

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zahide ÇINAR**

**KARPUZDA FUSARIUM SOLGUNLUĞUNA (*Fusarium oxysporum* f.sp.  
*niveum*) KARŞI MİKORİZAL FUNGUSLAR ve ABİYOTİK UYARICILARIN  
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2011**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARPUZDA FUSARIUM SOLGUNLUĞUNA (*Fusarium oxysporum* f.sp.  
*niveum*) KARŞI MİKORİZAL FUNGUSLAR ve ABİYOTİK UYARICILARIN  
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Zahide ÇINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Bu Tez 15/04/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. N. KEMAL KOÇ  
ÜYE

.....  
Yard.Doç. Dr. Mustafa KÜSEK  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL**  
Enstitü Müdürü

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**  
**Proje No: ZF2010YL44**

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

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KARPUZDA FUSARIUM SOLGUNLUĞUNA (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*) KARŞI MİKORİZAL FUNGUSLAR ve ABİYOTİK UYARICILARIN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Zahide ÇINAR**

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

**Danışman** :Prof.Dr. Ali ERKİLİÇ

Yıl:2011, Sayfa: 70

**Jüri** :Prof.Dr. Ali ERKİLİÇ

:Prof.Dr. N. Kemal KOÇ

:Yrd.Doç.Dr. Mustafa KÜSEK

Bu çalışmada, mikorizal funguslar (*Glomus etunicatum*, *G. fasciculatus*, *G. mosseae*, *G. intraradices* ve *Gigaspora margarita*) ve dayanıklılık teşvik edici bazı kimyasalların (Salisilik Asit-SA, DL- $\beta$ -amino-n-butirik asit-BABA ve asibenzolar-s-methyl-ASM) karpuzda solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'a (FON) etkileri araştırılmıştır.

Mikorizal funguslar karpuz köklerine %66.7-100 oranında kolonize olmuşlardır. Bitki gelişimini en fazla teşvik eden mikorizalar *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 oluşturmasını %48.4-58.1 oranında engellemiş ve en etkili mikoriza *Gigaspora margarita* olmuştur.

*In vitro*'da FON'un miseliyal gelişmesi üzerine SA'nın etkisi olmamış, ASM ve BABA ise 1000ppm'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 1000ppm) ve sulama suyu (100 ve 200g/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'nın etkinliği ASM'ye oranla daha düşük olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Karpuz, *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, Mikoriza, Dayanıklılık teşviki

## ABSTRACT

### M Sc THESIS

<p style="text-align: center;"><b>DETERMINATION OF MYCORRHIZAL FUNGI AND ABIOTIC STIMULANTS ON FUSARIUM WILT (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i>) ON WATERMELON</b></p>
--

**Zahide ÇINAR**

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

**Supervisor** :Prof. Ali ERKILIÇ  
Year: 2011, Pages: 70  
**Jury** :Prof. Ali ERKILIÇ  
:Prof. N. Kemal KOÇ  
:Asst.Prof. Mustafa KÜSEK

The efficacy of both mycorrhizal fungi (*Glomus etunicatum*, *G. fasciculatus*, *G. mosseae*, *G. intraradices* ve *Gigaspora margarita*) and induce resistance chemicals (Salisilik Asit-SA, DL-β-amino-n-butirik asit-BABA and asibenzolar-s-methyl-ASM) against *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON), the causel agent of Fusarium wilt on watermelon were studied.

The mycorrhizal fungi were able to colonize between 66.7 – 100% on the watermelon roots. *Gigaspora margarita* and *G. etunicatum* was the most effective mycorrhizae fungus on the plant growth. The *G. fasciculatus* and *G. mosseae* were having a little effect on plant growth but the *G. intraradices* have almost no effect.

The mycorrhizal fungi efficacy on FON diseases change between 48.4 – 58.1% and the *Gigaspora margarita* was the most effective species.

The SA had no efficacy on mycelia growth of FON, but ASM and BABA had 13 and 25% inhibition on mycelial growth at 1000ppm consantration respectively.

The induce resistance chemicals were tested for efficacy of inhibition of FON diseases by the spraying (500 and 1000ppm) and with irrigation water (100 and 200g/kg soil) on watermelon plants in pots

ASM have the maximum inhibition on the disease both with spraying and irrigation water applications. The spraying applications of ASM inhibition rate of the disease change between 61.3 – 64.5% and the irrigation water application inhibition rate change between 67.7 – 77.4% .The SA and BABA efficacy were lower than the efficacy of ASM.

**Key words:** Watermelon, *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, Mycorrhiza, Induced resistance

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana “Karpuzda *Fusarium* Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*) Karşı Mikorizal Fungusların ve Abiyotik Uyarıcıların Etkilerinin Belirlenmesi” konulu yüksek lisans tezini veren, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman ve fikir hocam Sayın Prof. Dr. Ali ERKILIÇ’a sonsuz teşekkür ediyorum.

Yüksek Lisans çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm Başkanlığı’na ve maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasındaki yardımları için Çukurova Üniversitesi Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Prof. Dr. N. Kemal KOÇ’a ve Merkez çalışanlarından Yakup DURU ve diğer çalışanlara teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam sırasında emeği geçen Yard. Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN, Dr. D. Soner Akgül, Zir. Yük. Müh. Fadime KARA, Dr. Hale GÜNAÇTI, Zir. Müh. Birgül DERYAOĞLU, Zir. Müh. İffet ŞİRE, Zir. Müh. Özer ER, Zir. Müh. Kerem YAMAN ve Zir. Müh. Burcu DANACI’ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Manevi destekleriyle ve sevgileriyle her zaman yanımda olduklarını hissettiğim ve benim için sonsuz motivasyon kaynağı olan Sevgili aileme sonsuz teşekkürler...

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>SAYFA</b>
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Mikorizal Funguslar ile İlgili Çalışmalar.....	7
2.2. Dayanıklılık Teşvik Ediciler ile İlgili Çalışmalar.....	12
3. MATERYAL VE METOD.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Metod.....	19
3.2.1. FON İzolatlarının Patojenite Çalışmaları.....	19
3.2.2. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	20
3.2.2.1. Mikorizal Fungus İnokulumunun Üretilmesi.....	20
3.2.2.2. Mikorizal İnokulumdaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesi.....	21
3.2.2.3. Mikorizalı Karpuz Fidelerinin Yetiştirilmesi.....	22
3.2.2.4. Karpuz Fidelerinde Mikorizal Kolonizasyonun Belirlenmesi.....	23
3.2.2.5. Patojen İnokulasyonu ve Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi.....	25
3.2.3. Mikorizal Fungusların Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	27
3.2.4. SA, BABA ve ASM'in <i>in vitro</i> 'da FON'un Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	27

3.2.5. SA, BABA ve ASM'in FON'un Bitkide Hastalık Oluşturması	
Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Patojenin İzolasyonu ve Patojenitesi.....	31
4.2. Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon	
Oranları ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri .....	32
4.3. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri....	36
4.4. SA, BABA ve ASM'in vitro'da FON'un Miseliyal Gelişmesi	
Üzerine Etkileri.....	39
4.5. SA, BABA ve ASM'in FON'un Bitkide Hastalık Oluşturması	
Üzerine Etkileri.....	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ .....	57
EKLER.....	59

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 4.1.	FON İzolatlarının Sugar Baby Karpuz Çeşidinde Oluşturdukları Hastalık İndeks ve Hastalık Şiddeti Değerleri (%) .....	31
Çizelge 4.2.	Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkisinin Köklerinde Kolonizasyon Oranları (%) .....	32
Çizelge 4.3.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Ağırlıkları ve Artış Oranları (%).....	34
Çizelge 4.4.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Ağırlıkları ve Artış Oranları (%).....	34
Çizelge 4.5.	Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (%).....	37
Çizelge 4.6.	SA'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi... 40	
Çizelge 4.7.	BABA'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi.....	40
Çizelge 4.8.	ASM'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi.....	40
Çizelge 4.9.	Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Yeşil Aksam Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri....	44
Çizelge 4.10.	Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Toprak Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri....	45



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 3.1.	Mikorizal Fungusların Kök Kolonizasyonu Yoluyla Üretildiği Mısır Bitkileri.....	21
Şekil 3.2.	Mikorizal Fungusların Topraktaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesinde Kullanılan Islak Elemeden Bir Görünüm .....	22
Şekil 3.3.	Mikorizal Kolonizasyonun Belirlenmesi İçin Tüplere Alınmış Kılcal Kökler .....	24
Şekil 3.4.	Kök Boyaması Yapılarak Mikroskopta Mikorizal Kolonizasyonu İncelemeye Hazırlanmış Lam Üzerindeki Kılcal Kökler .....	24
Şekil 3.5.	Kitle Halinde Buğday Danelerinde Üretilmiş FON Kültürü .....	26
Şekil 3.6.	Kökboğazı Bölgesine FON Buğday İnokulumu Uygulanmış Karpuz Bitkisi .....	26
Şekil 3.7.	Kök ve Yeşil Aksam Kuru Ağırlıkları Elde Etmek İçin Bitki Kısımlarının Etüvde Kurutulması .....	28
Şekil 4.1.	Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranları (%) .....	33
Şekil 4.2.	Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerinin Köklerinde Oluşturduğu Sporlar (10x20) .....	33
Şekil 4.3.	Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök ve Yeşil Aksam Ağırlıkları(g) .....	35
Şekil 4.4.	FON'un Karpuz Bitkilerinde Hastalık Oluşturması Üzerine Mikorizal Fungusların Etkisi .....	38
Şekil 4.5.	FON İnokule Edilmiş Karpuz Bitkilerinden Bir Görünüm .....	38
Şekil 4.6.	Dayanıklılık Teşvikedici Kimyasalların in vitro'da FON'un Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri (%).....	41
Şekil 4.7.	Farklı Konsantrasyonlarda SA İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi .....	42
Şekil 4.8.	Farklı Konsantrasyonlarda BABA İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi .....	42

Şekil 4.9.	Farklı Konsantrasyonlarda ASM İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi .....	43
Şekil 4.10.	Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Karpuz Bitkilerine Toprak ve Yeşil Aksam Şeklindeki Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (%) .....	46

## 1. GİRİŞ

Karpuz (*Citrullus lanatus*) gerek örtü altında gerekse açık alanda çok yaygın olarak yetiştirilen önemli bir üründür. 2008 yılı verilerine göre, Ülkemizde 1.103.403 hektar alanda sebze üretimi yapılmaktadır. Meyvesi yenen sebzeler içerisinde karpuz, 139.000 ha üretim alanı ve 4.002.280 ton üretimi ile önemli bir yer tutmaktadır. Karpuzun en fazla üretildiği il Adana olup, bu ilin tek başına karpuz üretimi 663.000 ton'dur (Anonymous, 2008).

Ülkemiz için önemli bir gelir kaynağı olmasından dolayı karpuzda ekonomik kayıplara yol açan hastalık ve zararlılarla mücadele önemli bir konudur. Karpuzda görülen hastalıklardan Çökerten ve Kök Çürüklükleri (*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp.), Antraknoz (*Coletotrichum lagenarium*), Alternaria Yaprak Lekesi (*Alternaria alternata* f.sp. *cucurbitae*), Bakteriyel Meyve Lekesi (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*), Bakteriyel Köşeli Yaprak Lekesi (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*), Hıyar Mozayik Virüsü (Cucumber mosaic virus), Kabak Sarı Mozayik Virüsü (Zucchini yellow mosaic virus) hastalıkları karpuz üretimini tehdit eden önemli sorunlardandır. Bunlar içerisinde en önemlilerinden birisi, fungal bir hastalık olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (Smith) Snyder. Hans. (FON)' un neden olduğu Fusarium solgunluk hastalığıdır. Bu fungusun neden olduğu belirtiler patojen popülasyonunun yoğunluğuna, patojenin saldırganlığına, bitkinin yaşına ve çevresel faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Topraktaki patojen popülasyonunun, bu hastalığa duyarlı karpuz çeşitleri yetiştirildiğinde artan yönde bir eğilim gösterdiği, fakat dayanıklı çeşitler yetiştirilmesi durumunda ise, patojen popülasyonunun azaldığı görülmüştür (Martyn ve McLaughlin, 1983).

Hastalık bitki gelişiminin herhangi bir döneminde ortaya çıkabilmekte ve büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hastalık etmeni, bitkinin kök ve kök boğazında lezyonlar oluşturarak bitkinin kollarından birinin veya bir kaçının solmasına ve kurummasına neden olmaktadır. Fusarium solgunluğu, genelde meyveler oluştuktan sonra ortaya çıkmaktadır. Gövde uzunlamasına kesildiğinde iletim demetlerindeki renk değişimini görmek mümkündür. Bitkinin kabuk kısımları çürür

ve bitkiler ölebilir. Dış yüzeyde lekeler kökler üzerinde oluşur ve toprak yüzeyinin tam altındaki gövde üzerinde kırmızı renkte zamk sızıntısı bu lekelerden salgılanabilir.

*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'un bugüne kadar belirlenmiş 3 ırkı mevcuttur (Sherf ve Macnab, 1986). Fakat son yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada etmenin yeni bir ırkının belirlendiği kaydedilmektedir (Zhou ve ark., 2006). Dünyada karpuz yetiştiriciliğinin yapıldığı tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bu hastalık mevcuttur. Çukurova Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada karpuzda *Fusarium* solgunluğunun Adana'da %51,5, Mersin'de ise %42,1 oranında yaygınlık gösterdiği bildirilmiştir (Kurt ve ark., 2005). Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan başka bir çalışmada ise, karpuzdaki *Fusarium* solgunluk hastalığının yaygınlık oranının Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Akdeniz Bölgesine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. İki yıllık yapılan sörveyler neticesinde görülme sıklığı % 46,3 olurken, Türkiye' nin güneyinde bu oran %27,3-63,6 arasında değiştiği görülmüştür (Kurt ve ark., 2008).

Karpuzun en önemli hastalıklarından biri olan *Fusarium* solgunluğunun mücadelesinde kültürel önlemler, biyolojik kontrol ve kimyasal mücadele yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir ( Jones ve Woltz, 1978; Sherf ve Macnab, 1986). Kimyasal mücadelede kullanılan fungusitlerin ekonomik olarak oldukça pahalı olması ve çevre açısından olumsuz etkileri nedeniyle teorik olarak istenmemektedir. Diğer hastalıklarda olduğu gibi karpuz *Fusarium* solgunluğuna karşı en güvenilir yöntem dayanıklı çeşit kullanmaktır. Ancak yetiştiricilikte bir çeşidin öncelikle verim, kalite, erkencilik ve bölgeye adaptasyonu gibi özellikler dikkate alındığından, hastalığa dayanıklılığı ikinci planda kalmaktadır. Bu nedenle mevcut çeşitlerde diğer hiçbir özelliği değiştirmeksizin bitkiyi dayanıklı hale getirmek ideal olanıdır.

Bitki hastalıklarının mücadelesinde bitkinin kendi savunma mekanizmasına dayalı olarak yeni stratejiler geliştirmek amacıyla bitki patolojistleri artık geleneksel mücadele yöntemleri yerine yeni alternatif mücadele yöntemlerini araştırmaya yönelmişlerdir. Bunlardan biri dayanıklılığın teşvikidir ve konukçuda savunma

reaksiyonlarının harekete geçirilmesi yoluyla patojene karşı bir koruma sağlamaktır (Jarvis, 1992).

Bitkilerde dayanıklılığın teşvik edilmesinde UV, etilen, salisilik asit, aminobutirik asit izomerleri gibi abiyotik uyarıcılar ve patojen olmayan ırklar, hücre duvarı fragmentleri ve ölü spor süspansiyonları gibi biyotik uyarıcılar kullanılmaktadır (Durner ve ark., 1997; Akgül, 2002). Bu uyarıcılar sayesinde bitkiler normalde patojen infeksiyonu varmış gibi tepki göstererek dayanıklılığı sonuçlayan savunma mekanizmalarını aktive ederler (Ebel ve Cosio, 1996; Bora ve Özaktan, 1998).

Teşvik edilmiş dayanıklılık (induced resistance) ilk olarak infeksiyon noktasının hemen yanındaki hücrelerde meydana gelir ve oluşacak reaksiyonlar o bölgede sınırlı kalırsa lokalize olmuş dayanıklılıktan söz edilir. Ancak reaksiyonların oluşumunu takiben hücreler arası sinyalizasyondan dolayı infeksiyon bölgesinden daha uzaktaki dokularda da savunma reaksiyonları aktive edilirse, o zaman sistemik dayanıklılıktan söz edilebilir.

Teşvik edilmiş dayanıklılıkla hastalıklara karşı mücadele üzerine yapılan araştırmalarda bugüne kadar pratiğe aktarılmış bazı çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; Afek ve Sztejnberg 1989, turuncgillerde zamklanma hastalığı etmeni (*Phytophthora citrophthora*)' nın mücadelesinde kullanılan Fosetyl-Al'un bitkide antimikrobiyal bileşiklerin sentezini teşvik ettiğini ve buna bağlı olarak patojene karşı koruma sağladığını bildirmişlerdir. Bitkilerde dayanıklılığı teşvik ederek hastalıkları baskı altına almanın avantajları şu şekilde sıralanabilir;

1) Dayanıklılığın teşviki bakteriyel, fungal ve viral hastalıklara karşı uygulanabilir.

