yapılmıştır. Her 3 kimyasalın da uygulamaları 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda gerçekleştirilmiş ve bitkilerde oluşan hastalık şiddeti (%) ve patojenin bitki iletim demetlerindeki gelişme hızı (cm) değerlendirilmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.11 ve 4.12).

Çizelge 4.9. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların *Verticillium dahliae*'nin hastalık oluşturmaya üzerine etkileri

Uygulamalar		Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	İnfeksiyon Uzunluğu (cm)	% Etki
500ppm	SA	37,1 a	27,8	21,2 b	8,2
	BABA	37,1 a	27,8	17,2 ab	25,5
	ASM	40,0 a	22,2	18,3 ab	20,6
1000ppm	SA	34,3 a	33,3	17,5 ab	24,1
	BABA	34,3 a	33,3	15,6 a	32,1
	ASM	40,0 a	22,2	15,5 a	32,6
Kontrol		51,4 b		23,0 b	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

Çizelge'den de görüleceği gibi, SA, BABA ve ASM uygulanan bitkilerde, her iki konsantrasyon da kontrolden daha düşük hastalık şiddeti elde edilmiştir. Kontrol bitkilerde %51.4 hastalık şiddetinin ortaya çıktığı denemede, SA ve BABA hastalık şiddetini en fazla engellemede etkilerinin benzer olduğu gözlenmiş olup, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda sırasıyla, %27.8 ve 33.3 oranlarında hastalığı engellemiştir. En düşük etkinlik ASM uygulamasından elde edilmiş olup, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda hastalık şiddetini engelleme oranı %22.2 oranında gerçekleşmiştir. Ancak istatistiksel olarak bütün uygulamalar benzer etki göstermiş ve hepsi kontrole göre farklı olmuştur.



Şekil 4.11. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların *Verticillium dahliae*'nin hastalık şiddeti ve infeksiyon uzunluğunu engelleme oranları (%)

Patojenin iletim demetlerindeki gelişmesini en iyi azaltan BABA ve ASM'in 1000 ppm konsantrasyonları olmuş ve patojen gelişmesini sırasıyla, %32.1 ve 32.6 oranlarında engellemişlerdir.

Pek çok araştırıcı hastalıklara karşı bitkide dayanıklılık uyarıcı kimyasalların, *in vitro*'da patojenin gelişmesine etkisi görülmesi de, bitkide hastalık oluşumunu azaltmada oldukça başarılı olduklarını ifade etmektedir (Çökmüş ve Sayar, 1991; Özgönen, 2004; Güven, 2007; Hao ve ark., 2010). Ancak yüksek konsantrasyonlar bazı bitkilerde fitotoksite yaratabilmektedir (Tosi ve ark., 1998). Bu çalışmada dayanıklılık uyarıcı kimyasalların, *in vitro*'da patojen gelişmesini engellemese de, bitkide hastalık şiddetini azalttığı görülmüştür.



Şekil 4.12. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların uygulandığı bitkilerde *Verticillium dahliae*'nin oluşturduğu simptomlar

