

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BK-YL-2007-0002**

**MİKORİZAL FUNGUSLARIN ÇİLEK VE BİBER
BİTKİLERİNİN GELİŞİMİNE VE SORUN OLAN BAZI
PATOJENLERİN GELİŞİMİNE ETKİSİNİN
SAPTANMASI**

HAZIRLAYAN: Ayşenur BAYÖZEN

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Ayhan YILDIZ

AYDIN - 2007

ÖZ

Bu çalışma mikorhizal fungusların çilek ve biberde sorun olan toprak kökenli fungal etmenlere karşı kullanım olanakları ile bu bitkilerin gelişimine etkisini değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır. Ancak patojenisite çalışmaları yapılan *Fusarium* spp, *Colletotrichum* spp. ve *V. dahliae* izolatları belirtilen bitkilerde hastalık oluşturmamıştır. Bu nedenle çalışmada sadece çilekte mikoriza patojen ilişkisi, biberde ise bitki gelişimine etkileri değerlendirilmiştir. Bu amaçla çilekte patojen oldukları bilinen biri çilekten (*Rsc*), diğeri domuz pıtrağından (*Xanthium strumarium*) (*Rsx*) izole edilmiş 2 *Rhizoctonia solani* izolatu kullanılmıştır. *Rsc* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde hastalık şiddeti %67 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %35.2, yapraklarda ise sırasıyla %45 ve %15 olarak belirlenmiştir. *Rsx* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde ise hastalık şiddeti %76.6 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %36.7, yapraklarda ise sırasıyla %40 ve %10 olarak saptanmıştır. Mikoriza ile inokule edilen çilek bitkilerinin morfolojik ve pomolojik gelişimleri arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar belirlenirken, biberde bitki gelişim parametreleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler

R. solani, mikoriza, çilek, biber

ABSTRACT

In the present study, the effects of mycorrhizae against the soil borne diseases and plant growth on strawberry and pepper were conducted. However *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. and *V. dahliae* isolates were not found in pathogenicity studies. Therefore, in the study mycorrhizae-pathogen relationship in strawberry and plant growth in pepper were evaluated. Two isolates of *R. solani* isolated from *Xanthium strumarium* (*R_{sx}*) and strawberry (*R_{sç}*) were used. The diseases severity on the root inoculated with *R_{sç}* was %67 while it was %35.2 with application of both pathogen and mycorrhizae and it was respectively %45 and %15 on the leaves. The severity inoculated by *R_{sx}* on the root was %76.6 while it was %36.7 with application of both pathogen and mycorrhizae and it was respectively %40 and %10 on the leaves. There are statistical differences observed between morphological and pomological growth of strawberry inoculated with mycorrhizae. On the other hand, there was not any effect on plant growth parameters in pepper.

Key Words

R. solani, mycorrhizae, strawberry, pepper

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÇİZELGELER LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Patojenisite çalışmaları	14
3.2.1. <i>Fusarium</i> spp. ve <i>R. solani</i> izolatlarının inokulum üretimi	14
3.2.2. <i>Fusarium</i> spp. patojenisitesi.....	15
3.2.3. <i>Colletotrichum</i> spp. patojenisitesi	16
3.2.4. Biber <i>Verticillium dahliae</i> patojenisitesi.....	17
3.3. <i>R. solani</i> – çilek patosisteminde VAM'ın hastalık şiddetine ve bitki gelişimine etkisinin saptanması.....	18
3.3.1. Mikorizal preparatın inokulasyonu.....	18
3.3.2. Mikoriza ile kolonize edilmiş ve edilmemiş çilek bitkilerine <i>R. solani</i> inokulasyonu.....	19
3.3.3. Mikorizal fungusların biberde bitki gelişimine etkisinin saptanması...	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	21
4.1. Patojenisite çalışmaları	21
4.1.1. Çilekte <i>Fusarium</i> spp. patojenisite sonuçları	21
4.1.2. Biberde <i>Fusarium</i> spp. patojenisite sonuçları	21
4.1.3. Çilekte <i>Colletotrichum</i> spp. patojenisitesi sonuçları	21
4.1.4. Biberde <i>Verticillium dahliae</i> patojenisitesi sonuçları.....	21
4.2. Mikorizal fungusların hastalık şiddetine ve bitki gelişimine etkileri.....	21
4.2.1. <i>R. solani</i> -çilek patosisteminde mikorizal fungusların hastalık şiddetine etkileri	21
4.2.2. Mikorizal fungusların çilek bitkisinin gelişimine etkileri.....	24
4.2.3. Mikorizal fungusların çilek bitkisinde verime etkisi.....	30
4.2.4. Mikorizal fungusların biberde bitki gelişimine etkileri.....	32