2) Kazanılan dayanıklılık bitkideki birçok savunma mekanizmasının harekete geçirilmesi sonucu oluştuğu için stabildir. Patojenlerin bu dayanıklılığı kırması söz konusu değildir.

3) Oluşan dayanıklılık bitkide var olan mekanizmalardan kaynaklandığı için insan sağlığına olumsuz bir etkisi yoktur. Dolayısıyla, dayanıklılığı teşvik edici uyarıcıların bitkilere sağlamış olduğu bu avantajlar konuyu daha da önemli hale getirmektedir.

Doğada çoğu bitkilerin kökleri genellikle onlarla simbiyotik olarak yaşayan funguslarla yani mikorizal funguslarla infektelenmişlerdir. Bu funguslar kök hastalıklarına neden olmazlar, aksine konukçu bitkilere yarar sağlarlar. Mikorizal fungusların konukçuya sağladığı başlıca yararlar şu şekilde sıralanabilir: (Agrios, 1997).

- 1) Bitkilerde kök sisteminin absorbe etme yüzeyini arttırarak, özellikle fosfor olmak üzere belli besin maddelerinin alınmasını kolaylaştırmak,
- 2) Çözülmeyen mineral maddeleri çözünür hale getirip bitkinin kullanabileceği forma dönüştürmek,
- 3) Bitki köklerinin daha uzun süreli canlı kalmasını sağlamak,
- 4) Bitki köklerini *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* ve *Verticillium* spp. gibi toprak kökenli patojenlerin infeksiyonlarına karşı daha dayanıklı yaparak bitki gelişimine katkıda bulunmalarınıdır.

Dolayısıyla, bitkilere bu kadar yararı olan bu fungusların biyolojik mücadele içerisinde bitki kök hastalıklarını kontrol etmede büyük önemi vardır.

Mikorizalar hücreler arası ve kök dışında geliyorsa ektomikoriza, kök hücresi içerisinde geliyorsa endomikoriza olarak adlandırılırlar. Endomikorizaların çoğu hem vesikül hem de arbuskül içerir. Bu yüzden bunlar Vesicular-Arbuscular Mikoriza (VAM) olarak adlandırılırlar. Endomikorizaların çoğu Zygomycetes (*Glomus* spp., *Acaulospora* spp.)'lere bağlıdır ve kök yüzeyi üzerinde gevşek miseloyal tabaka oluştururlar (Agrios, 1997).

VAM fungusları geniş konukçu dizisine sahip olup tek ve çok yıllık bitkilerin köklerinde kolayca kolonize olabilme yeteneklerinden dolayı farklı konukçu türleri üzerinde kültüre alınabilirler. Bitkide hastalık yapan bir patojene karşı etkinliği belirlenirken de, o bitki kökleri önceden mikoriza türü ile infekte edilmelidir (Schenck, 1982).

Mikorizal fungusların hastalıklar üzerine olan etkisi kimyasal ve morfolojik olarak 2 kategoride yer alır. Kimyasal kategoride hastalık üzerine indirek etki mikorizal bitki tarafından fosfor alımıyla sonuçlanır. Morfolojik kategoride ise, mikorizal bitki köklerinin hücre duvarında artan lignin sonucu patojene karşı daha dayanıklı olmasıdır (Schenck, 1987).

Doğada yaygın olarak bulunmaları ve bitkiye birçok yönden yarar sağlamaları nedeniyle toprak kökenli hastalıkların mücadelesinde mikorizal funguslar kullanılabilir.

Tüm bu bilgilerin ışığında, bu çalışmada, karpuz yetiştiriciliğinde önemli sorunlardan birisi olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* tarafından neden olunan Fusarium solgunluğuna karşı mikorizal funguslar ve kimyasal uyarıcı olarak, salisilik asit, DL-β-amino-n-butirik asit ve Acibenzolar-S-Methyl' in hastalığın mücadelesinde kullanılma olanakları laboratuvar ve saksı denemeleriyle araştırılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Mikorizal Funguslarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Domates bitkisinde solgunluğa sebep olan *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier'a karşı Arbuscular-Mikorizal Fungus (AMF)'un etkinliği araştırılmıştır. Sera koşullarında yapılan çalışmada AMF'nin hastalık şiddeti üzerine önemli bir etkisi olmadığı, mikorizal fungus ile kolonize olan ve olmayan bitkilerde bu patojen nedeniyle toplam yaprak alanı indeksinde, kuru sürgün ağırlığı ve kök kuru ağırlığında önemli bir azalma olduğu rapor edilmiştir (Baath ve Hayman,1983)

Krishna ve Bagyaraj (1983), yerfıstığına kök patojeni *Sclerotium rolfsii* (Sacc.)'ye karşı mikorizal fungus *Glomus fasciculatus*'u kullanmışlardır. Yapılan saksı çalışmalarında, önceden mikorizal fungus ile inokule edilen bitkilerde patojenin sklerot sayısında ve kök infeksiyon oranında azalma olduğu rapor edilmiştir.

Zambolim ve Schenck (1983), *Macrophomina phaseoli* (Tassi) Goid., *Rhizoctonia solani* Kühn ve *Fusarium solani*'ye karşı mikorizal bir fungus olan *Glomus mossea*'nin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, steril edilmiş toprağa bu fungusun yaklaşık 500 klamidosporu soya tohumları ekilmeden toprak yüzeyinin 5cm derinliğine patojenle aynı zamanda verilmiştir. Sonuçta, mikorizal fungus ile kolonize olan bitkilerin hızlı bir gelişim göstererek patojenin etkisinin azaldığı görülmüştür.

Kaye ve ark. (1984), serada yetiştirilen *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch bitkilerinde kök çürüklüğü etmeni *Pythium ultimum* Trow'a karşı mikorizal fungus *Glomus fasciculatus*'un bir biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, kontrol bitkilerine oranla mikorizal fungus uygulaması yapılmış bitkilerde sürgün uzunluklarının daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Caron ve ark. (1986), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'nin neden olduğu domates solgunluğunun baskı altına alınmasında VAM fungus *Glomus intraradices*'in etkinliğini araştırmışlardır. Bu amaçla, pırasa bitkisinde üretimi yapılmış mikorizal inokulumdan 1g alınarak fideler dikilmeden önce toprak yüzeyinin 5 cm derinliğine yerleştirilmiştir. Mikorizal inokulasyondan 4 hafta sonra

bu etmenin  $2 \times 10^4$  spor/ml konsantrasyondaki spor süspansiyonu fidelere uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda, bu mikorizal fungus ile inokule edilmiş bitkilerde patojene ait parçacıkların miktarının oldukça düşük olduğu ve *Fusarium*'un neden olduğu kök nekrozlarının engellendiği rapor edilmiştir.

Afek ve Menge (1990), önceden fumige edilmiş topraklarda yetişen pamuk, soğan ve biber bitkilerini *Glomus mosseae* ile infekte etmişler ve fungus inokulasyonundan 5 hafta sonrada bu topraklarda yetişen bitkilerin köklerindeki mikorizal kolonizasyonun % 39-42, fumige edilmemiş topraklarda ise % 21-26 arasında değişen oranlarda kolonize olduklarını tespit etmişlerdir. Bu uygulamayı takip eden metalaxyl uygulamasıyla köklerdeki VAM fungus kolonizasyonu % 64-71 oranında artmıştır. Ayrıca, fumige edilmiş ve edilmemiş topraklarda yetişen bitkiler *Pythium ultimum* ile infekte edildiğinde bu üç üründe VAM fungus kolonizasyonunun ve kök uzunluğunun önemli düzeyde azaldığı gözlenmiştir.

Hu ve Gui (1991), otoklav edilmiş kum veya edilmemiş toprak içeren saksılarda yetiştirilen pamuk fidelerini ayrı ayrı *Glomus mosseae* ve *G. intraradices* ile inokule etmişler ve 4 hafta sonra solgunluk patojeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* ile inokule etmişlerdir. Bitkiler 60 gün sonra hasat edilmiş ve mikorizal funguslarla inokule edilen bitkilerdeki kuru ağırlığın inokule edilmemiş bitkilere göre daha yüksek olduğu ve *Fusarium* solgunluğunu engellemede ise *G. mosseae*'nin *G. intraradices*'ten daha etkili olduğu saptanmıştır.

Kaba yoncada Vesicular-Arbuscular-Mikorizal Fungus (*Glomus mosseae* ve *G. fasciculatus*) ve 2 solgunluk etmeni (*Verticillium albo-atrum* ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *medicaginis*)'in 2 düzeyi (inokulumlu-inokulumsuz) arasındaki ilişki 6 aylık periyot boyunca araştırılmıştır. Mikorizal fungus uygulaması yapılmış bitkilerde bitki sürgün kuru ağırlığının önemli düzeyde arttığı, fakat patojen inokulasyonun ise sürgün kuru ağırlığını azalttığı görülmüştür. VAM uygulaması yapılmış fidelerde uygulama yapılmayanlara göre her iki patojenin inokulum miktarının daha düşük olduğu ve buna bağlı olarak daha az solgunluk belirtisi gösterdikleri bildirilmiştir (Hwang ve ark., 1992).

Calvet ve ark. (1993), süs bitkisi *Tagetes erecta* L.'da kök çürüklüğüne neden olan *Pythium ultimum*'a karşı *Glomus mosseae*'nin etkisini araştırmışlardır.

Mikorizal fungus ile kolonize olmuş bitkilerde bitki büyüme kriterlerinin daha yüksek olduğunu ve hastalık şiddetinin azaldığını belirtmişlerdir.

Tosi ve ark. (1993), mildiyö hastalığına karşı duyarlı ve dayanıklı ayçiçeği bitkilerinde *Glomus mosseae*'nin *Plasmopora helianthi*'ye karşı etkisini belirlemek amacıyla, 50 ve 100 g/kg toprak oranında mikorizal inokulum ve patojenin spor süspansiyonundan da 20 ml/saksı olarak uygulamışlardır. *G.mosseae* ile inokule edilen duyarlı bitkilerde, iyi bir mikorizal gelişim gözlenmiş ve patojenin neden olduğu infeksiyonlarda da azalma olmuştur. Mikoriza uygulanmış bitkilerin kök ve sürgün kuru ağırlıklarının, sadece patojen ile inokule edilen bitkilerden daha fazla olduğu gözlenmiştir. Dayanıklı bitkilerde ise, uygulamalar arasında bir farklılık gözlenmemiştir.

Demir (1998), ayçiçeği, buğday, domates, kavun, patlıcan ve tütün bitkilerinde mikorizal bir fungus olan *Glomus intraradices*'in bitki gelişimine ve patlıcan bitkisinde *Verticillium dahliae* ile kavunda *Macrophomina phaseolina* üzerine etkilerini incelemiştir. En yüksek mikorizal fungus kolonizasyon oranı sırasıyla tütün ve patlıcanda %63,5 ve %51,2 olarak tespit edilmiştir. Mikorizal fungus uygulaması patlıcanda *V. dahliae* ve kavunda *M. phaseolina*'nın hastalık şiddetini %41 ve %58 oranında azaltmıştır.

Özgönen ve ark. (2001), tarafından yapılan bir çalışmada, mikorizal fungus *Glomus etunicatum*'un domates bitkisinin gelişimini teşvik ederken, bitkide hastalığa karşı dayanıklılık uyarıcı Salisilik asit (SA) ile birlikte kullanıldığında *G.etunicatum*'un kökte kolonizasyonunun engellendiğini belirtmişlerdir. Bu mikorizal fungusun domateste solgunluk patojeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı mücadelede kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

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 (Yücel ve ark., 2001).

Karagiannidis ve ark. (2002), mikorizal fungus *Glomus mosseae*'nin domates ve patlıcan fidelerinde bitki gelişimine olan etkilerini ve solgunluk hastalığına neden olan *Verticillium dahliae*'ye karşı etkinliğinin araştırdıkları çalışmalarında, mikoriza ile infekte edilen patlıcan bitkilerinde sürgün ağırlığının %114 ve ortalama bitki boyunun %30 oranında arttığını, domates bitkisinde ise bu artışların sırasıyla %96 ve %21 oranında olduğunu belirtmişlerdir. *G. mosseae* ve patojenin birlikte uygulandığı bitkilerde mikorizal fungusun olumlu etkilerinden dolayı *Verticillium* solgunluğunun azaldığı rapor edilmiştir.

Boby ve Bagyaraj (2003), bir tıbbi bitki olan Makandi (*Coleus forskohlii*)'de toprak kökenli patojen *Fusarium chlamydosporium* tarafından neden olunan *Fusarium* solgunluğuna karşı *Glomus mosseae*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Trichoderma viride* biyokontrol etmenlerinin etkinliğini belirlemek için tarla koşullarında bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu biyolojik kontrol etmenlerini tek, ya da kombinasyon halinde bitkilere uygulamışlardır. Tek ya da kombinasyon halinde yapılan tüm uygulamalar kontrol bitkilere oranla bitki gelişiminde artışa neden olmuş ve en iyi gelişme *T. viride*+ *G. mosseae* uygulaması yapılmış bitkilerde gözlenmiştir. Patojen uygulanmış bitkilerde hastalık şiddeti %85,5 olarak bulunurken, patojen ile birlikte *G. mosseae* uygulamasında ise bu değer %33,28 olmuştur.

Idoia ve ark. (2004), biber bitkisinde toprak kökenli bir patojen olan *Verticillium dahliae*'ye karşı mikorizal fungus *Glomus deserticola*'nın etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, *V. dahliae* ile inokulasyondan 3 hafta sonra mikorizal fungus uygulaması yapılmayan bitkilerin sadece %15'inde hastalık görüldüğü bildirilmiştir. Denemenin sonunda ise, her iki grupta bulunan bitkilerde hastalık şiddetinin aynı olduğu saptanmıştır.

Özgönen (2004), Mikorizal funguslar, Salisilik asit (SA) ve DL-β-amino-n-butyric asit (BABA)'in biberlerde kökboğazı yanıklık etmeni *Phytophthora capsici*'nin infeksiyon potansiyeli üzerine etkilerini araştırmıştır. Mikorizal fungusların tohum ekimiyle birlikte mikorizal inokulum yapılmış olan biber bitkilerinin şaşırtılmasından 4 hafta sonra köklerde %61,3-%68,1 arasında değişen

oranlarda kolonize olduklarını belirlemiştir. Saksı koşullarında bitki gelişimini *Glomus etunicatum*, *G. fasciculatum* ve *Gigaspora margarita* kontrole oranla daha fazla teşvik etmiş, fakat sera koşullarında *G. fasciculatum* verimi daha fazla arttırmış ve verim artışı %22 oranında olmuştur. *G. mosseae*, *P. capsici*'nin hastalık şiddetini saksı koşullarında %91.7, sera koşullarında %43 ve tarla koşullarında ise %57.2 oranında azaltmıştır.

Petit ve Gubler (2006), kontrollü koşullar altında *Vitis rupestris* bitkisinde black foot 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.

Jin ve ark. (2009), baklagiller familyasına ait 18 genç bitki türünün köklerindeki AMF'lara ait yapıların yoğunluğu ile tohum ağırlığı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, küçük tohumlarda mikorizal kolonizasyonun daha fazla olduğunu ve ayrıca mikorizal fungusların bitkilerin fide döneminde kullanılmasının bitkilerin gelişimini önemli düzeyde arttırdığını rapor etmişlerdir.

Yıldız (2009), *Glomus* sp. ve Bio Organics (*Glomus aggregatum*, *G. clarum*, *G. deserticola*, *G. intraradices*, *G. monosporus*, *G. mosseae*, *Gigaspora margarita* ve *Paraglomus brasilianum*) adlı mikorizal prepatın domates, hıyar ve biber

bitkilerinde fide çıkışı ve gelişimi ile bitki gelişimine olan etkisini araştırmıştır. Bitki gelişimi açısından *Glomus* sp. uygulaması, domates ve hıyar bitkilerinin gelişimlerini olumlu yönde etkilemiş, fakat Bio Organics karşılaştırıldığında biber bitkilerinin gelişimi açısından ise uygulamalar arasında herhangi bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bitkiler mikoriza kök kolonizasyon oranının *Glomus* sp.'de uygulamasında hıyarda %71, domateste %72 ve biberde ise %61, Bio Organism uygulamasında ise hıyarda %47, domateste %39 ve biberde %36 olduğu rapor edilmiştir.