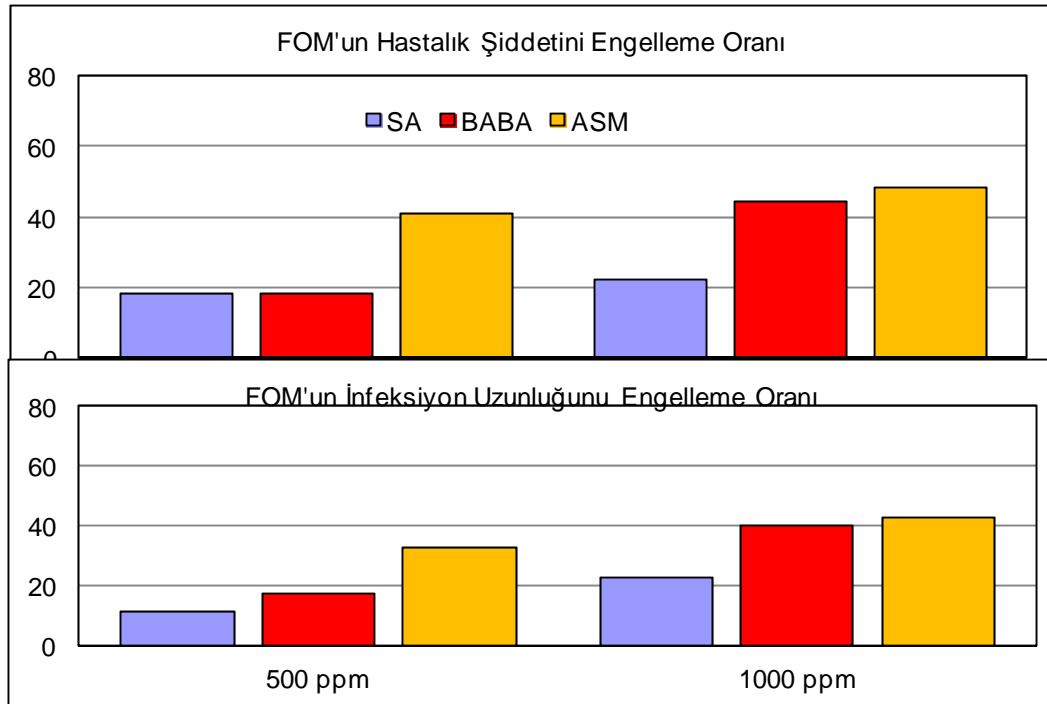
4.10. SA, BABA ve ASM'in *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılık sağlayan kimyasallardan SA, BABA ve ASM'in, patlıcan bitkisinde FOM'nin hastalık oluşturması üzerine etkilerini testlemek için, söz konusu kimyasalların yeşil aksam uygulamaları yapılmıştır. Her 3 kimyasalın da *V. dahliae*'da olduğu gibi, yeşil aksam uygulamaları 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda gerçekleştirilmiş ve bitkilerde oluşan hastalık şiddeti (%) ve patojenin iletim demetlerindeki gelişmesi (cm) incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10 ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin hastalık oluşturma üzerine etkileri

Uygulamalar		Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	İnfeksiyon Uzunluğu (cm)	% Etki
500ppm	SA	62,9 ab	18,5	38,8 e	11,2
	BABA	62,9 ab	18,5	36,1 de	17,3
	ASM	45,7 a	40,7	29,6 bc	32,3
1000ppm	SA	60,0 ab	22,2	33,8 cd	22,6
	BABA	42,9 a	44,4	26,1 ab	40,2
	ASM	40,0 a	48,1	25,1 a	42,6
Kontrol		77,1 b		43,7 f	

(*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD(0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.13. Dayanıklılık uyarıcı kimyasalların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nin hastalık şiddeti ve infeksiyon uzunluğunu engelleme oranları (%)

BABA'nın 1000 ppm konsantrasyonu ASM ile benzer etkiye sahip olmuş ve hastalık şiddetini %44,4 oranında engellemeyi başarmıştır. SA uygulaması ise kontrole göre hastalık şiddetini ancak %18,5-22,2 aralığında azaltabilmiştir.

Çizelge'den de görüleceği gibi, SA, BABA ve ASM uygulanan bitkilerde, her iki konsantrasyonda da kontrolden daha düşük hastalık şiddeti elde edilmiştir. Kontrol bitkilerde %77.1 hastalık şiddetinin ortaya çıktığı denemede, ASM hastalık şiddetini en fazla engelleyen kimyasal olmuş, 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda sırasıyla, %40.7 ve 48.1 oranında hastalığı engellemiştir.

Patojenin iletim demetlerindeki gelişmesi üzerine de yine en etkili uygulama 1000 ppm konsantrasyondaki ASM uygulaması olmuştur. Bu uygulama %42,6 oranında etkinlik göstermiş ve bunu aynı konsantrasyonda BABA uygulaması %40,2 izlemiştir. Buna karşın diğer uygulamaların etkinliği %11,2-32,3 arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.13).

Tosi ve ark., (2000) mikoriza uygulaması yapılmış bitkilere patojen inokulasyonundan 1 ve 3 gün önce toprağa 50 ve 100 mg/kg toprak konsantrasyonlarında BABA ve ASM uygulamalarının %50-55 oranında bitkilere koruma sağladığı ; ancak patojen inokulasyonundan 1 gün önce BABA ve ASM'nin sırasıyla 4000 ve 200 µg/ml konsantrasyonları yapraklara püskürtme şeklinde uygulandığında yaprak infeksiyonlarını %80 oranında engellediğini bildirmiştir.