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	34
ÖZET.....	36
TEŞEKKÜR.....	38
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	44

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa No
1. Dünya ve Türkiye biber üretim alanı ve miktarı.....	1
2. 2005 yılı Aydın ili Merkez ve ilçelerinde açıkta biber dikim alanı ve üretim miktarları.....	2
3. Dünya ve Türkiye çilek üretim alanı ve miktarı	3
4. Aydın ili ilçelerine ait 2005 yılı çilek dikim alanı ve üretimi.....	3
5. Çilek ve biber bitkilerinde <i>Fusarium</i> spp. belirtilerinin değerlendirildiği 0 -5 skalası	17
6. Çilek bitkilerinde <i>Colletotrichum</i> spp. belirtilerinin değerlendirildiği 0 -5 skalası.....	17
7. Biber bitkilerinde <i>V. dahliae</i> belirtilerinin değerlendirildiği 0 -5 skalası	19
8. Çilek bitkisi yapraklarında <i>R. solani</i> belirtilerinin değerlendirildiği 0 -4 skalası.....	21
9. <i>R. solani</i> ile inokule edilen çilek bitkilerinde köklerdeki % hastalık şiddeti.....	24
10. <i>R. solani</i> ile inokule edilen çilek bitkilerinde yapraklardaki % hastalık şiddeti.....	24
11. <i>R. solani</i> (Rsç)-çilek patosisteminde morfolojik değerlendirme sonuçları.....	27
12. <i>R. solani</i> (Rsx)- çilek patosisteminde morfolojik değerlendirme sonuçları.....	30
13. <i>R. solani</i> (Rsx)- çilek patosisteminde pomolojik değerlendirme sonuçları.....	32
14. Biberde mikoriza uygulamasına ait morfolojik değerlendirme sonuçları.....	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No		Sayfa No
1.	Endo ve ektomikorizanın kökte oluşturdıkları yapılar	6
2.	İnokulum üretiminde kullanılan mısır unlu kum kültürü	15
3.	<i>Fusarium</i> spp. ile inokule edilmiş bardaklara köklenmesi için yerleştirilmiş kardeş bitkiler.	16
4.	Biber bitkilerinin insülin iğnesi kullanılarak <i>V. dahliae</i> spor süspansiyonu ile inokulasyonu.	18
5.	Kökleri mikorizal inokuluma daldırılan çilek bitkileri.....	19
6.	Kontrol ve <i>Fusarium</i> spp. ile inokule edilen çilek bitkilerinde kök gelişimi.....	22
7.	<i>R. solani</i> 'nin çilek bitkisinin yaprak sapında oluşturduğu belirti	26
8.	<i>Rsx</i> uygulamalarının çilek bitkisinde kök gelişimine etkisi..	26
9.	Mikoriza ve <i>R. solani</i> (<i>Rsx</i>) uygulamasının çilek bitkisinde kök gelişimi üzerine etkisi.....	29
10.	Mikoriza ve <i>R. solani</i> (<i>Rsx</i>) uygulamasının çilek bitkisinde yeşil aksam gelişimine etkisi.....	29
11	Çilek bitkilerinin genel görünümü	30
12	Çilek bitkisi kökünde oluşan klamidosporelerin genel görünümü	31

1. GİRİŞ

Aydın ili sahip olduğu toprak ve su kaynaklarının zenginliği ve Akdeniz iklimi sayesinde her türlü bitkisel üretimin yapılması için önemli bir tarım potansiyeline sahiptir. İl topraklarının %47.55'ini oluşturan 395.494 hektar alanda tarımsal üretim yapılmaktadır. Zeytin, incir, pamuk ve kestane en çok katma değer yaratan bitkisel ürünleridir. Diğer ürünler içerisinde çilek ve biber önemli bir yere sahiptir (Anonymous, 2006a).