Kumar ve Sharma (2010), topraktaki tuzluluk oranının (%0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5 NaCl) ve AMF'lerin (*Glomus mosseae*, *G. microcarpum*, *G. fasciculatus*, *G. intraradices*, *Gigaspora margarita* ve *G. heterogama*), *Jatropha curcas* (Hint-Kaju fıstığı) bitkisinin büyümesine olan etkisini araştırmışlardır. Topraktaki tuzluluk artışının, mikorizalı bitkilerde mikorizasız olanlara oranla bitki büyüme parametrelerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca topraktaki tuzluluk düzeyinin %0.5'e kadar olduğu durumlarda, bitkiler mikorizal fungus ile inokule edildiğinde, bu bitkilerin büyüme parametrelerine tuzluluk stresinin zararlı etkilerinin olmadığı gözlenmiştir.

## 2.2. Abiyotik Uyarıcılar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Sera koşullarında DL- $\beta$ -amino-n-butyric asit ve DL-metil- $\beta$ -aspartik asidin bezelyede kök çürüklüğü etmeni *Aphanomyces euteiches*'e karşı etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, bu iki kimyasal madde patojen inokulasyonundan 72 saat önce toprağa 100 ppm konsantrasyonda sulama suyu şeklinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, bu iki kimyasalın patojen üzerine doğrudan etki etmediği, ancak hastalık belirtilerinin ortaya çıkışının engellediği bildirilmiştir (Papavizas, 1964)

Çökmüş ve Sayar (1991), *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.

Hıyarda *Pythium ultimum*'a karşı dayanıklılığın teşvik edilmesi amacıyla silikonun kullanıldığı bir çalışmada, önce silikon besin çözeltisiyle karıştırılarak bitkilere uygulanmış ardından patojen inokulasyonu yapılmıştır. 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 (Cherif ve ark., 1992).

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

Kakao bitkisinde *Phytophthora palmivora*'ya karşı Salisilik asidin (SA) sistemik dayanıklılıktaki rolü araştırılmıştır. Bunun için, SA'in 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 (Okey ve Sreenivasan, 1996).

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., 1998).

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, dayanıklılığı teşvik edici olarak önemli olduklarını belirtmişlerdir. DL-3-amino-n-butyric asit (BABA), DL-2-amino-n-butyric asit (AABA) ve 4-amino-n-butyric asit (GABA) izomerleri arasında, özellikle BABA'nın bitkilerde fungal patojenlere karşı dayanıklılığı teşvik etmede özel bir yere sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Özgönen ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, 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 etkileri araştırılmıştır. SA in vitro'da FOL'un miseliyal gelişimini 0.6mM ve daha üstündeki konsantrasyonlarda tamamen engellemiş ve ED 50 değeri 0.51mM olarak bulunmuştur. Patojen domates bitkilerini infekte etse de, etmese de GE sürgün kuru ağırlığını, sürgün uzunluğunu ve kök gelişimini arttırmıştır. Yapılan saksı

çalışmalarında ise, GE ve 1 mM SA kombinasyonu *Fusarium solgunluğu* üzerine en yüksek etkiyi göstermiş ve hastalık şiddetini %70 oranında azaltmıştır.

Marulda mildiyö etmeni *Bremia lactucae*'ye karşı DL-β-amino-n-butyric asit (BABA)'in etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, BABA'nın 0-10mM konsantrasyonu patojen inokulasyonundan 1-3 gün sonra yapraklara püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Sonuçta, 10mM BABA konsantrasyonunun mildiyöye karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ederek tamamen koruma sağlamada yeterli olduğu bildirilmiştir (Pajot ve ark., 2001).

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. (Smith-Becker ve ark., 2003).

Altınok (2006), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde patlıcanda *Fusarium solgunluk* hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* (FOM)'nın yaygınlık oranı ile moleküler karakterizasyonunu ve bitkide hastalığa karşı dayanıklılık uyarıcı abiyotik (Acibenzolar-S-Metil; ASM) ve biyotik (patojen olmayan *Fusarium* sp.) faktörlerin hastalığın gelişimine olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda her iki dayanıklılık uyarıcısında hastalığın önlenmesinde etkin olduğu belirlenmiştir. FOM uygulandıktan 72 saat sonra patojen olmayan *Fusarium* sp. uygulamasının, kontrole göre %75.47, ASM uygulamasının ise %67.6 oranında etki gösterdiği saptanmıştır. Arazi denemelerinde FOM uygulamasının hastalığın kontrol edilmesinde %50.61 ve ASM uygulamasının ise %37.65 oranında etkili olduğu bulunmuştur. Buna göre hastalığın önlenmesinde patojen olmayan *Fusarium* uygulamasının ASM uygulamasından daha etkin olduğu hem saksı hem de arazi denemeleriyle tespit edilmiştir.

Güven (2007), Salisilik asit (SA) ve DL-β-amino-n-butyric asit (BABA)'in *in vitro*'da *Sclerotium rolfsii*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkilerini araştırmıştır. SA, PDA ortamında patojenin miseliyal gelişimini doz artışına bağlı olarak azaltırken

300 ppm'de tamamen inhibe etmiştir. Ancak, BABA' daki uygulama dozu 1000 ppm'e kadar artmasına rağmen, koloni gelişimi etkilenmemiştir.

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 0.1ve 1mM arasında değişen konsantrasyonlarının etkili olduğu görülmüştür.

*In vitro* koşullarda, 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 (Wu ve ark., 2009).

Karpuzda solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON) patojeninin sürekli toprak işleme sisteminde önemli düzeyde ürün kaybına yol açtığı, fakat bitkilerin bir arada ekildiği sistemde (intercropping system) bu hastalığın azaldığı bildirilmiştir. Buna yönelik yapılan bir çalışmada, çeltik ve karpuz bitkileri bir arada ekilerek bu bitkilerin köklerinden salgılanan eksudatların karpuzda solgunluk patojeni FON'a karşı alelopatik etkisi belirlenmiştir. Bunun için bitkilerin köklerinde var olan eksudatları belirlemek amacıyla HPLC analizleri yapılmış ve bu analiz için çeşitli yapıdaki bileşikler (gallic, p-coumaric, p-hydroxybenzoic, salicylic, phthalic, vanillic, syringic, ferulic, benzoic ve cinnamic asit) kullanılmıştır. Ayrıca, *in vitro* koşullarda alanine'in 7 farklı (0, 5, 10, 20, 40, 80 ve 160 mg.L<sup>-1</sup>) ve p-coumaric asidin 5 farklı (0, 200, 400, 800 ve 1.600 mg.L<sup>-1</sup>) konsantrasyonunun patojenin miseliyal gelişmesine olan etkisini belirlemek amacıyla denenmiştir. Çalışma sonucunda;

1) Karpuz bitkisinden salgılanan kök eksudatları (REW) patojenin spor çimlenmesini ve sporulasyonunu arttırırken, buna karşılık çeltikten salgılanan eksudatların (RER) azaltmıştır.

2) HPLC analizlerine göre; salisilik asit, p-hydroxybenzoic asit ve phthalic asitler iki bitkinin eksudatlarında tespit edilmiş, fakat p-coumaric asit sadece çeltikte ve ferulic asitise sadece karpuzda görülmüştür.

3) Alanin patojenin spor çimlenmesini ve sporulasyonunu artırırken, p-coumaric asit ise azaltmıştır.

Bu sonuçlara göre, çeltik kök eksudatlarının anti-fungal özelliklere sahip olduğu ve bu hastalığın kontrol edilmesinde birlikte ekim sisteminin ümit var olduğu rapor edilmiştir (Hao ve ark., 2010).



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, patojenite testlerinde kullanılan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON) izolatları Adana Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü çalışanlarından Zir.Yük.Müh. Tahsin AY'dan sağlanmıştır.

Bitki materyali olarak Crimson Tide ve Sugar Baby karpuz çeşitleri kullanılmıştır.

Patojen ve hastalık oluşumu üzerine etkilerin araştırılmasında, birçok bitkide dayanıklılığı teşvik edici özelliği olan Salisilik asit (SA:Sigma), DL-β-amino-n-butyric asit (BABA: Sigma) ve Acibenzolar S-Methyl (ASM) kimyasalları, ayrıca mikorizal funguslar olarak *Glomus mosseae* (GM), *Glomus etunicatum* (GE), *Glomus fasciculatus* (GF), *Glomus intraradices* (Gİ) ve *Gigaspora margarita* (GİM) türleri çalışmada yer almıştır.

#### 3.2. Metod

##### 3.2.1. FON İzolatlarının Patojenite Çalışmaları

FON'un saf kültürler Nelson ve ark. (1983)'e göre FON oldukları belirlendikten sonra daha sonraki aşamalarda kullanılmak amacıyla cam deney tüpleri içerisinde PDA besi ortamında kültüre alınarak ve 4°C sıcaklıkta ve kağıt kültürlerde -18°C sıcaklıkta saklanmıştır.

Patojenite çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'a duyarlı olduğu bilinen Sugar Baby karpuz çeşidi kullanılmıştır. 121°C 2 saat süreyle steril edilmiş dere kumuna, Sugar Baby çeşiti karpuz tohumları ekilmiştir. 15-20 gün sonunda, fidelerin ilk gerçek yaprakları oluştuğundan sonra patojen inokulasyonu yapılmıştır.

Diğer yandan infekteli bitkilerden izole edilerek saflaştırılan *Fusarium* izolatlarından konidial inokulum üretimi için, izolatlar eğik agardan Czapek-Dox agar ortamına aktararak 25°C sıcaklıkta 1 hafta süreyle inkübe edilmiştir.

İnkübasyon süresi sonunda inokulasyonun yapılacağı gün gelişen koloniler spatül yardımı ile petri yüzeyinden sıyrılmış ve steril saf su ile yıkanarak spor süspansiyonu elde edilmiştir. Elde edilen spor süspansiyonlarının Thoma lamı yardımı ile spor yoğunluğu belirlenmiş ve konsantrasyonları  $10^6$  spor/ml'ye ayarlanmıştır.

İnokulasyon işleminde, kum ortamından dikkatlice sökülen ilk gerçek yaprakları çıkmış Sugar Baby çeşidi fidelerin kökleri çeşme suyu altında yıkanarak kökleri, uçlarından itibaren 2cm kesilmiştir. Kökler izolatların, yoğunluğu  $10^6$  spor/ml'ye ayarlanmış spor süspansiyonuna daldırılıp 5 dakika süreyle bekletilmiştir. İnokule edilen fideler steril dere kumu doldurulmuş saksılara dikilmiştir. Bu fideler kontrollü iklim odası koşullarında ( $24^{\circ}\text{C}$  sıcaklık, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık) tutulmuştur. Bitkilerde 3 hafta boyunca hastalığın belirtisi olan solgunluklar izlenerek izolatların patojen olup olmadığı ortaya konmuştur. Ayrıca, bu bitkilerdeki infeksiyon oluşumu Barnes (1972) tarafından geliştirilen skala modifiye edilerek değerlendirilmiştir (0: Hastalık yok; 1: Solgunluk belirtisi gösteren bitkiler; 2: Ölmekte olan bitkiler; 3: Ölü bitkiler). Skala değerleri üzerinden hastalık şiddeti değerleri hesaplanarak, varyans analizi ve LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve virülensliği en yüksek izolat diğer çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir. Patojenite çalışması 5 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

### **3.2.2. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**

#### **3.2.2.1. Mikorizal Fungus İnokulumunun Üretilmesi**

Saksı denemelerinde kullanılmak üzere *Glomus mosseae* (GM), *Glomus etunicatum* (GE), *Glomus fasciculatus* (GF), *Glomus intraradices* (Gİ) ve *Gigaspora margarita* (GİM)'nin inokulum üretimi yapılmıştır.

Yetiştirme ortamı olarak, 1:1 oranında toprak:torf karışımı kullanılmıştır. İnokulum üretimi 20cm çaplı saksılarda yapılmış ve üretim bitkisi olarak mısır 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). Yaklaşık 2.5-3 aylık üretim süresi boyunca bitkiler saf su ile sulanmıştır (Şekil 3.1). Üretim dönemi sonunda bitkilere su verilmemiş ve tamamen kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra bitkiler kök boğazı kısmından kesilerek yeşil aksam uzaklaştırılmış, saksı içeriği beyaz plastik kütvetler içerisine boşaltılarak, kökler küçük parçalar halinde kesilmiştir. Ardından kökler ve yetiştirme ortamı karıştırılarak çalışmaların diğer aşamalarında kullanılmak amacıyla, +4°C'de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Mikorizal Fungusların Kök Kolonizasyonu Yoluyla Üretildiği Mısır Bitkileri

### 3.2.2.2. Mikorizal İnokulumdaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesi

Üretimi yapılan inokulumdaki mikorizal spor yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla ıslak eleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, nematologların toprak canlılarının izolasyonunda kullandıkları yöntem esas alınarak Gerdaman ve Nicholson (1963) tarafından belirtildiği şekilde uygulanmıştır. GM, Gİ, GF, GE ve

GİM inokulumundan 10 gr toprak örneği tartılarak ayrı ayrı beher glass içerisine konulmuş ve üzerine 100 ml su ile birlikte kalgon görevi görmesi için 1-2 damla sıvı deterjan ilave edilmiştir. Çözelti yarım saat süreyle bir magnetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Çözelti karıştırıldıktan sonra farklı gözenek boyutlu eleklerden (710, 250, 125 ve 53 µm'luk elekler altta en küçük elek olacak şekilde yerleştirilir) geçirilmiş ve çözelti berraklaşmaya kadar çeşme suyuyla toprak materyali yıkanmıştır. Ardından santrifüj ve şekerli çözülden geçirilen toprak materyali, saf su yardımı ile petri kaplarına aktarılmış ve stereo mikroskop altında 40-60 büyütme ile spor sayımı yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Mikorizal Fungusların Topraktaki Spor Yoğunluklarının Belirlenmesinde Kullanılan Islak Elemeden Bir Görünüm

### 3.2.2.3. Mikorizalı Karpuz Fidelerinin Yetiştirilmesi

Karpuz fidelerinin üretimi viyollerde yapılmış ve yetiştirme ortamı olarak sadece makro ve mikro besin maddeleri içeren torf kullanılmıştır. Crimson Tide karpuz çeşidine ait tohumlar, her viyol bölmesine bir çekirdek olacak şekilde torf ortamına ekilmiş ve bu viyoller 25°C sıcaklık 12+12 saat aydınlık/karanlık koşulların sağlandığı iklim odasında tutulmuştur. Tohum ekimini takiben 17 gün sonra bu

fideler viyollerden 14x14x30cm ebatlarındaki plastik saksılara şaşırtılmıştır. Bu saksılarda yetiştirme ortamı olarak makro ve mikro besin maddeleri ilave edilmiş torf+Ürgüp taşı karışımı kullanılmıştır. Şaşırtma işlemi sırasında 3.2.2.2 bölümünde açıklandığı gibi spor yoğunlukları belirlenmiş olan mikorizal fungus inokulumu, 150 spor/10g toprak olacak şekilde fide dikim çukuruna uygulanmış ve ardından fide dikimi yapılmıştır. Şaşırtılan fideler Ç.Ü. Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi'ndeki screen house'lara yerleştirilmiştir. Bu çalışmada her mikoriza türü için 16 bitki olmak üzere toplam 80 mikorizalı bitki yetiştirilmiş ve bu bitkilerin yarısı mikorizal fungusların bitki gelişmesi, diğer yarısı da FON'un hastalık oluşturması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

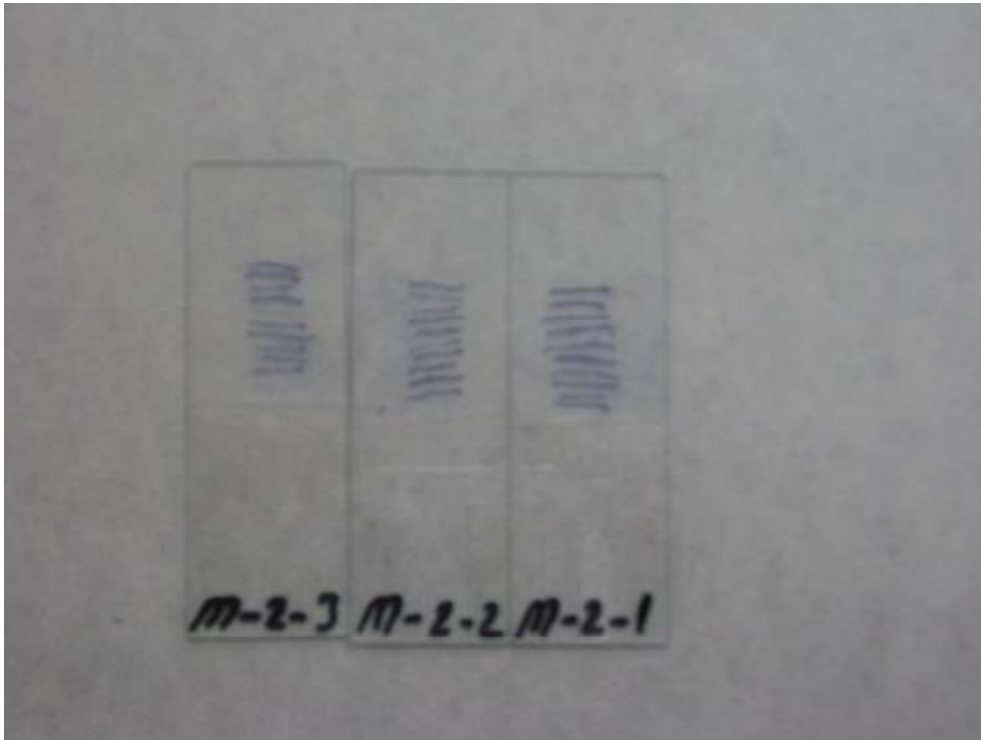
#### **3.2.2.4. Karpuz Fidelerinde Mikorizal Kolonizasyonun Belirlenmesi**

Mikorizal inokulasyon yapılmış karpuz fidelerinde yaklaşık 4 hafta sonra kök kolonizasyonu belirlenmiştir. Bu iş için, öncelikle Ç.Ü. Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezindeki screen house'larda yetiştirilen mikorizalı karpuz fideleri saksılardan sökülerek laboratuara getirilmiştir. Ardından bu fidelerin kökleri çeşme suyu ile yıkanarak, fazla suyu temiz gazete kağıtları ile alınmıştır. Her bir uygulamaya ait bitkilerin kılcal kökleri yaklaşık 1cm uzunluğunda kesilerek ayrı ayrı test tüpleri içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). Tüp içerisindeki kökler tamamen kapanacak şekilde %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 2N HCL ilave edilmiştir. Aynı sıcaklıkta kökler temizleninceye kadar (yaklaşık 10 dakika) bekletilmiş ve daha sonra HCL uzaklaştırılarak %0.1'lik Trypan Blue eklenmiş ve tekrar 65°C sıcaklıkta yarım saat süreyle etüvde tutulmuştur. Son aşamada Trypan Blue dökülerek laktik asit ilave edilmiş ve aynı sıcaklık ve sürede etüve bekletilmiştir (Koske ve Gemma, 1989).