Altınok (2006) FOM uygulandıktan 72 saat sonra patojen uygulamasının, kontrole göre, %75.47, Acibenzolar-S-methyl (ASM) uygulamasının ise %67.6 oranında etki gösterdiği saptanmıştır. Arazi denemelerinde, *Fusarium oxysporum* f.sp.*melongenae* uygulaması hastalığın önlenmesinde %50.61, ASM uygulaması ise %37.65 oranında etkili olmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, patlıcanda *Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* (FOM)'nın neden olduğu solgunluk hastalığına karşı, mikorizal funguslar (*Glomus intraradices*, *G. fasciculatus*, *G. mosseae*, *G. etunicatum* ve *Gigaspora margarita*) ve patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılık sağlayıcı kimyasalların (Salisilik Asit-SA, DL- β -amino-n-butirik asit-BABA ve asibenzolar-s-methyl-ASM) etkinlikleri araştırılmıştır.

Mikorizal fungusların hepsi patlıcan fidelerinde yüksek düzeyde kolonize olmuşlardır (%78-90).

Kök kuru ağırlığında en fazla artışı *G. intraradices* (%43,65), yeşil aksam ağırlığında ise *G. etunicatum* (%39,45) sağlamıştır.

Mikorizal funguslar patlıcan bitkilerinin fosfor alımınının yaklaşık %9-24 arasında artmasını sağlamıştır. Çinko alımını *G. intraradices* ve *G. fasciculatus* yaklaşık %130'a kadar arttırmıştır.

V. dahliae'nin patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu (yaklaşık %32-53) ve patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini (yaklaşık %22-37) bütün mikorizal funguslar istatistiksel olarak benzer şekilde engellemişlerdir.

FOM'un patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu *G. etunicatum* %78,6 oranında engellemiştir. Patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini en fazla engelleyen funguslar ise *G. mossea*, *G. etunicatum* ve *G. fasciculatus* (yaklaşık %32-39) olmuştur.

Bitkilerde dayanıklılık uyarıcı kimyasallar olan SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da FOM ve *V. dahliae*'nin miseliyal gelişmesi üzerine önemli hiçbir etkisi olmamıştır. Ancak *V. dahliae*'nin patlıcan bitkilerindeki hastalık şiddetine tüm kimyasallar benzer etki yapmış ve hastalık şiddetini yaklaşık %22-33 arasında azaltmışlardır. Ancak *V. dahliae*'nin iletim demetlerinde ilerlemesini 1000 ppm konsantrasyonda ASM ve BABA %32,6 oranında engellemişlerdir.

FOM'un bitkideki hastalık şiddetini ASM 500 ppm, BABA ise 1000 ppm konsantrasyonlarda yaklaşık %41-48 arasında azaltmışlardır. FOM'nın iletim

demetlerinde ilerlemesini ise yine ASM ve BABA 1000 ppm konsantrasyonda %40-43 oranında azaltmıştır

Sonuçlar özellikle *Glomus* türlerinin hem bitki gelişmesi ve besin maddesi alımında, hem de *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluklarının engellenmesinde başarılı sonuçlar verebildiklerini göstermiştir.

Glomus türlerinin teker teker değil de, karışık inokulum olarak bitkilere kolonize edilmesi çok yönlü yarar sağlayabilecektir.

Bu kolonizasyonun fide üretimi sırasında tohum ekimi öncesi torfa karıştırılarak yapılması oldukça kolay ve ucuz olacaktır.

Toprak kökenli patojenlere karşı kimyasal mücadele zor ve pahalı olmasının yanısıra başarı şansı da çok düşüktür.

Özellikle entansif tarım alanlarında solarizasyon uygulaması başarılı sonuçlar vermektedir.

Solarizasyon uygulanmış alanlarda en önemli sorun ise rekabetçi gücü azalan bu bölgeye patojen girme riskidir.

Mikoriza kolonize edilmiş bitki dikilmesi bu riski minimize etmeye büyük yarar sağlayacaktır.

Mikorizal inokulumu üretmek oldukça basit ve ucuzdur. Bu nedenle seralarda ve hatta geniş alanlarda yapılan patlıcan yetiştiriciliğinde inokulumu toprağa uygulamak da başarı şansını yükseltecektir.

Bu çalışmada özellikle ASM ve BABA'nın patlıcan bitkisinde solgunluk oluşumunu azaltmada daha etkili görülmüştür. Ancak etki oranları çok yüksek değildir.

Mikorizal kolonizasyonu ve dayanıklılık uyarıcı kimyasalları ayrı ayrı düşünmek yerine birlikte değerlendirmek daha yararlı olabilecektir. Hatta bunların solarizasyon ile kombine edilmesi çok yönlü bir başarı getirebilecektir.