Anavatanı Tropikal Amerika olan biber, Solanaceae familyasının *Capsicum* cinsine ait, ılıman ve subtropik bölgelerde tek yıllık (*Capsicum annuum*), tropik bölgelerde ise çok yıllık (*Capsicum frutescens*) yetiştirilen bir kültür bitkisidir (Vural ve ark, 2000).

Çizelge 1. Dünya ve Türkiye biber üretim alanı ve miktarı

	Alan (hektar)	Verim (ton/ha)	Üretim (ton)
Dünya	1.696.891	147.420	25.015.498
Türkiye	88.000	198.295	1.745.000

FAOSTAT Agriculture Data–2005.

2005 yılı FAO verilerine göre dünyada önemli biber yetiştiricisi ülkeler içerisinde Meksika (1.853.610 ton) ilk sırada yer alırken, Türkiye 1.745.000 ton üretim ile ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2005a). 2003 yılı verilerine göre dolmalık biber üretiminde Akdeniz, Marmara ve Karadeniz Bölgesi ilk üç sırayı alırken, sivri biber üretiminde ise Akdeniz, Ege ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi ilk üç sırayı almaktadır. Önemli biber üreticisi illere bakıldığında ise dolmalık biber üretiminde Bursa, Samsun ve Mersin illeri ilk üç sırayı alırken sivri biber üretiminde ise Antalya, Samsun ve Bursa illeri ilk üç sırayı almaktadır. Aydın ili ise dolmalık biber üretiminde 16. sırada yer alırken sivri biber üretiminde 10. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2003).

Aydın ili toplam sivri biber üretimi 39.612 ton, dolmalık biber üretimi ise 2795 tondur. Bunun ilçelere göre dağılımı incelendiğinde sivri biber üretiminde Çine (19.950 ton) ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla Karpuzlu (7000 ton), Nazilli (3060 ton) ve Bozdoğan (3000 ton) ilçeleri izlemektedir. Dolmalık biber üretiminde yine Çine (1050 ton) ilk sırada olup; Çine’yi Nazilli (450 ton), Kuşadası (400 ton) ve Kuyucak (250 ton) ilçeleri izlemektedir. Salçalık biber üretiminde ise Bozdoğan (1200 ton) ilçesi ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 2)(Anonymous, 2005b).

Çizelge 2. 2005 yılı Aydın ili Merkez ve ilçelerinde açıkta biber dikim alanı ve üretim miktarları

İLÇELER	Biber(Sivri, Çarliston)		Biber(Dolmalık)		Biber(Salçalık)	
	Ekiliş Alanı(ha)	Üretim(ton)	Ekiliş Alanı(ha)	Üretim(ton)	Ekiliş Alanı(ha)	Üretim(ton)
Merkez	110	2200	5	125	3	60
Bozdoğan	120	3000	0	0	40	1200
Buharkent	2	42,5	0	0	4	120
Çine	570	19.950	30	1050	20	800
Didim	7	210	4	120	-	-
Germencik	16	192	2	20	0,5	60
İncirliova	8,5	102	3,7	73	-	-
Karacasu	20	200	5	75	10	600
Karpuzlu	200	7000	0	0	-	-
Koçarlı	43	940	10	150	-	-
Köşk	4	120	1,5	45	1	25
Kuşadası	50	1000	20	400	-	-
Kuyucak	30	390	20	250	-	-
Nazilli	170	3060	25	450	-	-
Söke	40	340	5	37	0,2	4
Sultanhisar	23	366	0	0	-	-
Yenipazar	25	500	0	0	-	-

Aydın ili için ekonomik önemi olan diğer bir kültür bitkisi ise çilektir. Çilek özellikle örtüaltı yetiştiriciliğinin yaygınlaşması ve birim alandan alınan verimin yüksek olması nedeniyle üretim alanı giderek artan bir meyve konumuna gelmiştir.

Üzümsü meyveler grubuna giren çilek (*Fragaria vesca*), Rosaceae familyasının *Fragaria* cinsine ait çok yıllık bir bitkidir. Çileğin anavatanı Kuzey ve Güney Amerika’dır (Hancock, 1999). Yapılan çalışmalar ile verimi yüksek ve ticari değeri olan kültür çeşitlerinin ıslahı sonucunda çilek yetiştiriciliği hızlı bir gelişme göstermeye

başlamış ve bugün özellikle Amerika ve Avrupa kıtalarında geniş bir üretim alanı bulmuştur (Konarlı, 1986; Paydaş,1998).