Etüvden çıkarılan örnekler ayrı ayrı petri kaplarına aktarılmış ve mikroskop lamı üzerine temiz bir pens aracılığıyla 10'arlık kökler şeklinde dizilmiştir (Şekil 3.4). Köklerdeki mikorizal kolonizasyon 40-60 büyütme mikroskop altında belirlenmiş ve kolonizasyon oranı (%) doğru orantı ile belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Mikorizal Kolonizasyonun Belirlenmesi İçin Tüplere Alınmış Kılcal Kökler



Şekil 3.4. Kök Boyaması Yapılarak Mikroskopta Mikorizal Kolonizasyonu İncelemeye Hazırlanmış Lam Üzerindeki Kılcal Kökler

### 3.2.2.5. Patojen İnokulasyonu ve Hastalık Oluşumunun Değerlendirilmesi

Mikorizalı fidelere FON inokulasyonu, FON'un buğdayda yetiştirilmiş inokulumu ile yapılmıştır. Bunun için, öncelikle buğday daneleri suda haşlanmıştır. Haşlanan daneler süzgeçten geçirilip suyu süzildükten sonra temiz gazete kağıtları üzerinde kurutulmuş ve 500 ml'lik cam serum şişelerin içerisine, şişelerin yarısına kadar doldurulmuştur. Daha sonra bu şişeler otoklavda 121°C sıcaklık ve 1 atm basınçta 60 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Otoklav işleminin ardından, daneler yeterince soğuduktan sonra, petrideki PDA ortamında geliştirilmiş 1 haftalık taze FON kültürlerinden, 5 mm'lik miseliyal diskler kesilmiş ve bu disklerden her bir şişeye 3-4 adet atılarak inokulasyon yapılmıştır. FON ile inokule edilmiş buğday daneleri içeren şişeler 24°C'de inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon süresince, 5. günden itibaren, 2 günde bir kez şişelerdeki daneler çalkalanmış ve böylece tüm danelerin homojen bir biçimde kolonizasyonu sağlanmıştır. İnkubasyonun 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'da muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5).

Patojen inokulasyonu, Bölüm 3.2.2.3'de belirtildiği şekilde yetiştirilen mikorizalı fidelerin kök boğazına yakın kısımlarında yara açılarak her saksı toprağına 2 g inokulum toprak içerisine karıştırılarak uygulanmıştır (Wildermuth ve McNamara, 1994). Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.6).

Patojen inokulasyonundan 20 gün sonra screen house'larda tutulan bitkilerde hastalık gelişimi Postma ve Rattink (1992)'in 0-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skalaya göre;

- 0: Simptom yok
- 1: Şüpheli belirtiler
- 2: Sınırlı lokal belirtiler
- 3: İyi gelişmiş belirtiler
- 4: Şiddetli solgunluk
- 5: Tamamen solgun ve ölü bitki olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.5. Kitle Halinde Buğday Danelerinde Üretilmiş FON Kültürü



Şekil 3.6. Kökboğazı Bölgesine FON Buğday İnokulumu Uygulanmış Karpuz Bitkisi

Elde edilen skala değerleri üzerinden indeks ve hastalık şiddeti (%) değerleri hesaplanarak varyans analizi yapılmış ve LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.

### 3.2.3. 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 gelişimde önemli olan parametreler incelenmiştir. Çalışmada Bölüm 3.2.2.3.'de belirtilen şekilde yetiştirilen mikorizalı fideler kullanılmış ve ayrıca kontrol uygulamaları yer almıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 tekerrürlü olarak screen house'larda yürütülmüştür.

Bitki yeşil aksam ve kök yaş-kuru ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla, bitkiler saksılara şaşırtıldıktan yaklaşık 30 gün sonra hasat edilmiş ve her bitkinin yeşil aksam ve kök kısmı kesilerek birbirinden ayrılmıştır. Bitkilerin kök kısımları önce bol çeşme suyu ile yıkanmış ardından bu kökler temiz gazete kağıtları üzerinde bir süre kurutmaya bırakılmıştır. Her bir uygulamaya ait bitkilerin yeşil aksam ve köklerinin yaş ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Yaş ağırlıkları alınan bitkilerin yeşil aksam ve kökleri 60°C'da 48 saat süreyle kurutulmuş ve tartılarak yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.7). Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve LSD çoklu karşılaştırma testi ile uygulamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.

### 3.2.4. SA, BABA ve ASM'in *in vitro*'da FON'un Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

SA, BABA ve ASM'in PDA besi ortamında *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'un miseliyal gelişimine olan etkilerini belirlemek amacıyla SA'in 0-300 ppm konsantrasyonlarda, BABA ve ASM'nin 0-1000 ppm arasındaki konsantrasyonları denenmiştir. Bu amaçla, cam deney tüplerinde 10 ml hacminde PDA besi ortamı hazırlanmış ve bu besi ortamları 121°C'de, 1 atm basınçta 15 dakika süreyle

otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra steril edilen besi ortamları 52°C’de çalışan su banyosu içerisine konularak sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Diğer yandan, steril distile su içeren şişelerde SA, BABA ve ASM’ in stok solüsyonları hazırlanmış ve her bir deney tüpü için gereken solüsyon miktarı mikropipetör ile 10ml’lik ortamlara enjekte edilmiştir. Daha sonra, bu tüplerdeki ortamlar vortexte karıştırılarak 9cm çaplı petrilere dökülmüş ve ortamların katılaşıp soğumasının ardından FON’un 1 haftalık kültürlerinden 5mm çaplı miseliyal diskler alınarak, her bir petriye 1 adet ekilmiştir. Petrilere 1 hafta süreyle 24°C sıcaklıkta inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda gelişen kolonilerin çapları ölçülerek kaydedilmiş ve elde edilen rakamlardan varyans analizi yapılarak, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklar ortaya konmuştur. Deneme her petri 1 tekrür olacak şekilde 3 tekrürlü olarak kurulmuştur.



Şekil 3.7. Kök ve Yeşil Aksam Kuru Ağırlıkları Elde Etmek İçin Bitki Kısımlarının Etüvde Kurutulması

### 3.2.5. SA, BABA ve ASM'in FON'un Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

SA, BABA, ve ASM'in, FON'un üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan saksı çalışmasında, her üç kimyasalın iki ayrı konsantrasyonda toprak ve yaprak uygulamalarının etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Bunun için, Ç.Ü. Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama merkezi'ndeki bilgisayar kontrollü cam seralarda viyoller içerisinde yetiştirilen karpuz fideleri 15-20 cm çaplı plastik saksılara aktararak screen house'lara yerleştirilmiştir. Bitkiler saksılara dikildikten 2 hafta sonrada SA, BABA ve ASM uygulamaları yapılmış ve ardından 1 gün sonra FON'un buğday danelerinde hazırlanan inokulumu, Bölüm 3.2.2.5'de belirtilen miktarlarda bitkilerin kökboğazına yakın kısımlarına uygulanmıştır.

SA, BABA ve ASM'in toprak uygulamaları için 100 ve 200mg/kg toprak, yaprak uygulamaları için ise her üç kimyasalın 500 ve 1000ppm konsantrasyonları kullanılmıştır. SA, BABA ve ASM'in yaprak uygulaması 2 kez yapılmış ve ikinci uygulama patojen inokulasyonundan 1 hafta sonra bir el pülverizatörü aracılığıyla bitkinin üst kısmına püskürtülerek gerçekleştirilmiştir.

İkinci yaprak uygulamalarından 24 gün sonra semptom değerlendirilmesi 0-5 skalasına göre yapılmıştır (Postma ve Rattink, 1992). Bu skalaya göre;

- 0:** Semptom yok
- 1:** Şüpheli semptomlar
- 2:** Sınırlı lokal semptomlar
- 3:** İyi gelişmiş semptomlar
- 4:** Şiddetli solgunluk
- 5:** Tamamen solgun ve ölü bitki olarak değerlendirilmiştir.

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. FON İzolatlarının Patojenite Çalışmaları

Patojenite çalışmalarında kullanılmak amacıyla, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü çalışanlarından Zir.Yük.Müh. Tahsin AY'dan sağlanan FON izolatları FON-1'den FON-14'e kadar kodlanmıştır. Bu 14 FON izolatı ile Sugar Baby karpuz çeşidinde patojenite testleri yürütülmüştür. Sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. FON İzolatlarının Sugar Baby Karpuz Çeşidinde Oluşturdukları Hastalık İndeks ve Hastalık Şiddeti Değerleri (%)

FON izolatları	Hastalık İndeks Değeri	Hastalık Şiddeti (%)
Fon-1	0,6	20,0 bcd
Fon-2	0,4	13,3 bcd
Fon-3	0,8	26,7 abcd
Fon-4	0,0	0,0 d
Fon-5	1,6	53,3 a
Fon-6	1,0	33,3 abc
Fon-7	0,6	20,0 bcd
Fon-8	0,6	20,0 bcd
Fon-9	0,2	6,7 cd
Fon-10	1,0	33,3 abc
Fon-11	0,4	13,3 bcd
Fon-12	0,4	13,3 bcd
Fon-13	1,2	40,0 ab
Fon-14	1,2	40,0 ab

Çizelge 4.1'den de görüleceği gibi FON izolatları %0,0-53,3 arasında değişen oranlarda hastalık şiddeti meydana getirmiştir. FON-5 izolatı, %53,3 oranla bitkilerde en yüksek hastalık şiddeti değeri göstermiş olup istatistiksel olarak da tek başına diğer izolatlardan farklı bir grup oluşturmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda virülensliği en yüksek bulunan bu izolat kullanılmıştır.

#### 4.2. Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranları ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkileri

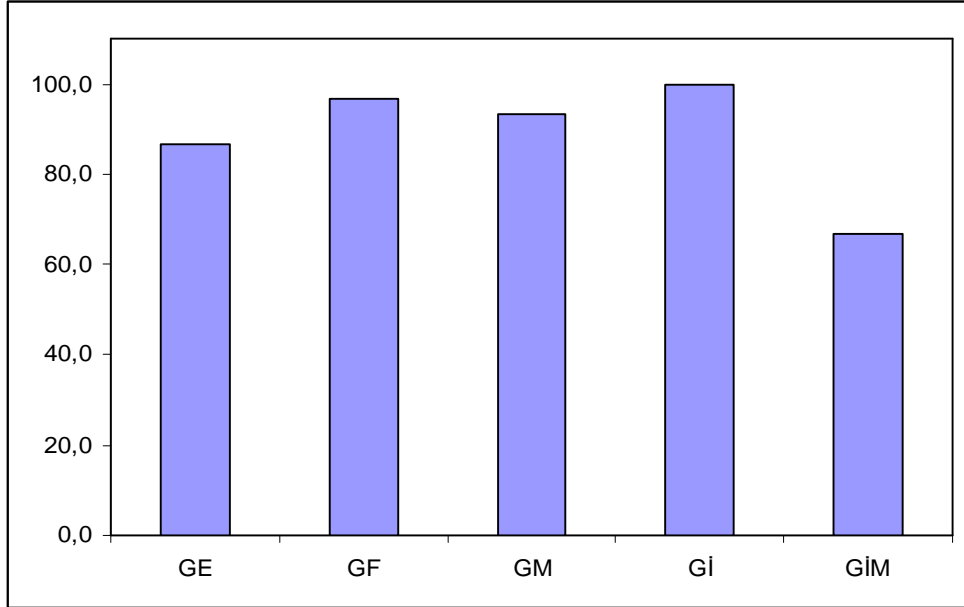
Mikorizal fungus GE, GF, GM, Gİ ve GİM'in karpuz bitkilerinin köklerindeki kolonize olma yetenekleri mikorizal inokulasyondan 4 hafta sonra değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi mikorizal funguslar karpuz köklerinde %66,7-100 arasında değişen oranlarda kolonize olmuşlardır. Gİ, GF ve GM inokulasyonu yapılan bitkilerde kolonizasyon oranları sırasıyla %100, %96,7 ve %93,3 ile diğer iki türden daha yüksek olmuştur. GE ve GİM türlerinin ise karpuz bitkilerindeki kolonizasyon oranları sırasıyla %86,7 ve %66,7 oranlarında bulunmuş, ancak tüm mikorizal türler istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermemişlerdir. Ayrıca tüm mikorizal türler kökler içerisinde yoğun bir sporulasyon göstermişlerdir (Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkisinin Köklerinde Kolonizasyon Oranları (%)

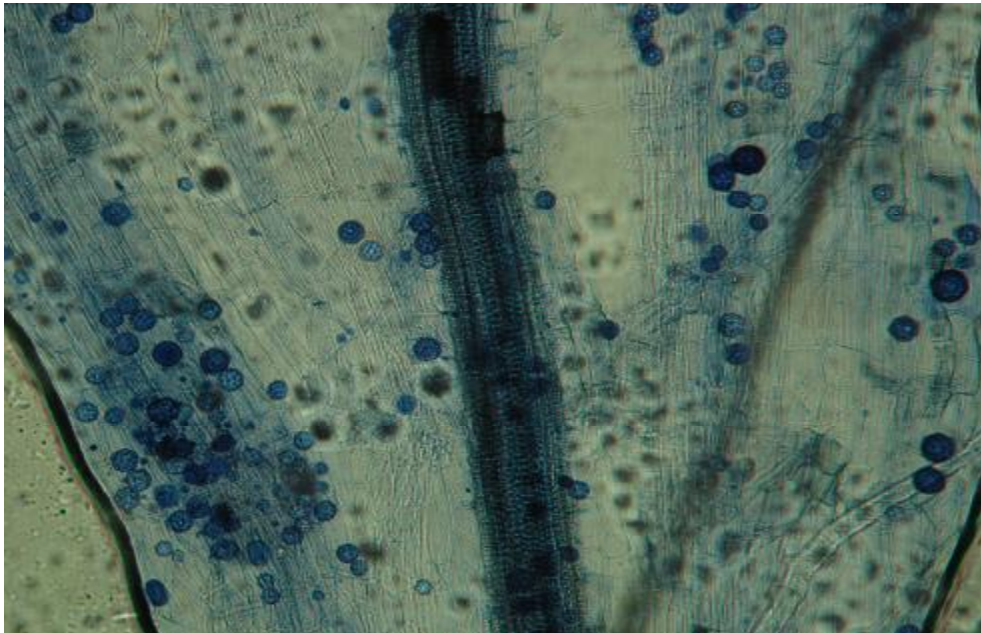
Mikorizal Funguslar	10 Kökteki İnfekteli Kök Sayısı	İnfekteli Kök Oranı (%)
<i>Glomus etunicatum</i>	8,7 a	86,7 a
<i>Glomus fasciculatus</i>	9,7 a	96,7 a
<i>Glomus mosseae</i>	9,3 a	93,3 a
<i>Glomus intraradices</i>	10,0 a	100,0 a
<i>Gigaspora margarita</i>	6,7 a	66,7 a

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). Afek ve ark. (1991), *Glomus intraradices*'in köklerdeki kolonizasyon oranının pamukta %65, soğanda %59 ve biberde %63 oranında olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Özgönen (2004), de çalışmasında kullandığı 4 mikorizal fungusun köklerde %61,3- 68,1 arasında kolonize olduklarını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda kolonizasyon oranının %100'e kadar ulaşması, kullanılan

yöntemlerdeki küçük farklılıkların yanı sıra, karpuzta kolonizasyonun bazı mikorizal türlerde daha yüksek olduğunu gösterebilir.