KAYNAKLAR

- ABDEL-FATTAH, G.M. and SHABANA, Y.M., 2002. Efficacy of the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus clarum* in Protection of Cowpea Plants Against Root Rot Pathogen *Rhizoctonia solani*. Zeitschrift für Pflanzen Krankheiten und Pflanzenschutz. 109(2):207-215.
- ABDEL-FATTAH, G.M., EL-HADDAD S.A, HAFEZ E.E and RASHAD Y.M., 2010. Induction of defense responses in common bean plants by arbuscular mycorrhizal fungi. Microbiol Res. 2011 May 20;166(4):268-81.
- ABO-ELYOUSR, K.A.M., SELEIM, M.A.A., ABD-EL-MONEEM, K.M.H., SAEAD, F.A. 2014. Integrated effect of *Glomus mosseae* and selected plant oils on the control of bacterial wilt disease of tomato. Crop Protection. (66):67–71
- AL-ASKAR, A.A. and RASHAD, Y.M., 2010. Arbuscular Mycorrhizal Fungi: A Biocontrol Agent against Common Bean Fusarium Root Rot Disease. Plant Pathology Journal, 9: 31-38.
- AKGÜL, D.S. ve CANIHOŞ Y., 2004. Kavunda Fusarium Solgunluğuna Karşı Acetochlor ve Trifluralin Herbisitleri Kullanılarak Dayanıklılık Teşviki. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 19 (1):45-52.
- ALTINOK, H.H., 2005. First Report Of Fusarium Wilt Of Eggplant Caused By *Fusarium Oxysporum* F. Sp. *Melongenae* In Turkey, Plant pathology, vol.54, pp.577-577, 2005.
- ALTINOK, H.H., 2006. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Patlıcanda Fusarium Solgunluğu Hastalığı (*Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *melongenae* Matuo and Ishigami)'nın Yaygınlığı, Etmenin Moleküler Karakterizasyonu ve Bitkide Hastalığa Karşı Dayanıklılığın Uyarılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi., 141s.
- ALTINOK, H.H., CANIHOŞ, Y., AKGÜL, D.S., 2002. Patlıcanda Fusarium solgunluğuna karşı patojen olmayan Fusarium türü ve actigard'ın etkinliklerinin belirlenmesi Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongres 1 , 4-7 Eylül 2002, ERZURUM.

- ALTINOK, H.H. ve KAMBEROĞLU, M.A., 2005. Adana ve Mersin illerinde patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının yaygınlığı ve şiddeti. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 20 (4): 1-8.
- ALTINOK,H.H., BOYACI, H.F. ve TOPÇU, V., 2012. Antalya, Mersin ve Samsun İlleri Örtü Altı Patlıcan Üretim Alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* Solgunluklarının Yaygınlığı ve İzolatların Virülensliklerinin Coğrafi Dağılımı. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43 (2): 107 -115 , 2012.
- ANONYMOUS, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/>
- ANONYMOUS, 2012. 'FAOSTAT' www.fao.org.
- BAYOZEN A. ve YILDIZ A. , 2009. Determination of Mycorrhizae Interactions and Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn Isolated from Strawberry and *Xanthium strumarium* ,*Turkish Journal of Biology* ,33 ,53–57 .
- BİÇİCİ, M. 2011. Bitki Hastalık Etmenleri İle Biyolojik Mücadelenin Başarısını Arttırmada Mikoriza'nın Rolü. *Türk. Biyo. Müc. Derg.*, 2011, 2 (2): 139-174
- BOBY, V.U. and BAGYARAJ, D.J., 2003. Biological Control of Root-Rot of *Coleus forskohlii* Briq. Using Microbial Inoculants. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 19:175-180.
- BORA, T., ve ÖZAKTAN, H., 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Prizma Matbaası, Alsancak, İzmir. 85-89.
- CHERIF, M., BENHAMOU, N., MENZIES, J.G. and BELANGER, R.R., 1992. Silicon induced resistance in Cucumber plants against *Pythium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 41: 411-425.
- CONWAY, K.E., MARTIN, M.J., MELOK, H.A. 1983. The Potential of Soil Solarization to Control *Verticillium Dahliae* in Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 63, 25-27.
- COPPING, L.G., MENN, J.J., 2000. *Pest Management Science*, 56, 651-676.
- ÇIĞŞAR, S., SARI, N., ORTAŞ, İ., 2000. Hıyarda Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 571-578.