2005 yılı FAO verilerine göre başlıca çilek üreticisi ülkeler arasında ilk üç sırayı Amerika (974.500 ton), İspanya (308.000 ton) ve Rusya (217.000 ton) alırken, Türkiye 160.000 ton çilek üretimi ile 7. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2005a).

Çizelge 3. Dünya ve Türkiye çilek üretim alanı ve miktarı

	Alan (ha)	Verim (ton/ha)	Üretim
Dünya	250.751	140.787	3.530.245
Türkiye	10.500	152.381	160.000

FAOSTAT Agriculture Data–2005.

Ülkemizde çilek üretiminin büyük bir kısmı ise sırasıyla Akdeniz, Marmara ve Ege Bölgelerinde gerçekleşmektedir (Anonymous, 2003).

Aydın ili verim değerlerine bakıldığında 2005 yılında toplam çilek üretim miktarı 21.423 ton’dur. Bunun ilçelere göre dağılımı incelendiğinde ise Sultanhisar ilçesi ilk sırada yer alırken Sultanhisar’ı sırayla Köşk, Merkez, Incirliova, Yenipazar ve Nazilli ilçelerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4) (Anonymous, 20005b).

Çizelge 4. Aydın İli ilçelerine ait 2005 yılı çilek dikim alanı ve üretimi

İLÇELER	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
Merkez	150,7	452	3000
Incirliova	127	381	3000
Karpuzlu	3	9	3000
Köşk	260	800	3000
Nazilli	15	45	3000
Sultanhisar	3850	12.320	3200
Yenipazar	100	200	2000
Didim	4	16	4000
TOPLAM	4509.7	14.223	-

Çilek yetiştiriciliğinde birçok fungal hastalık önemli kayıplara neden olmaktadır. Aydın ili çilek alanlarında sorun olan önemli fungal etmenler *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* ve *Botrytis cinerea*'dır (Benlioğlu *et al*, 2001). Biber alanlarında karşılaşılan en önemli fungal etmenler ise *Phytophthora capsici* ve *Rhizoctonia solani*'dir (Anonymous, 2006b).

Toprak kaynaklı patojenler ile mücadelenin zor ve pahalı olması araştırmacıları alternatif mücadele arayışlarına yöneltmiştir. Günümüzde sürdürülebilir tarım sistemlerinde toprak kaynaklı patojenlerin kontrolünde yoğun olarak kullanılan sentetik pestisitlerin yerine alternatif metotların kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Hemen hemen tüm ekosistemlerde var olan ve tarımsal açıdan önemli türleri içeren Vesiküler Arbüsküler Mikorizal (VAM) funguslar hem sürdürülebilir tarımda hem de organik tarımda *Aphanomyces*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinium*, *Verticillium* ve *Thielaviopsis* gibi toprak kaynaklı patojenlerin ve çeşitli nematodların biyolojik kontrolünde oldukça önemli bir etkiye sahiptir (Harrier and Watson, 2004).

Ülkemizde mikorizal funguslarla ilgili araştırmalar özellikle de bitki hastalıkları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar oldukça yeni olup son yıllarda bu konu gittikçe artan bir öneme sahip olmaya başlamıştır. Bu çalışma, çilek ve biberden izole edilen bazı toprak kaynaklı fungal etmenlerin patojenisitesi ve bu çalışma sonucu patojen olarak bulunan etmenlere karşı mikorizal fungusların etkisini saptamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ayrıca mikorizal fungusların bitki gelişimine olan etkileri de değerlendirilmiştir