Şekil 4.1. Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerindeki Kök Kolonizasyon Oranları (%)



Şekil 4.2. Mikorizal Fungusların Karpuz Bitkilerinin Köklerinde Oluşturduğu Sporlar (10x20)

Mikorizal inokulasyon yapılan karpuz 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 4.3 ve 4.4; Şekil 4.3).

Çizelge 4.3. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Ağırlıkları ve Artış Oranları (%)

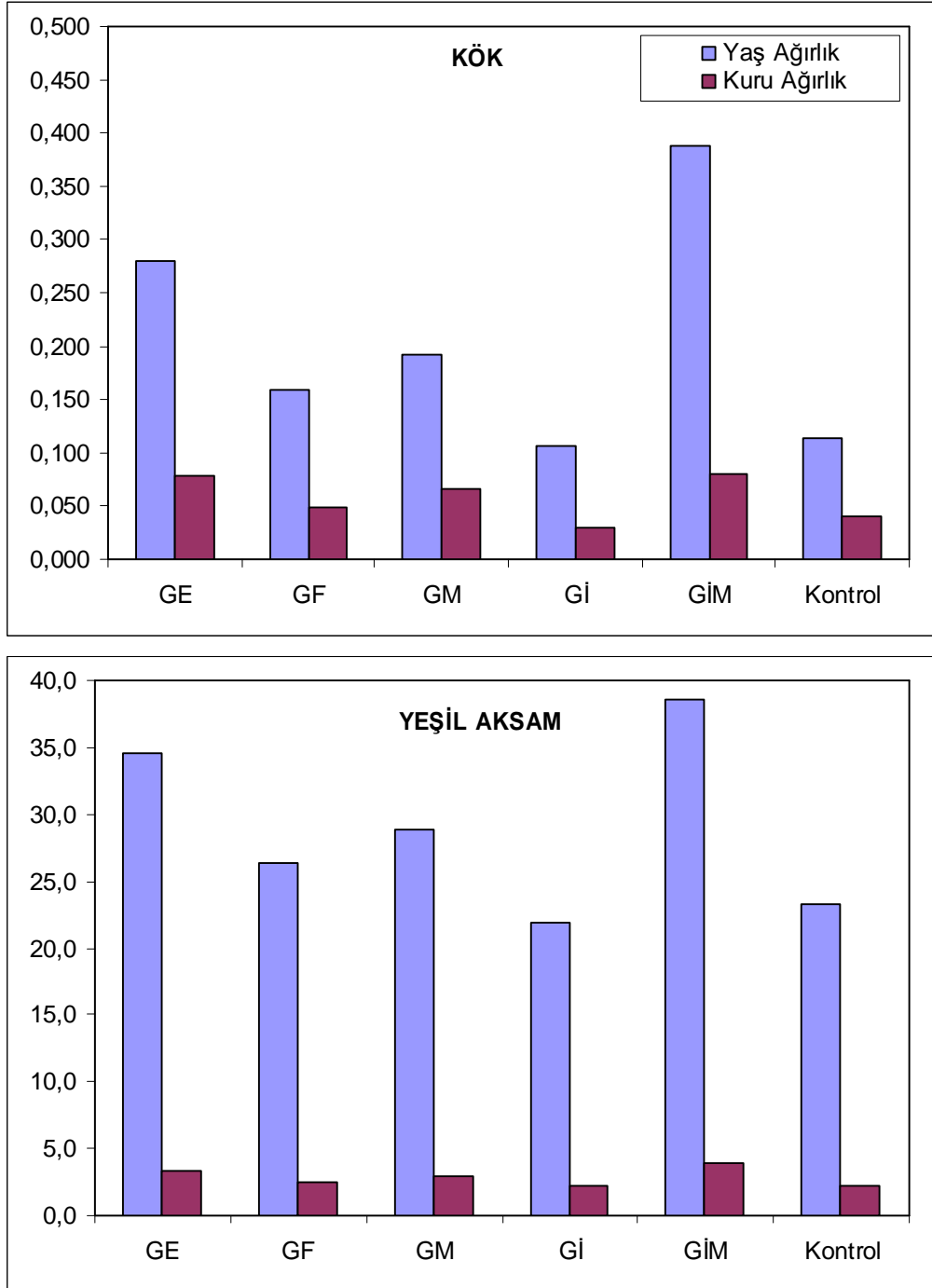
Uygulamalar	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)
<i>Glomus etunicatum</i>	0,279 ab	144,5	0,078 a	96,2
<i>Glomus fasciculatus</i>	0,160 bc	39,8	0,049 ab	23,0
<i>Glomus mosseae</i>	0,192 bc	68,1	0,066 ab	66,0
<i>Glomus intraradices</i>	0,106 c	-7,2	0,030 b	-25,8
<i>Gigaspora margarita</i>	0,389 a	240,6	0,081 a	102,5
Kontrol	0,114 c		0,040 b	

Çizelge 4.4. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Ağırlıkları ve Artış Oranları (%)

Uygulamalar	Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g)	Artış Oranı (%)
<i>Glomus etunicatum</i>	34,5 a	48,0	3,332 ab	45,5
<i>Glomus fasciculatus</i>	26,3 b	12,7	2,517 b	9,9
<i>Glomus mosseae</i>	28,9 ab	23,6	2,897 ab	26,5
<i>Glomus intraradices</i>	21,9 b	-6,0	2,229 b	-2,7
<i>Gigaspora margarita</i>	38,6 a	65,2	3,922 a	71,2
Kontrol	23,3 b		2,291 b	

Çizelge 4.3'den görüleceği gibi, kök ağırlığında en fazla artış oranı GİM ve GE kolonizasyonları ile elde edilmiştir. GİM ve GE kök yaş ağırlıklarında sırasıyla, %240.6 ve 144.5, kuru ağırlıklarında ise %102.5 ve 96.2 oranlarında artış sağlamışlardır. GM ve GF ise kök yaş ağırlıklarında sırasıyla %68.1 ve 39.8, kuru ağırlıklarında ise %66.0 ve 23.0 oranlarında kök ağırlıklarını arttırmışlardır. Gİ'nin

bitki kök gelişmesine herhangi bir katkısı olmamış ve kök ağırlıkları kontrol bitkilerle benzer bulunmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök ve Yeşil Aksam Ağırlıkları (g).

Mikorizal fungusların yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları artışına etkisi, kök ağırlıklarına benzer olmuş, ancak artış oranı daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Yeşil aksam ağırlıklarını en fazla arttıran yine GİM ve GE olurken, yaş ağırlık artış oranları sırasıyla, %65.2 ve 48.0, kuru ağırlık artış oranları ise %71.2 ve 45.5 olarak hesaplanmıştır. GM ve GF'nin yeşil aksam ağırlıklarındaki artışa etkileri çok daha az olmuş ve yaş ve kuru ağırlıkları sırasıyla, %23.6-26,5 ve %12,7-9.9 oranlarında arttırabilmişlerdir. Gİ ise kök ağırlıklarında olduğu gibi, yeşil aksam ağırlıklarını da etkilememiş ve kontrolle benzer sonuçlar vermiştir. 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) ise, biber bitkilerinde aynı mikorizal türün sürgün yaş ve kuru ağırlıklarını %13.9 ve 16.1 oranında arttırdığını belirtmiştir ki, bu bizim bulgularımıza benzerdir. Ayrıca ağırlık artış oranlarının bitki türüne göre farklılıklar göstermesi de söz konusu olabilir.

Mikorizal fungus Gİ'nin karpuz bitkisindeki kök kolonizasyon oranı çok yüksek bulunmuş olmasına karşın (%100), bitki gelişmesini arttırıcı bir etki göstermemiştir. Buna karşın en düşük kolonizasyon gösteren GİM (%66.7) ise, tam aksine karpuz bitkisinin kök ve yeşil aksam gelişmesini en fazla arttıran mikoriza olmuştur. Özgönen (2004), 4 mikorizal fungusun (*Glomus etunicatum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus mosseae* ve *Gigaspora margarita*) biber köklerindeki kolonizasyonu ve bitki gelişmesine etkilerini araştırdığı çalışmada, kök kolonizasyon oranının %61.3-68.1 arasında yakın değerler göstermesine karşın, sürgün ve kök kuru ağırlıklarındaki artış oranının, sırasıyla %16.1-34.1 ve 16.4-58.6 gibi geniş varyasyon gösterdiğini belirtmiştir. Bu durum kök kolonizasyonu ile bitki gelişmesi arasında doğrusal bir ilişki olmadığını göstermektedir.

### 4.3. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

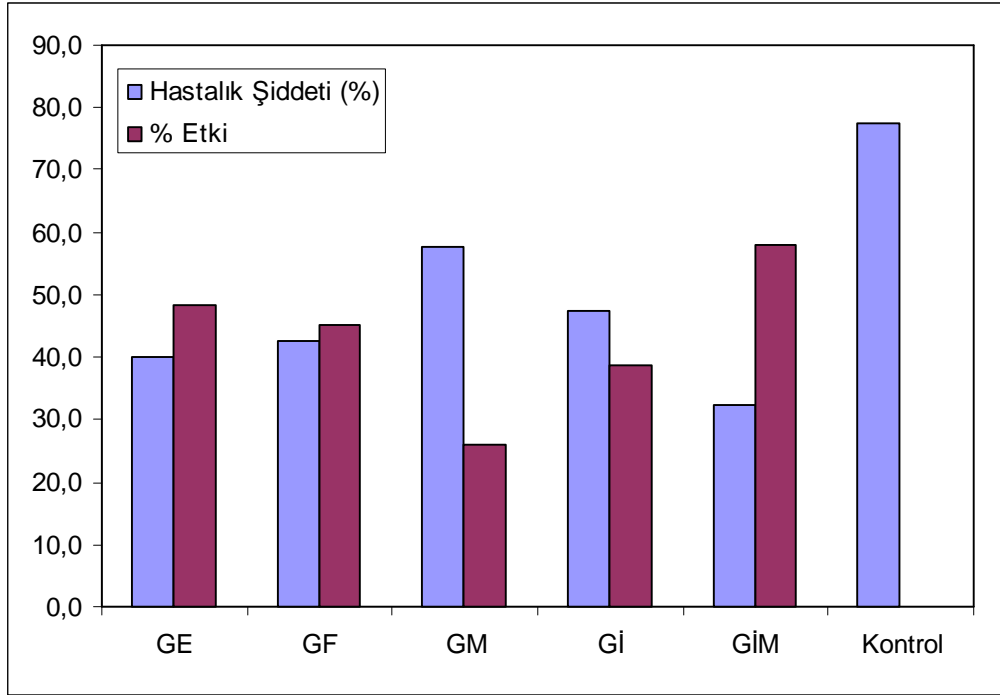
Mikorizal fungusların FON'un karpuz bitkilerinde hastalık oluşturması üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, mikorizal infeksiyonun gerçekleştirildiği tüm bitkilerde infeksiyon oluşumu, mikorizasız kontrole göre azalmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (%)

Uygulamalar	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki
<i>Glomus etunicatum</i>	40,0 a	48,4
<i>Glomus fasciculatus</i>	42,5 ab	45,2
<i>Glomus mosseae</i>	57,5 b	25,8
<i>Glomus intraradices</i>	47,5 ab	38,7
<i>Gigaspora margarita</i>	32,5 a	58,1
Kontrol	77,5 c	

Mikorizal funguslar, FON'un hastalık oluşturması üzerine %25,8-58,1 arasında değişen oranlarda etki göstermişlerdir. Kontrol bitkilerde hastalık şiddeti değeri %77,5 iken, GİM uygulamasında %32,5'a azalmış ve %58,1 ile en yüksek etki değerine sahip olmuştur. Bunun ardından, GE, GF ve Gİ hastalık şiddetini sırasıyla, %48,4, %45,2 ve %38,7 oranında engellemiştir. GM ise %25,8 oranı ile çalışmada yer alan türler içerisinde en düşük etkiye sahip olmuştur (Şekil 4.4 ve 4.5).

Son 30 yıldan beri, mikorizal fungusların özellikle toprak kökenli bitki patojen funguslarla interaksiyonları ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Krishna ve Bagyaraj (1983), mikorizal fungus ile inokule edilen bitkilerde *Sclerotium rolfsii*'nin sklerot sayısında ve kök infeksiyon oranında azalma olduğunu rapor etmiştir. 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. Yücel ve ark. (2001), sera koşullarında *Glomus mosseae* (yapay kültür) ve *Glomus intraradices* (ticari preparat)'in solarizasyon sonrası dikim çukuruna uygulandığı zamanda, 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.



Şekil 4.4. FON'un Karpuz Bitkilerinde Hastalık Oluşturması Üzerine Mikorizal Fungusların Etkisi



Şekil 4.5. FON İnokule Edilmiş Karpuz Bitkilerinden Bir Görünüm

Bu çalışmada, karpuz köklerinde diğer mikorizal funguslara oranla en düşük kolonizasyon gösteren (%66.7) GİM, bitki gelişmesini en fazla arttırılmasında (Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4) ve FON infeksiyonlarının engellenmesinde en etkili (%58.1) mikorizal tür olmuştur. Özgönen (2004), 4 mikorizal fungusun *Phytophthora capsici*'nin hastalık oluşturması üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, mikorizal kolonizasyon açısından türler arasında önemli bir fark olmazken, infeksiyonların saksı koşullarında %62.5-91.7, sera koşullarında %9.9-50.1 ve tarla koşullarında ise %14.4-57.2 oranında azaldığını ve önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Bu durum bize, mikorizal kolonizasyon oranının, bitki gelişmesinde olduğu gibi, infeksiyonların engellenmesi açısından da bir korelasyon olmadığını göstermektedir.

#### **4.4. SA, BABA ve ASM'in in vitro'da FON'un Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri**

Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılığı teşvik edici olarak bilinen SA, BABA ve ASM'nin, karpuz Fusarium Solgunluğu'na neden olan FON'un miseliyal gelişmesi üzerine etkileri *in vitro*'da denenmiştir.

SA'in 0-300ppm arasındaki konsantrasyonları FON'un miseliyal gelişmesi üzerine herhangi bir engelleyici etki göstermemiş ve 300ppm konsantrasyonda bile, miseliyal gelişme istatistiksel olarak kontrolle aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.6; Şekil 4.6 ve 4.7).

Diğer bir dayanıklılık teşvik edici kimyasal olan BABA, 0-1000ppm konsantrasyon aralığında testlenmiş ve konsantrasyon artışına bağlı olarak miseliyal gelişmenin engellendiği görülmüştür. Ancak en yüksek konsantrasyon olan 1000ppm'de bile, miseliyal gelişme sadece %25 oranında engellenebilmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.6 ve 4.8).

ASM uygulamasında ise, FON tüm konsantrasyonlarda kontrole oranla miseliyal gelişmede istatistiksel olarak farklılık gösterse de, en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar olan 100 ve 1000ppm'de miseliyal gelişme aynı olmuş ve ancak %13 dolaylarına kadar engellenebilmiştir (Çizelge 4.8; Şekil 4.6 ve 4.9).