- ÇINAR, Z.. 2011. Karpuzda *Fusarium* Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*) Karşı Mikorizal Funguslar ve Abiyotik Uyarıcıların Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 59 s.
- ÇOKMUŞ, C. and SAYAR, A.H., 1991. Effect of Salicylic Acid on the Control of Bacterial Speck of Tomato Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Journal of Turkish Phytopathology. 20(1):27-32.
- DELEN, N. and YILDIZ, M. 1982. Fungicide Resistance of Some Fungal Pathogens Isolated From Greenhouses In Turkey. J. Turk. Phytopath. 11 (1-2):33-40 p.
- DEMİR, S., 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler Arbüsküler Mikorhiza Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi. 114s.
- DEMİR, S. ve ONOĞUR, E. 1999. Bitkilerde Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza Oluşumunun Bitki Besleme ve Bitki Korumadaki Önemi. Anadolu Dergisi, 9(2), 12-32.
- DEMİRBAŞ, A., 2012. Fertigasyon ve Mikoriza Uygulamalarının Domates ve Biber Bitkilerinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Doktora Tezi. 142s.
- ENYEDI, A., YALPANI, N., SILVERMAN, P. and RASKIN, L., 1992. Localization, Conjugation, and Function of Salicylic acid in Tobacco during the hypersensitive reaction to *Tobacco mosaic virus*. Proceeding of the National Academy of Science, USA. 89:2480-2484.
- ERZURUM, K., and MADEN, S., 1995. Evolution of Various Treatments of Inducing Resistance to *Fusarium* Wilt on Melon. Journal Turk. Phytopathol. 24(3):121-134
- FIORILLI, V., CATONI, M., FRANCA, D., CARDINALE, F. and LANFRANCO, L., 2011. The Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Reduces Disease Severity in Tomato Plants Infected by *Botrytis cinerea*. Journal of Plant Pathology, 93 (1): 237-242.

- GAFFNEY, T., FRIEDRICH, L., VERNONI, B., NEGROTTO, D., UKNESS, N.G., WARD, S., KESSMAN, E. and RYALS, J., 1993. Requirement of Salicylic Acid for the Induction of Systemic Acquired Resistance, *Science*, 261: 754-756.
- GEORGE, E., and MARSCHNER, H., 1996. Nutrient and Water Uptake by Roots of Forest Trees. *P.Z. pflanzenernahr. Bodenk.*, 159. 11 – 21.
- GERDEMANN, J.W., and NICOLSON, T.H., 1963. Spores of Mycorrhizal Endogeny Species Extracted From Soil by Wet Sieving and Decanting. *Transactions of British Mycological Society*, 46:235-244.
- GIOANNETTI, M., and MOSSE, B., 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza in Roots. *New Phytologist*, 84:489-500.
- GÜVEN, 2007. Yerfıstığı ve Biberde Gövde Çürüklüğü (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Hastalığına Karşı Bazı Bitki Materyalleri ve Abiyotik Uyarıcılarının Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 38.
- HAO, Z., CHRISTIE, P., OIN, L., WANG, C. and LI, X., 2005. Control of Fusarium Wilt of Cucumber Seedlings by Inoculation with an Arbuscular Mycorrhizal Fungus. *Journal of Plant Nutrition* 28(11), 1961-1974.
- HAO, W., REN, L., RAN, W. and SHEN, Q., 2010. Allelopathic effects of root exudates from watermelon and rice plants on *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. *Plant Soil*. 336:485-497.
- HARRIER, L.A. and WATSON, C.A, 2004. The Potential Role of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi in the Bioprotection of Plants Against Soil-borne Pathogens in Organic and/or Other Sustainable Farming Systems. *Pest Management Science*. 60 (2):149-157.
- HEMAVANI, C. and THIPPESWAMY, B., 2014. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungus, *Acaulospora lacunosa* on Growth of Groundnut Disease Caused by *Cercospora arachidicola*. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences* 2(4):2347-4580.