Çizelge 4.6. SA'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi

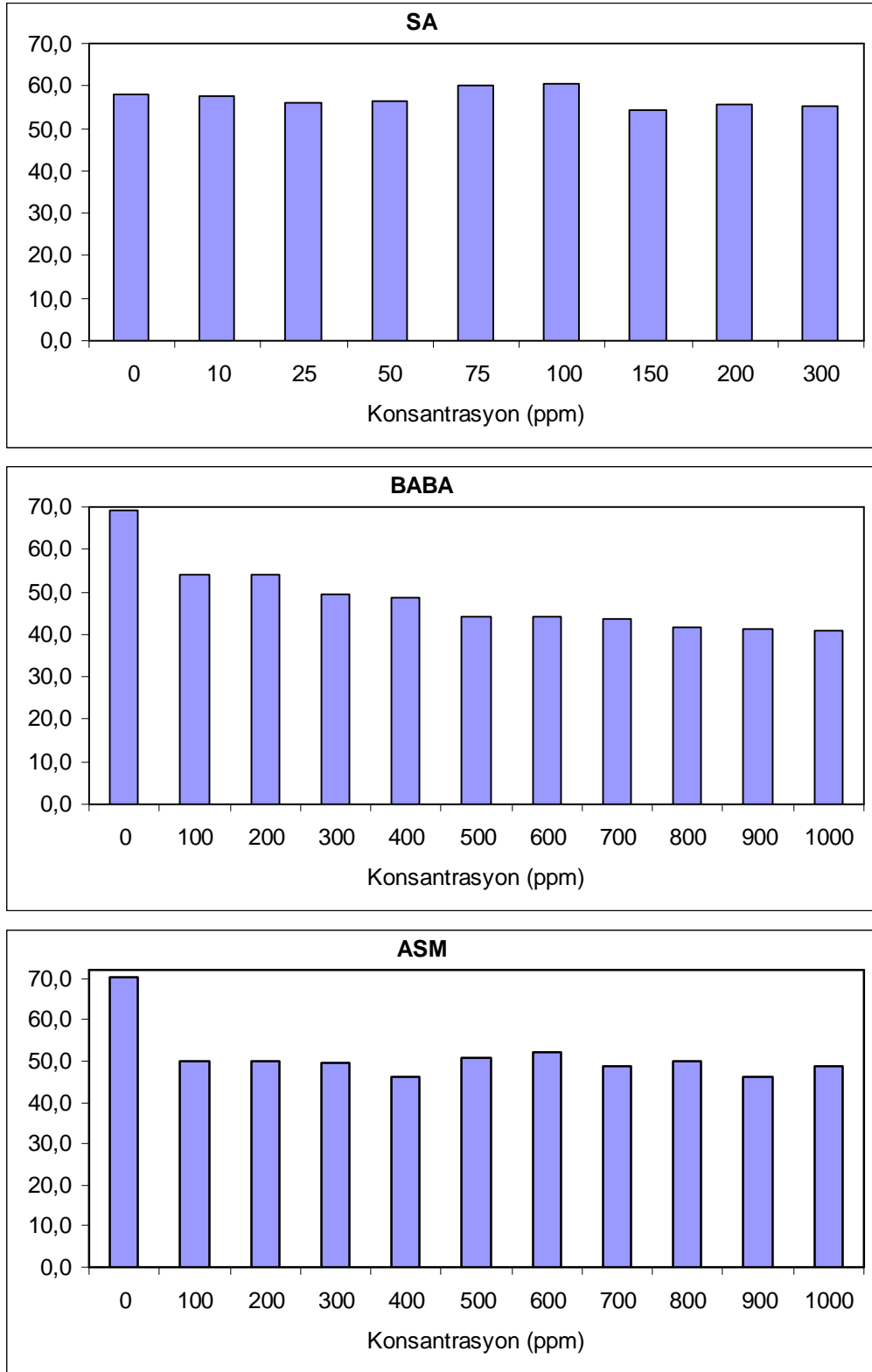
Konsantrasyon (ppm)	Koloni Çapı (mm)	Engelleme Oranı (%)
0	58,0 a	
10	57,5 a	0,9
25	56,2 a	3,2
50	56,5 a	2,6
75	60,2 a	-3,7
100	60,5 a	-4,3
150	54,5 a	6,0
200	55,5 a	4,3
300	55,2 a	4,9

Çizelge 4.7. BABA'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi

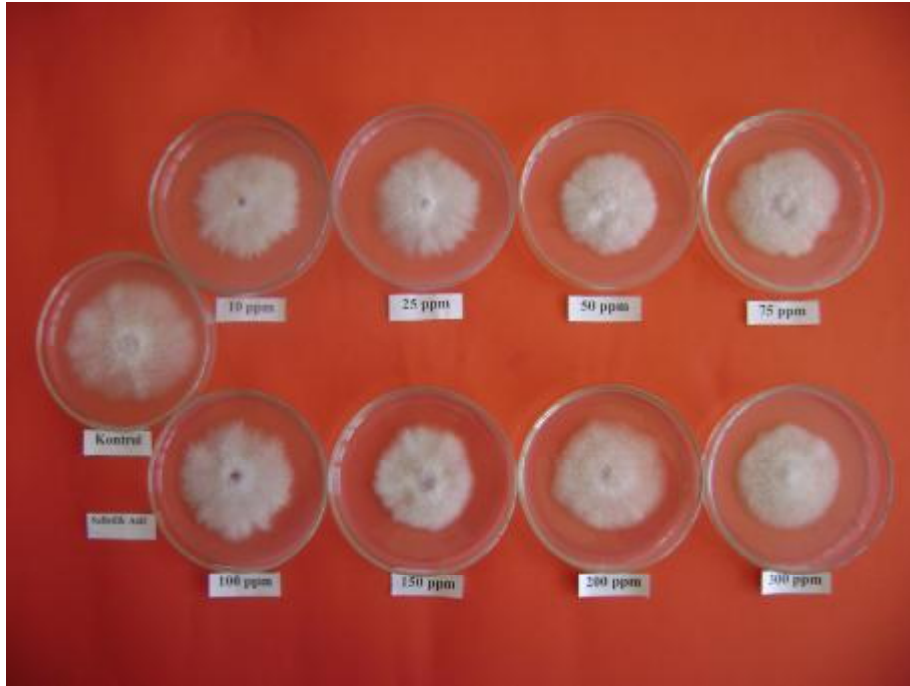
Konsantrasyon (ppm)	Koloni Çapı (mm)	Engelleme Oranı (%)
0	69,2 e	
100	54,0 d	5,8
200	54,0 d	5,8
300	49,5 cd	12,3
400	48,5 bcd	13,7
500	44,0 abc	20,2
600	44,2 ab	20,0
700	43,7 ab	20,7
800	41,7 a	23,6
900	41,0 a	24,6
1000	40,7 a	25,0

Çizelge 4.8. ASM'in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un Miseliyal Gelişmesi

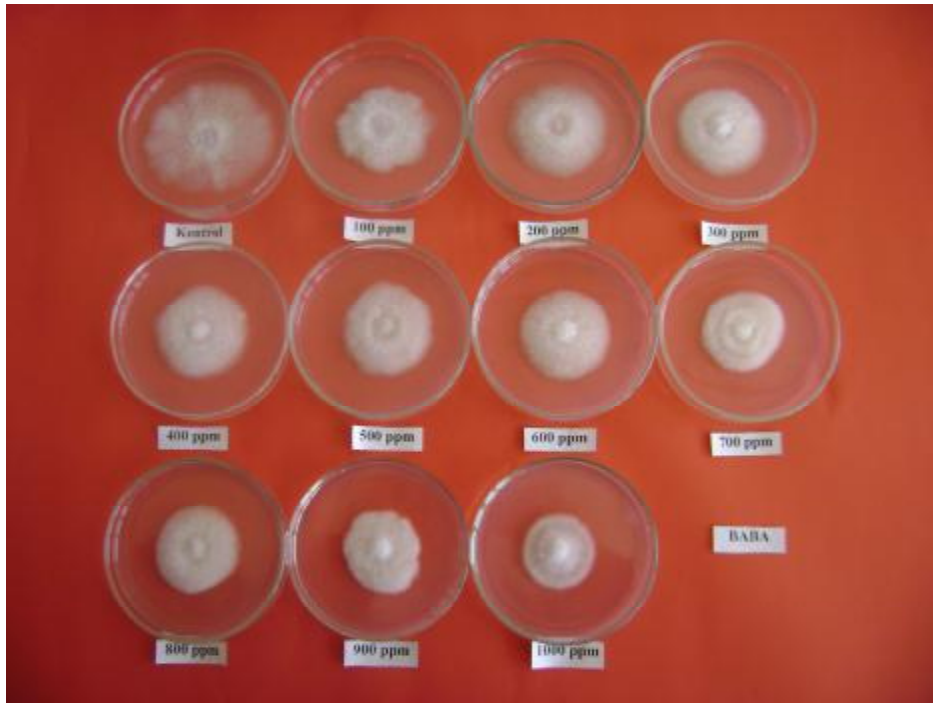
Konsantrasyon (ppm)	Koloni Çapı (mm)	Engelleme Oranı (%)
0	70,3 b	
100	49,8 a	11,6
200	50,2 a	11,1
300	49,5 a	12,1
400	46,2 a	16,8
500	50,7 a	10,4
600	52,2 a	8,3
700	48,5 a	13,5
800	49,8 a	11,6
900	46,2 a	16,8
1000	48,5 a	13,5



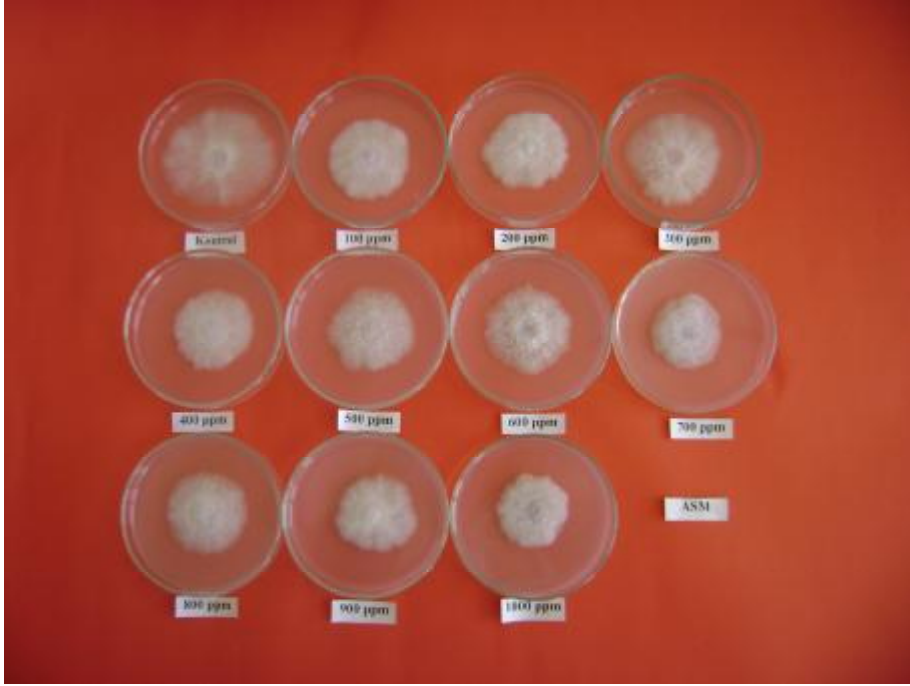
Şekil 4.6. Dayanıklılık Teşvikedici Kimyasalların in vitro'da FON'un Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri (%)



Şekil 4.7. Farklı Konsantrasyonlarda SA İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi



Şekil 4.8. Farklı Konsantrasyonlarda BABA İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi



Şekil 4.9. Farklı Konsantrasyonlarda ASM İçeren Ortamda FON'un Miseliyal Gelişmesi

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

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

Buna karşın Çökmüş ve Sayar (1991), *Pseudomonas syringae pv.tomato*'ya karşı SA'nın domates bitkisinde hastalık şiddetini %71,7-81 oranında azalttığını, buna karşın *in vitro*'da hiçbir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Bu çalışmalar ve bizim bulgularımız, patojenlerin sözkonusu kimyasallara çok farklı tepkiler verebildiğini göstermektedir.

#### 4.5. SA, BABA ve ASM'in FON'un Bitkide Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

Patojen infeksiyonlarına karşı bitkide dayanıklılık sağlayan kimyasallardan SA, BABA ve ASM'nin, karpuz bitkisinde FON'un hastalık oluşturması üzerine etkilerini testlemek için, söz konusu kimyasalların yeşil aksam ve toprak uygulamaları yapılmıştır.

Her 3 kimyasalında yeşil aksam uygulamaları 500 ve 1000ppm konsantrasyonlarda gerçekleştirilmiş ve bitkilerde oluşan hastalık şiddeti (%) ve uygulamaların etki oranları (%) Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge'den de görüleceği gibi, SA, BABA ve ASM uygulanan bitkilerde, her iki konsantrasyonda da kontrolden daha düşük hastalık şiddeti elde edilmiştir. Kontrol bitkilerde %77.5 hastalık şiddetinin ortaya çıktığı denemede, ASM hastalık şiddetini en fazla engelleyen kimyasal olmuş ve 500 ve 1000ppm konsantrasyonlarda sırasıyla, %61.3 ve 64.5 oranında hastalığı engellemiştir. Bunu SA %35.5 ve 51.6 oranları ile izlemiştir. En düşük etkinlik BABA uygulamasından elde edilmiş olup, 500 ve 1000ppm konsantrasyonlarda hastalık şiddetini engelleme oranı sırasıyla, %29.0 ve 38.7 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.9. Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Yeşil Aksam Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

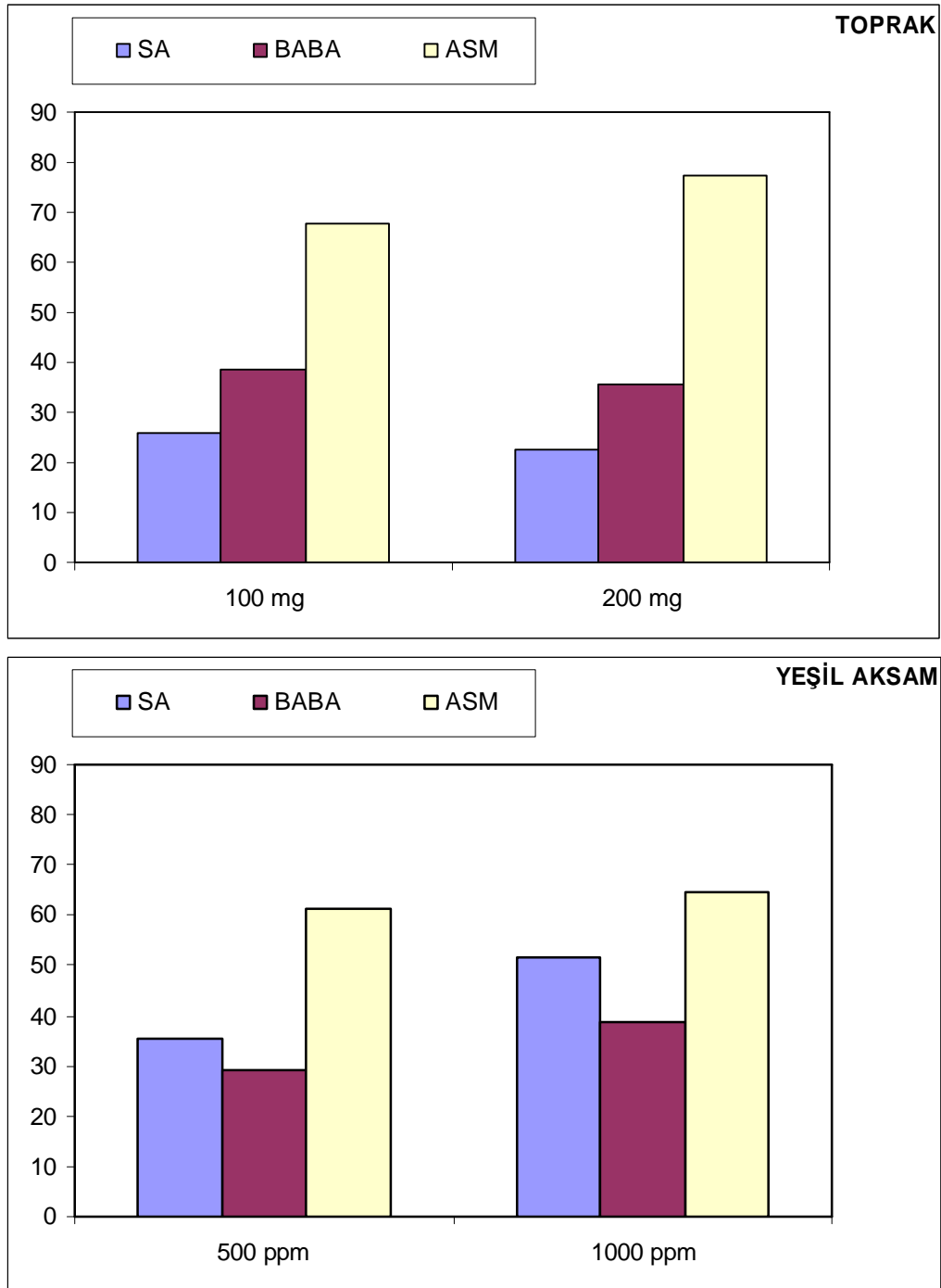
UYGULAMALAR		Ort.	% Etki
500ppm	SA	50,0 bc	35,5
	BABA	55,0 c	29,0
	ASM	30,0 a	61,3
1000ppm	SA	37,5 ab	51,6
	BABA	47,5 bc	38,7
	ASM	27,5 a	64,5
Kontrol		77,5 d	

Dayanıklılık teşvik edici kimyasalların toprak uygulamaları 100 ve 200mg/kg toprak olacak şekilde sulama suyu ile yapılmış ve bitkilerde oluşan hastalık şiddeti ve uygulamaların kontrole göre etki oranları Çizelge 4.10 ve Şekil 410'da gösterilmiştir. Kimyasalların toprak uygulamalarında da, yeşil aksam uygulamasında olduğu gibi, hastalık oluşumunu engelleyici en yüksek etki yine ASM uygulamasından elde edilmiştir. ASM toprağa uygulandığında hastalık şiddetini yeşil aksama göre daha fazla engellemiş ve 100 ila 200mg dozlarda sırasıyla, %67.7 ve 77.4 etki göstermiştir. SA ve BABA ile bunların her iki dozlarında hastalık şiddeti açısından istatistiksel bir farklılık olmasa da, BABA %38.7-35.5 etkinlik ile SA'da biraz daha etkili görülmüştür. Tüm uygulamalar hastalık şiddeti açısından, kontrole göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.10. Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Toprak Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

UYGULAMALAR		Ort.	% Etki
100mg	SA	57,5 b	25,8
	BABA	47,5 b	38,7
	ASM	25,0 a	67,7
200mg	SA	60,0 b	22,6
	BABA	50,0 b	35,5
	ASM	17,5 a	77,4
Kontrol		77,5 c	

Pek çok araştırmacı hastalıklara karşı bitkide dayanıklılık sağlayıcı 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 teşvik edici kimyasalların, *in vitro*'da patojen gelişmesini engellemese de, bitkide hastalık şiddetini azalttığı görülmüştür.