- HILLOCKS, R J, (1992). Fusarium wilt. in: Cotton Diseases, R J Hillocks Ed. Redwood Press Ltd Melksham U.K. pages 127-160.
- IDOIA, G., NIEVES, G. and JONE, A., 2004. Plant Phenology Influences The Effect of Mycorrhizal Fungi on The Development of Verticillium-Induced Wilt in Pepper. European Journal of Plant Pathology. 110(3): 227-238.
- JAKAB, G., COTTIER, V., TOQUIN, V., RIGOLI, G., ZIMMERLI, L., METRAUX, J.P. and MAUCH-MANI, B., 2001. β -Aminobutyric acid-induced resistance in plants. European Journal of Plant Pathology. 107:29-37.
- KAÇAR, B.,1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II, Bitki Analizleri, Ankara
- KARA, Ö. ve TİLKİ F., 2001. Mikoriza ve Ormancılıkta Kullanımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 51, Sayı: . 1. pp. 127-139.
- KARAGIANNIDIS, N., BLETSOS, F. and STAVROPOULUS, N., 2002. Effect of Verticillium Wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and Mycorrhizae (*Glomus mosseae*) on Root Colonization, Growth and Nutrient Uptake in Tomato and Eggplant Seedlings. Scientia Horticulture. 94:145-156.
- KESKİN, L., PAKSOY, M. And TÜRKMEN, Ö., 2010. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Applications On Eggplant Seedling Development. Science Book 482-488 (In: 2nd International Symposium on Sustainable Development, June 8-9 2010, Sarajevo.
- KIRKPATRICK, T.L. and C.S. ROTHROCK, 2001. Compendium of Cotton Diseases. 2 nd ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- KORKMAZ, A., UZUNLU, M. and DEMIRKIRAN, A.R., 2007. Treatment with Acetyl Salicylic Acid Protects Muskmelon Seedlings Against Drought Stres. Acta Physiol Plant. 29:503-508.
- KOSKE, R.E., and GAMMA, J.N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM. Mycological Research, 92:486-505.
- KUÇ, J., 1987. Immunization and its applicability for disease control. in: "Innovative approaches to plant disease control", ed: Chet, 1., John Willey and Sons, New York 255-274pp.

- KUÇUKYUMUK, Z., OZGONEN, H., ERDAL I., ERASLAN, F., 2014. Effect of Zinc and *Glomus intraradices* on Control of *Pythium deliense*, Plant Growth Parameters and Nutrient Concentrations of Cucumber. Not Bot Horti Agrobo, 42(1):138-142.
- LATEF, A.A.H.A., and HE, C., 2011. Arbuscular Mycorrhizal Influence on Growth, Photosynthetic Pigments, Osmotic Adjustment and Oxidative Stress in Tomato Plants Subjected to Low Temperature Stres. Acta Physiol Plant, 33:1217-1225.
- LI, X.-L., GEORGE, E., and MARSCHNER, H., 1991. Phosphorus Depletion And Ph Decrease at The Root-Soil And Hyphae-Soil Interfaces of VA Mycorrhizal White Clover Fertilized with Ammonium. New Phytologist, 119:397-404.
- LI, J., SELL, Z., and BUCHENAUER, H., 1996. Induction of Resistance of Cotton Plants to *Verticillium* Wilt and of Tomato Plants to *Fusarium* Wilt Aminobutyric Acid and Methyl Jasmonate. Journal of Plant Diseases and Protection 103 (3), 288-289.
- MARSCHNER, H., 1993. Zinc Uptake from Soils. In: Zinc in Soil and Plants.(Ed)by A.D. Robson. Kluwer Academic Publishers.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Second Edition.Academic Press London.
- MARSCHNER, H., 1998. Role Of Root Growth, Arbuscular Mycorrhiza, And Root Exudates For The Efficiency and Nutrient Acquisition. Field Crops Research, 56: 203 – 207.
- MATSUBARA, Y., TAMURA, H., 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.
- MAZEN, M. M., EL-BATANONY, N. H., ABD EL-MONiUM M.M. and MASSOUD O.N. 2008. Cultural Filtrate of *Rhizobium* spp. and Arbuscular Mycorrhiza are Potential Biological Control Agents Against Root Rot Fungal Diseases of Faba Bean. Global Journal of Biotechnology & Biochemistry, 3 (1): 32-41.
- MENGE J.A., TIMMER L.W., 1982. Procedures for Inoculation of Plants with Vesicular-arbuscular Mcorrhizae in the Laboratory, Greenhouse, and Field. In:

- Schenck N.C. (eds): Methods and Principles of Mycorrhizal Research. American Phytopathological Society, St. Paul: 59–68.
- MURPHY, Y., and RILEY, J.P., 1962. A Modified Single Solution Method For Determination of Ohosphate in Natural Waters. *Analytica Chimica Acta*, 27:31-36.
- MUCHOVEJ, R. M., 2001. Importance of Mycorrhizae for Agricultural Crops. University of Florida, Extension Instude of Food Agricultural Sciences, SS-AGR-170.
- NELSON, A.J., DIGNANI, M.C., ANAISSIE, E.J. 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clinical Microbiology Reviews*, 7 ,479-504.
- OKEY, E.N. and SREENIVASAN, T.N., 1996. Salicylic acid: A factor in Systemic Resistance of Cacao to *Phytophthora palmivora*. Brighton Crop Protection Conference-Pest & Disease. 955-960.
- ORTAŞ, I., 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop Kurs Kitapçığı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. 20-22 Mayıs, Adana.
- ORTAS, I., 2010. Effect of Mycorrhiza Application on Plant Growth and Nutrient Uptake in Cucumber Production Under Feld Conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8, S116–S122.
- ORTAS, I., 2012. The Effect of Mycorrhizal Fungal Inoculation on Plant Yield, Nutrient Uptake and Inoculation Effectiveness Under Long-term Field Conditions. *Field Crops Research* 125, 35–48.
- ORTAS, I., KAYA, Z., and CAKMAK, I., 2001. Influence of VA-Mycorrhiza Inoculation on Growth of Maize and Green Pepper Plants in Phosphorus and Zinc Deficient Soils. In: Horst, W.J., et al. (Eds.), *Plant Nutrition – Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 632–633.
- ORTAS, I., SARI, N., and AKPINAR, C., 2003. Effects of Mycorrhizal Inoculation and Soil Fumigation on the Yield and Nutrient Uptake of Some Solanacea Crops (tomato, eggplant and pepper) Under Feld Conditions. *Agricultura Mediterranea* 133, 249–258.

- ORTAS, I., and VARMA, A., 2007. Field Trials of Bioinoculants. In: Oelmüller, R., Varma, A. (Eds.), Modern Tools and Techniques, 11. Springer-Verlag, Germany, pp. 397–413 (Chapter 26).
- OYETUNJI, O.J., and OSONUBI, O., 2005. Influence of Arbuscular Mycorrhizae on the Performance of Chilli (bell) Pepper (*C. annuum* L.). of Applied Horticulture (Lucknow) 7 (2) : 133-136.
- OZGONEN, H., BIÇICI, M. and ERKILIÇ, A., 2001. The Effect of Salicylic Acid and Endomycorrhizal Fungus *Glomus etunicatum* on Plant Development of Tomatoes Fusarium Wilt Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 25:25-29.
- OZGONEN, H., 2004. Biberde Kökboğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Lenion)'na Karşı Mikorizal Funguslar, Salisilik Asit ve DL-β-Amino-N-Butirik Asit ile Dayanıklılığın Teşvik Edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 122 s.
- OZGONEN, H., 2011. Arbüsküler Mikorizal Fungusların Pamukta Bitki Gelişimine ve *Verticillium Solgunluğu* (*Verticillium dahliae* Kleb.) Üzerine Etkileri Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15-3(2011), 171-177.
- OZGONEN, H. and KARATAŞ, A. 2013. Effect of Salicylic acid, DL-β-amino-butyric acid and Acibenzolar-s-methyl + metalaxyl on Mycelial Growth and Spore Germination of *Alternaria mali* *in vitro* and Young Apple Seedlings. International Journal of Agriculture&Biology, 15(1), 165-169.
- PAJOT, E., Le CORRE, D. and SILUE, D., 2001. Phytogard and DL-β-amino-butyric acid (BABA) induce resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) in lettuce (*Lactuca sativa* L.). European Journal of Plant Pathology. 107:861-869.
- PEGG, G.F. and BRADY, B.L., 2002. Verticillium Wilts. CABI Publishing, CAB International, UK. 552p.
- PETIT, E. and GUBLER, W.D., 2006. Influence of *Glomus intraradices* on Black Foot Disease Caused by *Cylindrocarpon macrodidymum* on *Vitis rupestris* Under Controlled Conditions. Plant Disease. 90:1481-1484.

- PFLEGER, F.L., and LINDERMAN, R.G., 1994. Mycorrhizae and Plant Health. In: Pfleger, F.L. and R.G. Linderman (eds.), Mycorrhizae and Plant Health, pp: 337–344. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- POZO, M.J., AZCON-AGUILAR, C., DUMAS-GAUDOT, E. and BAREA, J.M., 1999. β -1,3-Glucanase activities in tomato roots inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and/or *Phytophthora parasitica* and their possible involvement in bioprotection. *Plant Science*. 141:149-157.
- RAUPACH, G. S., and KLOEPPER, J.W., 2000. Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation. *Plant Dis.*, 84: 1073-1075. 435.
- SALAMI, A.O., 2002. Influence of Mycorrhizal Inoculation on Disease Severity And Growth of Pepper Archives of Agronomy And Soil Science, Volume 48, Issue 3 2002 , Pages 257 – 262.
- SCHENK, N.C. 1987. Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi and the Control of Fungal Root Diseases. Pp. 179-191. In. I. Chet (Editors). Innovative Approches to Plant Diseases Control. John Wiley and Sons, New York, 327 pp.
- SEZGİN, E. 1985. Pamuk solgunluk hastalığı ile savaşmada kültürel işlemlerin önemi. *Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Yıllığı*, 3, 232-31, Bornova, İzmir.
- SIEVERDING, E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agro systems. Technical Co-operation- Federal Republic of Germany. 22 (2), 229 – 240.
- SMITH-BECKER, J., KEEN, N.T. and BECKER, J.O., 2003. Acibenzolar-S-methyl induces resistance to *Colletotrichum lagenarium* and cucumber mosaic virus in cantaloupe. *Crop Protection*. 22:769-774.
- SMITH, S., and READ, D.J., 2008: Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego, CA.
- SMITH, S.E., and SMITH, F.A., 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms From Cellular To Ecosystems Scales. *Annual Review of Plant Biology*, 62:227–250.

- SNYDER, W.C., SMITH, S.N. 1981. Current Status. In. M.E. Mace, A.A. Bell, C. H. Beckman (Editors) Fungal Wilt Diseases of Plant. Academic Press, London, 25-48 pp.
- STRAVATO, M.V., CAPPELLI, C., POLVERARI, A. 1993. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* agent of wilting of aubergine. Informatore Fitopatologico, 43(10), 51-54.
- SUMMEREL, B.A., LESLIE, J.F., BACKHOUSE, D., BRYDEN, W.L. and BURGESS, L.W., 2001. *Fusarium*, Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Press, St. Paul, Minnesota, p.1-192. Stravato vd., 1993
- TOSI, L., GIOVANNETTI, M., ZAZZERINI, A. and SBRANA, C., 1993. Interactions between *Plasmopara helianthi* and arbuscular mycorrhizal fungi in sunflower seedlings susceptible and resistance to downy mildew. *Phytopathologia Mediterranea*. 32: 106-114.
- TOSI, L., LUIGETTI, R. and ZAZZERINI, A., 1998. Induced resistance against *Plasmopara helianthi* in sunflower plants by DL- β -amino-n-butyric acid. *J. Phytopathology*. 146:295-299.
- TOSI, L., LUIGETTI, R. and ZAZZERINI, A., 1999. Benzothiadiazole Induces Resistance to *Plasmopara helianthi* in Sunflower Plants. *Journal of Phytopathology*. 147:365-370.
- TOSI, L., LUIGETTI, R. and ZAZZERINI, A., 2000. Biosintesi di proteine PR in girasole (*Helianthus annuus* L.) trattato con alcuni induttori e inoculato con *Plasmopara helianthi* Novot. *ATTI Giornate Fitopatologiche*. 2:283-290.
- XIAO, C.L., SUBBARO, K.V., SCHULBACH, K.F., KOIKE, S.T. 1998. Effect of Crop Rotation and Irrigation on *Verticillium dahliae* Microsclerotia in Soil and Wilt in Cauliflower. *Phytopathology*, 88, 1046-1055.
- WU, H.S., WANG, Y., ZHANG, C.Y., GU, M., LIU, Y.X., CHEN, G., WANG, J.H., TANG, Z., MAO, Z.S. and SHEN, Q.R., 2009. Physiological and Biochemical Responses of in vitro *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* to Benzoic Acid. *Folia Microbiologica*. 54(2): 115-122.
- 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* 12:235–242.

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.

YILMAZ, E. ve GÜL. A., 2009. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılmasının Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 55-61.

YÜCEL S., 1994. Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Sebze Alanlarında Görülen Fungal Hastalıklar. *Bitki Koruma Bülteni*, 34 (1-2) 23-33.

YÜCEL, S., ELEKÇİOĞLU, H., ÖZGÖNEN, H., TOKTAY, H. ve ORTAŞ, I., 2001. Seralarda fungal kök hastalıklarına ve kök-ur nematodlarına karşı solarizasyon ve mikorizal fungus kombinasyonlarının etkilerinin araştırılması. *Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi*. 3-8 Eylül, Tekirdağ. (421-431)

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini İmamoğlu'nda tamamladı. 1992 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden mezun olarak Ziraat Mühendisi, 1999 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans programını tamamlayarak Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını aldı. 1994-2002 yılları arasında T.C. Ziraat Bankası, 2002-2008 yıllarında Çukurova Üniversitesinde Ziraat Yüksek Mühendisi olarak çalıştı. 2008 yılında kurumlar arası geçiş ile T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na ataması yapıldı. Halen T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Seyhan İlçe Müdürlüğü'nde Ziraat Yüksek Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve Seyhan Güneş adında bir kız çocuğu annesidir.