Şekil 4.10. Dayanıklılık Teşvik Edici Kimyasalların Karpuz Bitkilerine Toprak ve Yeşil Aksam Şeklindeki Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (%).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, karpuzda *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'un (FON) neden olduğu solgunluk hastalığına karşı, mikorizal funguslar (*Glomus etunicatum*, *G. fasciculatus*, *G. mosseae*, *G. intraradices* ve *Gigaspora margarita*) ve patojen infeksiyonlarına bitkide karşı dayanıklılık sağlayıcı kimyasalların (Salisilik Asit-SA, DL- $\beta$ -amino-n-butirik asit-BABA ve asibenzolar-s-methyl-ASM) etkinlikleri araştırılmıştır.

Çalışmada 14 FON izolatu içerisinde %53.3 hastalık şiddeti oluşturarak, en virülens bulunan Fon-5 izolatu kullanılmıştır. Mikorizal fungus inokulumu stok kültürler kullanılarak, mısır köklerine kolonize ettirilmiş ve çalışmalarda kullanılmıştır.

Mikorizal fungusların karpuz bitkilerinin köklerindeki kolonize olma yetenekleri %66,7-100 arasında değişen oranlarda olmuştur. *G. intraradices*, *G. fasciculatus* ve *G. mosseae* inokulasyonu yapılan bitkilerde kolonizasyon oranları sırasıyla %100, %96,7 ve %93,3 ile diğer iki türden daha yüksek olmuştur. Ancak tüm türler istatistiksel olarak benzer sonuç vermiştir.

Mikorizal fungusların bitki gelişmesine etkileri incelendiğinde, bitki gelişimini en fazla teşvik eden mikorizalar *Gigaspora margarita* ve *G. etunicatum* olmuştur. *G. fasciculatus* ve *G. mosseae* bitki gelişmesini çok az arttırırken, *G. intraradices*'in hiçbir etkisi olmamıştır. Mikorizal kolonizasyonun yüksek olmasının bitki gelişmesini aynı oranda teşvik edeceği anlamına gelmediği görülmüştür. Bu nedenle bitki gelişmesi ve buna bağlı olarak verim artışı sağlamak amacıyla seçilecek mikorizal türün, kök kolonizasyon oranı ile değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Mikorizal funguslar, FON'un hastalık oluşturmasını %48.4-58.1 oranında engellemiş ve en etkili mikoriza *G. margarita* olmuştur. Bu tür karpuz köklerinde %66.7 kolonizasyon oranıyla, diğer türlerden daha düşük kolonizasyon göstermiş olsa da, hem bitki gelişmesini en fazla teşvik eden, hem de hastalık oluşumunu en fazla azaltan mikoriza olmuştur. Verim artışında olduğu gibi, bir hastalık etmenine karşı mücadele amaçlı olarak seçilecek mikorizal türün de, kök infeksiyonunun fazlalığından ziyade, bitki de uyarıcı rolü düşünölmelidir.

In vitro'da FON'un miseliyal gelişmesi üzerine SA'in etkisi olmamış, ASM ve BABA ise 1000ppm'de miseliyal gelişmeyi sırasıyla, %13 ve 25 oranında engelleyebilmiştir. Çok düşük engelleme oranları görülse de, dayanıklılık teşvik edici kimyasallardan patojen üzerine direkt etki beklenmemelidir. Çünkü bu kimyasallar bitkide fitoaleksineri teşvik ederek infeksiyonları engellerler. Nitekim bu çalışmada da, yapraklara püskürtme ve toprağa sulama suyu ile yapılan 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'nın etkinliği ASM'ye oranla daha düşük olmasına karşın, SA yeşil aksam ve toprak uygulamaları sırasıyla, %51.6 ve 25.8, BABA ise her iki uygulamada %38.7'e varan koruma sağlamışlardır.

Sonuç olarak karpuz *Fusarium solgunluğu*'na karşı mikorizal funguslar içerisinde özellikle *Gigaspora margarita* ve dayanıklılık teşvik edici kimyasallar arasında ASM'nin kullanılmasının başarılı sonuç vereceği kanısına varılmıştır. Fide yetiştiriciliği yapan ticari kuruluşların, fide yetiştiricilik aşamasında mikorizal kolonizasyonu sağlayarak, mikorizalı fide yetiştirmeleri, üreticiler açısından kolaylık ve ekonomik yarar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- AFEK, U. and MENGE, J.A., 1990. Effect of *Pythium ultimum* and Metalaxyl Treatments on Root Length and Mycorrhizal Colonization of Cotton, Onion and Pepper. *Plant Disease*. 74: 117-120.
- AFEK, U., MENGE, J.A. and JOHNSON, E.L.V., 1991. Interaction Among Mycorrhizae, Soil Solarization, Metalaxyl and Plants in the Field. *Plant Disease*. 75:665-671.
- AFEK, U. and SZTEJNBERG, A., 1989. Effect of Fosetyl-al and Phosphorus Acid on Scoporone, a Phytoalexin Associated with Resistance of Citrus to *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*. 79: 736-739.
- AGRIOS, N.G., 1997. Mycorrhizae. *Plant Pathology*. Fourth ed., pp 404-406.
- AKGÜL, D.S., 2002. Kavunda Fusarium Solgunluğuna Karşı Trifluralin ve Acetochlor Herbisitleri Kullanılarak Dayanıklılığın Teşvik Edilmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Master Tezi. No:1941
- ALTINOK, 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., 141.
- ANONYMOUS, 2008. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/>
- BAATH, E. and HAYMAN, D.S., 1983. Plant Growth Responses to Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. XIV-Interactions with Verticillium Wilt on Tomato plants. *New Phytologist*. 95:419-426.
- BARNES, G.L., 1972. Differential Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* to Certain Wilt Resistant Watermelon Cultivars. *Plant Disease Reporter*. 56(12):1022-26.
- 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. 85-95.
- CALVET, C., PERA, J. and BAREA, J.M., 1993. Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichoderma aureoviride* and *Pythium ultimum* in a paet-perlite mixture. Plant and Soil. 148:1-6.
- CARON, M., FORTIN, J.A. and RICHARD, J., 1986. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* tomatoes over a 12-week period. Canadian Journal of Botany. 64:552-556.
- CHERIF, M., BENHAMOU, N., MENZIES, J.G. and BELANGER, R.R., 1992. Silicon induced resistance in Cucumber plants againts *Pythium ultimum*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 41: 411-425.
- ÇÖKMÜŞ, C. and SAYAR, A.H., 1991. Effect of Salicyclic Acid on the Control of Bacterial Speck of Tomato Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Journal of Turkish Phytopathology. 20(1):27-32.
- DEMİR, S., 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler Arbüsküler Mikorrhiza Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi. 114s.
- DURNER, J., SHAH, J. and KLESSIG, D.F., 1997. Salicyclic acid and disease resistance in plants. Trends in Plant Science. 2(7):266-274.
- EBEL, J. and COSIO, E.G., 1996. Elicitors of Plant Defense Responses. International Rewiew of Cytology. 148:1-30
- ENYEDI, A., YALPANI, N., SILVERMAN, P. and RASKIN, L., 1992. Localization, Conjugation, and Function of Salicyclic acid in Tobacco during the hypersessitive reaction to Tobacco mosaic virus. Proceeding of the National Academy of Science, USA. 89:2480-2484.
- GERDEMANN, J.W. and NICHOLSON, T.H., 1963. Spores of mycorrhizal Endogene extracted from soil by wetsieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society. 46:235-244.

- 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, 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.
- HU, Z.J., and GUI, X.D., 1991. Pretransplant inoculation with VAM fungi and Fusarium blight of cotton. Soil Biology and Biochemistry. 23:2, 201-203.
- HWANG, S.F., CHANG, K.F. and CHAKRAVARTY, P., 1992. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the development of the Verticillium and Fusarium wilts of alfalfa. Plant Disease. 76:3, 239-243.
- 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: 227-238.
- JAKAB, G., COTTIER, V., TOQUIN, V., RIGOLI, G., ZIMMERLI, L., METRAUX, J.P. and MAUCH-MANI, B., 2001.  $\beta$ -Aminobutyric acid-induced resistance in plants. European Journal of Plant Pathology. 107:29-37.
- JARVIS, W.R., 1992. Biological Control. (185-218). In: "Managing Disease in Greenhouse Crops". 288 pp. APS Press.
- JIN, L., WANG, S., WANG, X. and SHEN, Y., 2009. Seed size influences arbuscular mycorrhizal symbiosis across leguminous host-plant species at the seedling stage. Symbiosis. 49: 111-116.
- JONES, J.P. and WOLTZ, S.S., 1978. Fusarium Wilt (race 2) of Tomato: Calcium, pH and Micronutrient Effects on Disease Development. Plant Disease Reporter. 53: 276-279.
- 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.

- KAYE, J.W., PFLEGER, F.L. and STEWART, E.L., 1984. Interaction of *Glomus fasciculatum* and *Pythium ultimum* on greenhouse-grown poinsettia. Canadian Journal of Botany. 62:1575-1579.
- KORKMAZ, A., UZUNLU, M. and DEMIRKIRAN, A.R., 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiol Plant. 29:503-508.
- KOSKE, R.E. and GEMMA, J.N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VAM. Mycological Research. 92:486-505.
- KRISHNA, K.R. and BAGYARAJ, D.J., 1983. Interaction between *Glomus fasciculatum* and *Sclerotium rolfsii* in peanut. Canadian Journal of Botany. 61:2349-2351.
- KUMAR, A. and SHARMA, S., 2010. Influence of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi and Salinity on Seedling Growth, Solute Accumulation, and Mycorrhizal Dependency of *Jatropha curcas* L. Journal of Plant Growth Regulation. 29:297-306.
- KURT, Ş., DERVİŞ, S., SOYLU, E.M., TOK, F.M., BARAN, B., SOYLU, S. ve YETİŞİR, H., 2005. Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Karpuz Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Yaygınlıkları ve Patojenisiteleri. Gap 4. Tarım Kongresi Bildirileri, 1385-1388. Urfa 2005.
- KURT, Ş., DERVİŞ, S., SOYLU, E.M., TOK, F.M., SOYLU, S. ve YETİŞİR, H., 2008. Pathogenic Races and Inoculum Density of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in Commercial Watermelon Fields in Southern Turkey. Phytoparasitica 36(2):107-116.
- MARTYN, R.D. and McLAUGHLIN, R.J., 1983. Effects of Inoculum Concentration on the Apparent Resistance of Watermelons to *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. Plant Disease. 67:493-495.
- MENGE, J.A. and TIMMER, L.W., 1982. Procedure for Inoculation of Plants with Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae in Laboratory, Greenhouse and Field. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research ed. N.C. SCHENCK, 244pp.

- NELSON, P.E., TOUSSON, T.A. and MARASAS, W.F.O., 1983. *Fusarium Species: An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, University Park and London. 193 p.
- 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. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. 20-22 Mayıs, Adana. 61s.
- ÖZGÖNEN, 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.
- ÖZGÖNEN, 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.
- 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.
- PAPAVIZAS, G.C., 1964. Greenhouse control of Aphanomyces root rot of peas with aminobutyric acid and methyl aspartic acid. Plant Disease Reporter. 48:537-541.
- 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.
- POSTMA, J. and RATTINK, H., 1992. Biological Control of Fusarium Wilt of Carnation with a Nonpathogenic Isolate of *Fusarium oxysporum*. Canadian Journal of Botany. 70: 1199-1205.
- SCHENCK, N.C., 1982. Methods and Principles of Mycorrhizal Research. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 244p.

- SCHENCK, N.C., 1987. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi and The Control of Fungal Root Disease. In: Innovative Approches to Plant Disease Control. ed. I. CHET. John Wiley and Sons, New York. (179-191)
- SHERF, A.F. and MACNAB, A.A., 1986. Vegetables Diseases and Their Control. John Wiley, Sons, Inc. 728 p. Second Edition.
- 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.
- 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 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- $\beta$ -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.
- WILDERMUTH, G.B. and McNAMARA, R.B., 1994. Testing Wheat Seedling for Resistance to Crown Rot Caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease*. 78: 949-953.
- 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.
- YILDIZ, A., 2009. A native *Glomus* sp. from fields in Aydın province and effects of native and commercial mycorrhizal fungi inoculants on the growth of some vegetables. *Turkish Journal of Biology*. 34(4): 447-452.

- 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)
- ZAMBOLIM, L. and SCHENCK, N.C., 1983. Reduction of the effects of pathogenic root-infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*. *Phytopathology*. 73:1402-1405.
- ZHOU, X.G., EVERTS, K.L. and BRUTON, B.D., 2006. Race 3, a new race of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, the watermelon Fusarium wilt pathogen. *Phytopathology Abstract*, 96(6):130.



## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Ceyhan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ceyhan'da tamamladı. 2004 yılında, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği programında lisans öğrenimine başladı ve 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi aynı lisans programına yatay geçiş yaptı. 2008 yılında mezun olarak aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Mikoloji laboratuvarında “Karpuzda *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*)’na Karşı Mikorizal Fungusların ve Abiyotik Uyarıcıların Etkilerinin Belirlenmesi” isimli yüksek lisans çalışmasına başladı.

Halen Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

## EKLER

Ek 1. FON İzolatlarının Sugar Baby Karpuz Çeşidinde Oluşturdukları Hastalık Şiddeti (%).

FON izolatları	Tekerrür					Top.	Ortalama
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5		
Fon-1	0,0	33,3	33,3	33,3	0,0	100,0	20,0 bcd
Fon-2	0,0	33,3	33,3	0,0	0,0	66,7	13,3 bcd
Fon-3	0,0	33,3	33,3	0,0	66,7	133,3	26,7 abcd
Fon-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 d
Fon-5	66,7	66,7	33,3	33,3	66,7	266,7	53,3 a
Fon-6	33,3	0,0	33,3	33,3	66,7	166,7	33,3 abc
Fon-7	33,3	33,3	0,0	33,3	0,0	100,0	20,0 bcd
Fon-8	0,0	0,0	66,7	0,0	33,3	100,0	20,0 bcd
Fon-9	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	33,3	6,7 cd
Fon-10	0,0	66,7	0,0	66,7	33,3	166,7	33,3 abc
Fon-11	0,0	0,0	0,0	33,3	33,3	66,7	13,3 bcd
Fon-12	0,0	0,0	0,0	33,3	33,3	66,7	13,3 bcd
Fon-13	0,0	33,3	33,3	66,7	66,7	200,0	40,0 ab
Fon-14	33,3	33,3	33,3	66,7	33,3	200,0	40,0 ab

1667

DT 16340

VK	SD	KT	KO	F	5%
Genel	69	63660			
Karakter	13	37438	2880	<b>6,15</b>	1,88
Hata	56	26222	468		

LSD 27,37

	53,3	40,0	40,0	33,3	33,3	26,7	20,0	20,0	20,0	13,3	13,3	13,3	6,7
0,0	<b>53,3</b>	<b>40,0</b>	<b>40,0</b>	<b>33,3</b>	<b>33,3</b>	26,7	20,0	20,0	20,0	13,3	13,3	13,3	6,7
6,7	<b>46,6</b>	<b>33,3</b>	<b>33,3</b>	26,6	26,6	20,0	13,3	13,3	13,3	6,6	6,6	6,6	
13,3	<b>40,0</b>	26,7	26,7	20,0	20,0	13,4	6,7	6,7	6,7	0,0	0,0		
13,3	<b>40,0</b>	26,7	26,7	20,0	20,0	13,4	6,7	6,7	6,7	0,0			
13,3	<b>40,0</b>	26,7	26,7	20,0	20,0	13,4	6,7	6,7	6,7				
20,0	<b>33,3</b>	20,0	20,0	13,3	13,3	6,7	0,0	0,0					
20,0	<b>33,3</b>	20,0	20,0	13,3	13,3	6,7	0,0						
20,0	<b>33,3</b>	20,0	20,0	13,3	13,3	6,7							
26,7	26,6	13,3	13,3	6,6	6,6								
33,3	20,0	6,7	6,7	0,0									
33,3	20,0	6,7	6,7										
40,0	13,3	0,0											
40,0	13,3												

Ek 2. Mikorizal Fungusların karpuz bitkisinin köklerinde kolonizasyon oranları (%)

Mikorizal Funguslar	T-1	T-2	T-3	Toplam	Ortalama
<i>Glomus etunicatum</i>	10	7	9	26,0	8,7 a
<i>Glomus fasciculatus</i>	10	10	9	29,0	9,7 a
<i>Glomus mosseae</i>	9	10	9	28,0	9,3 a
<i>Glomus intraradices</i>	10	10	10	30,0	10,0 a
<i>Gigaspora margarita</i>	6	7	7	20,0	6,7 a

% Kolonizasyon

Mikorizal Funguslar	T-1	T-2	T-3	Toplam	Ortalama
<i>Glomus etunicatum</i>	100	70	90	260,0	86,7 a
<i>Glomus fasciculatus</i>	100	100	90	290,0	96,7 a
<i>Glomus mosseae</i>	90	100	90	280,0	93,3 a
<i>Glomus intraradices</i>	100	100	100	300,0	100,0 a
<i>Gigaspora margarita</i>	60	70	70	200,0	66,7 a

Açı Değerleri

Mikorizal Funguslar	T-1	T-2	T-3	Toplam	Ortalama
<i>Glomus etunicatum</i>	90,0	56,8	71,6	218,4	72,8 a
<i>Glomus fasciculatus</i>	90,0	90,0	71,6	251,6	83,9 a
<i>Glomus mosseae</i>	71,6	90,0	71,6	233,1	77,7 a
<i>Glomus intraradices</i>	90,0	90,0	90,0	270,0	90,0 a
<i>Gigaspora margarita</i>	50,8	56,8	56,8	164,3	54,8 a

919,0

DT 56309,2

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	14	#####			
Karakter	4	16205,6	4051,4	0,19	3,49
Hata	10	#####	21802,2		

Ek 3. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Yaş Ağırlıkları (g)

Uygulamalar	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
<i>Glomus etunicatum</i>	0,236	0,251	0,548	0,137	0,393
<i>Glomus fasciculatus</i>	0,499	0,115	0,295	0,054	0,054
<i>Glomus mosseae</i>	0,076	0,471	0,299	0,293	0,237
<i>Glomus intraradices</i>	0,113	0,095	0,075	0,124	0,056
<i>Gigaspora margarita</i>	0,675	0,299	0,192	0,240	0,566
Kontrol	0,155	0,107	0,062	0,069	0,107

T-6	T-7	T-8	Toplam	Ortalama
0,498	0,081	0,088	2,232	0,279 ab
0,113	0,100	0,046	1,276	0,160 bc
0,052	0,064	0,043	1,535	0,192 bc
0,093	0,087	0,204	0,847	0,106 c
0,691	0,107	0,340	3,110	0,389 a
0,181	0,019	0,213	0,913	0,114 c
		GT	7,68	
		DT	1,23	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	47	1,21414			
Karakter	5	0,67181	0,13436	<b>10,41</b>	2,44
Hata	42	0,54233	0,01291		

LSD	0,11
-----	------

	0,389	0,279	0,192	0,160	0,114	0,106
0,106	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	0,09	0,05	0,01	
0,114	<b>0,27</b>	<b>0,16</b>	0,08	0,05		
0,160	<b>0,23</b>	0,12	0,03			
0,192	<b>0,20</b>	0,09				
0,279	0,11					

Ek 4. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Yaş Ağırlıkları (g)

Uygulamalar	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
<i>Glomus etunicatum</i>	29,8	36,2	40,2	45,7	30,4
<i>Glomus fasciculatus</i>	19,1	25,9	34,6	28,8	30,6
<i>Glomus mosseae</i>	30,6	28,0	15,7	24,8	32,6
<i>Glomus intraradices</i>	20,1	19,3	18,7	22,5	21,4
<i>Gigaspora margaritha</i>	32,9	36,4	40,8	39,4	52,5
Kontrol	23,1	29,2	22,1	17,7	30,1

T-6	T-7	T-8	Toplam	Ortalama
38,5	32,0	23,4	276,3	34,5 a
26,4	24,2	20,8	210,4	26,3 b
34,5	25,1	39,6	230,8	28,9 ab
19,8	25,3	28,4	175,5	21,9 b
54,2	30,0	22,2	308,4	38,6 a
29,2	19,8	15,5	186,7	23,3 b
		GT	1111,92	
		DT	25757,6	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	47	8208,5			
Karakter	5	6537,9	1307,6	<b>32,9</b>	2,44
Hata	42	1670,6	39,8		

LSD	6,4
-----	-----

	38,6	34,5	28,9	26,3	23,3	21,9
21,9	<b>16,6</b>	<b>12,6</b>	6,9	4,4	1,4	
23,3	<b>15,2</b>	<b>11,2</b>	5,5	3,0		
26,3	<b>12,3</b>	<b>8,2</b>	2,6			
28,9	<b>9,7</b>	5,7				
34,5	4,0					

Ek 5. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Kök Kuru Ağırlıkları (g)

Uygulamalar	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
<i>Glomus etunicatum</i>	0,033	0,133	0,025	0,084	0,073
<i>Glomus fasciculatus</i>	0,038	0,022	0,086	0,143	0,026
<i>Glomus mosseae</i>	0,027	0,082	0,118	0,084	0,037
<i>Glomus intraradices</i>	0,037	0,027	0,063	0,027	0,019
<i>Gigaspora margarita</i>	0,037	0,061	0,046	0,120	0,073
Kontrol	0,028	0,065	0,032	0,051	0,041

T-6	T-7	T-8	Toplam	Ortalama
0,147	0,096	0,033	0,62	0,078 a
0,018	0,039	0,019	0,39	0,049 ab
0,133	0,028	0,019	0,53	0,066 ab
0,017	0,024	0,022	0,24	0,030 b
0,124	0,141	0,042	0,64	0,081 a
0,021	0,011	0,069	0,32	0,040 b
		GT	2,12	
		DT	0,09	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	47	0,07602			
Karakter	5	0,03203	0,00641	<b>6,12</b>	2,44
Hata	42	0,04399	0,00105		

LSD	0,033
-----	-------

	0,081	0,078	0,066	0,049	0,040	0,030
0,030	<b>0,051</b>	<b>0,049</b>	0,037	0,019	0,010	
0,040	<b>0,041</b>	<b>0,038</b>	0,026	0,009		
0,049	0,032	0,029	0,017			
0,066	0,015	0,012				
0,078	0,003					

Ek 6. Mikorizal Fungus İnokule Edilmiş Bitkilerin Yeşil Aksam Kuru Ağırlıkları (g)

Uygulamalar	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
<i>Glomus etunicatum</i>	3,951	1,859	5,110	3,586	5,252
<i>Glomus fasciculatus</i>	3,521	2,380	3,113	3,645	1,348
<i>Glomus mosseae</i>	3,822	0,984	2,006	3,818	1,911
<i>Glomus intraradices</i>	2,757	1,757	2,755	1,853	1,398
<i>Gigaspora margarita</i>	3,584	5,865	5,478	4,225	4,398
Kontrol	3,106	1,962	1,916	1,401	2,574

T-6	T-7	T-8	Toplam	Ortalama
1,459	3,813	1,627	26,657	3,332 ab
1,811	2,340	1,978	20,136	2,517 b
1,464	3,896	5,276	23,177	2,897 ab
2,721	2,029	2,562	17,832	2,229 b
3,425	1,789	2,609	31,373	3,922 a
2,373	2,821	2,172	18,325	2,291 b
		GT	110,84	
		DT	255,96	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	47	104,5			
Karakter	5	66,6	13,3	<b>14,8</b>	2,44
Hata	42	37,9	0,9		

LSD	0,960
-----	-------

	3,922	3,332	2,897	2,517	2,291	2,229
2,229	<b>1,693</b>	1,103	0,668	0,288	0,062	
2,291	<b>1,631</b>	1,042	0,607	0,226		
2,517	<b>1,405</b>	0,815	0,380			
2,897	1,025	0,435				
3,332	0,590					

Ek 7. Mikorizal Fungusların FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri  
(Hastalık Şiddeti Değerleri)

Uyg.	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	Toplam	Ortalama
GI	40	60	40	60	40	40	40	60	380	47,5 ab
GF	40	40	40	40	20	20	80	60	340	42,5 ab
GM	20	60	60	80	40	60	60	80	460	57,5 b
GE	40	40	40	60	20	40	40	40	320	40,0 a
GiM	40	60	20	20	40	20	40	20	260	32,5 a
Kontrol	60	80	80	80	60	80	80	100	620	77,5 c
									GT	2380
									DT	118008

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	47	19992			
Karakter	5	10242	2048	<b>8,82</b>	2,44
Hata	42	9750	232,1		

LSD	15,4
-----	------

	77,5	57,5	47,5	42,5	40,0
32,5	<b>45,0</b>	<b>25,0</b>	15,0	10,0	7,5
40,0	<b>37,5</b>	<b>17,5</b>	7,5	2,5	
42,5	<b>35,0</b>	15,0	5,0		
47,5	<b>30,0</b>	10,0			
57,5	<b>20,0</b>				

Ek 8. SA' in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un  
miseliyal gelişmesi (mm)

Konsant. (ppm)	Tekerrür			Toplam	Ortalama
	T-1	T-2	T-3		
0	57,0	58,5	58,5	174,0	58,0 a
10	56,0	57,0	59,5	172,5	57,5 a
25	54,0	57,0	57,5	168,5	56,2 a
50	53,0	58,0	58,5	169,5	56,5 a
75	58,0	62,0	60,5	180,5	60,2 a
100	54,0	63,0	64,5	181,5	60,5 a
150	53,0	57,0	53,5	163,5	54,5 a
200	45,0	64,0	57,5	166,5	55,5 a
300	52,0	59,0	54,5	165,5	55,2 a
			GT	1542,0	
			DT	88065,3	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	26	436,2			
Karakter	8	108,7	13,6	0,75	2,51
Hata	18	327,5	18,2		

LSD	7,317
-----	-------

Ek 9. BABA' in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un miseliyal gelişmesi (mm)

Konsant. (ppm)	Tekerrür			Toplam	Ortalama
	T-1	T-2	T-3		
0	63,0	68,0	76,5	207,5	69,2 e
100	52,0	53,0	57,0	162,0	54,0 d
200	53,5	53,5	55,0	162,0	54,0 d
300	46,5	50,0	52,0	148,5	49,5 cd
400	45,0	51,0	49,5	145,5	48,5 bcd
500	41,0	41,5	49,5	132,0	44,0 abc
600	40,0	48,0	44,5	132,5	44,2 ab
700	43,5	43,5	44,0	131,0	43,7 ab
800	45,0	40,5	39,5	125,0	41,7 a
900	39,0	42,0	42,0	123,0	41,0 a
1000	42,0	42,0	38,0	122,0	40,7 a
GT				1591	
DT				76705,5	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	32	2398,5			
Karakter	10	2143,2	214,3	<b>18,5</b>	2,3
Hata	22	255,3	11,6		

LSD	5,77
-----	------

	69,2	54,0	54,0	49,5	48,5	44,2	44,0	43,7	41,7	41,0
40,7	<b>28,5</b>	<b>13,3</b>	<b>13,3</b>	<b>8,8</b>	<b>7,8</b>	3,5	3,3	3,0	1,0	0,3
41,0	<b>28,2</b>	<b>13,0</b>	<b>13,0</b>	<b>8,5</b>	<b>7,5</b>	3,2	3,0	2,7	0,7	
41,7	<b>27,5</b>	<b>12,3</b>	<b>12,3</b>	<b>7,8</b>	<b>6,8</b>	2,5	2,3	2,0		
43,7	<b>25,5</b>	<b>10,3</b>	<b>10,3</b>	<b>5,8</b>	4,8	0,5	0,3			
44,0	<b>25,2</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	5,5	4,5	0,2				
44,2	<b>25,0</b>	<b>9,8</b>	<b>9,8</b>	5,3	4,3					
48,5	<b>20,7</b>	5,5	5,5	1,0						
49,5	<b>19,7</b>	4,5	4,5							
54,0	<b>15,2</b>	0,0								
54,0	<b>15,2</b>									

Ek 10. ASM' in Farklı Konsantrasyonlarında FON'un miseliyal gelişmesi (mm)

Konsant. (ppm)	Tekerrür			Toplam	Ortalama
	T-1	T-2	T-3		
0	59,5	68,5	83	211	70,3 b
100	45,5	51,5	52,5	149,5	49,8 a
200	49,5	49,5	51,5	150,5	50,2 a
300	45	51	52,5	148,5	49,5 a
400	41,5	48,5	48,5	138,5	46,2 a
500	51	48,5	52,5	152	50,7 a
600	50	52	54,5	156,5	52,2 a
700	50	51	44,5	145,5	48,5 a
800	50	51	48,5	149,5	49,8 a
900	42	46	50,5	138,5	46,2 a
1000	46	50	49,5	145,5	48,5 a
			GT	1685,5	
			DT	86088,2	

VK	SD	KT	KO	F	Cetvel %5
Genel	32	1788,6			
Karakter	10	1320,2	132,0	<b>6,2</b>	2,3
Hata	22	468,3	21,3		

LSD	7,81
-----	------

	70,3	52,2	50,7	50,2	49,8	49,8	49,5	48,5	48,5
46,17	<b>24,2</b>	6,0	4,5	4,0	3,7	3,7	3,3	2,3	2,3
46,17	<b>24,2</b>	6,0	4,5	4,0	3,7	3,7	3,3	2,3	
48,5	<b>21,8</b>	3,7	2,2	1,7	1,3	1,3	1,0		
48,5	<b>21,8</b>	3,7	2,2	1,7	1,3	1,3	1,0		
49,5	<b>20,8</b>	2,7	1,2	0,7	0,3	0,3			
49,83	<b>20,5</b>	2,3	0,8	0,3					
49,83	<b>20,5</b>	2,3	0,8	0,3					
50,17	<b>20,2</b>	2,0	0,5						
50,67	<b>19,7</b>	1,5							
52,17	<b>18,2</b>								

Ek 11. Dayanıklılık Teşvik Edicilerin Yeşil Aksam Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (Hastalık Şiddeti Değerleri-%)

UYG.	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	Top.	Ort.	
500ppm	SA	60	40	40	60	60	40	60	40	400	50,0 bc
	BABA	40	60	60	20	60	80	60	60	440	55,0 c
	ASM	60	40	20	40	20	20	20	20	240	30,0 a
1000ppm	SA	60	40	20	20	40	60	40	20	300	37,5 ab
	BABA	40	40	60	40	60	60	40	40	380	47,5 bc
	ASM	20	40	40	20	20	20	40	20	220	27,5 a
Kontrol	60	80	80	80	60	80	80	100	620	77,5 d	
								GT	2600		
								DT	120714		

VK	SD	KT	KO	F	5%
Genel	55	23286			
Karak.	6	14086	2348	12,5	2,29
Hata	49	9200	188		

LSD	13,8
-----	------

	77,5	55,0	50,0	47,5	37,5	30,0
27,5	50,0	27,5	22,5	20,0	10,0	2,5
30,0	47,5	25,0	20,0	17,5	7,5	
37,5	40,0	17,5	12,5	10,0		
47,5	30,0	7,5	2,5			
50,0	27,5	5,0				
55,0	22,5					

Ek 12. Dayanıklılık Teşvik Edicilerin Toprak Uygulamalarının FON'un Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri (Hastalık Şiddeti Değerleri-%)

UYG.	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	Top.	Ort.	
100mg	SA	60	40	60	60	60	80	60	40	460	57,5 b
	BABA	40	60	0	40	80	60	60	40	380	47,5 b
	ASM	0	20	40	40	40	20	20	20	200	25,0 a
200mg	SA	60	60	60	60	60	40	60	80	480	60,0 b
	BABA	80	60	60	40	40	40	40	40	400	50,0 b
	ASM	40	0	20	20	20	0	20	20	140	17,5 a
Kontrol	60	80	80	80	60	80	80	100	620	77,5 c	
								GT	2680		
								DT	128257		

VK	SD	KT	KO	F	5%
Genel	55	31743			
Karak.	6	20543	3424	15,0	2,29
Hata	49	11200	229		

LSD	15,2
-----	------

	77,5	60,0	57,5	50,0	47,5	25,0
17,5	<b>60,0</b>	<b>42,5</b>	<b>40,0</b>	<b>32,5</b>	<b>30,0</b>	7,5
25,0	<b>52,5</b>	<b>35,0</b>	<b>32,5</b>	<b>25,0</b>	<b>22,5</b>	
47,5	<b>30,0</b>	12,5	10,0	2,5		
50,0	<b>27,5</b>	10,0	7,5			
57,5	<b>20,0</b>	2,5				
60,0	<b>17,5</b>					