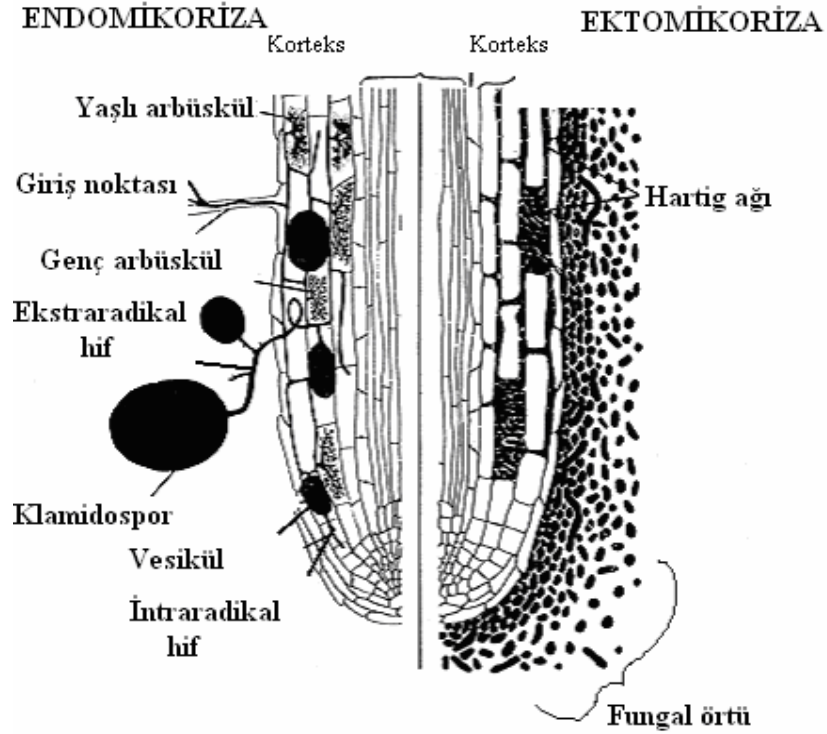
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Toprak mikroflorasındaki mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki en yaygın yaşam şekillerinden biri olan mikorizal yaşam, ilk olarak 1885 yılında A.B Frank isimli bir Alman pataloğu tarafından tanımlanmıştır (Kendrick, 1992). Yapılan çalışmalar ile orman ağaçları yanında çok sayıda kültür bitkisinde mikoriza varlığı ortaya konmuştur. Mikorizal funguslar hemen hemen her toprakta bulunurlar ve yüksek bitki türlerinin yaklaşık %90'ı normalde mikorizalarla birliktedir. Öyle ki bazı bitkiler için mikorizal funguslar mutlak gerekli olmaktadır (orkide türleri gibi) (Marschner, 1995).

Mikorizal funguslar taksonomik yönden sporlarının yapısı, bitkilerdeki enfeksiyon şekilleri ve kök içindeki morfolojik ve fizyolojik yapıları itibariyle büyük farklılıklar göstermektedir. Fungal miselyumun kök yapısı ile ilişkisine göre Endomikoriza ve Ektomikoriza olmak üzere iki büyük mikorizal grup ayırt edilmektedir (Marschner, 1995).

Ektomikorizalar genellikle odunsu bitkilerin köklerinde ortaya çıkarlar ve iki önemli yapıları ile karakterize edilirler. Birincisi kök yüzeyinin etrafında bulunan Hartig ağı olarak tanımlanan fungal miselyum ağı, diğeri de bu fungal miselyum ağından kök korteksinin yüzeyine penetrasyon yapan hif yapısıdır. Endomikorizal funguslar ise kök korteks hücreleri içinde yaşar ve interselüler veya intraselüler olarak gelişirler. Endomikorizanın en tanınmış türleri; Erikoid mikoriza, Orkid mikoriza ve Vesiküler Arbüsküler Mikoriza (VAM)'dır (Marschner, 1995).

Önemli endomikorizal yaşam şekillerinden üçüncüsü olan Vesiküler Arbüsküler Mikoriza (VAM) hemen hemen tüm bitkilerde görülmektedir. VAM fungusları kök korteksi içinde dallanma özelliğine sahip arbüskülleri ile fungusun yağ ve besin deposu görevini gören vesikülleri ve toprağı çok iyi saran miselyumları (Şekil 1) ile karakterize edilmektedir (Kendrick, 1992)



Şekil 1. Endo ve ektomikorizanın kökte oluşturdukları yapılar (Kendrick, 1992).

Mikoriza araştırmaları, bitkiye sağladığı yararların önemi açısından özellikle VAM oluşumuna odaklanmıştır. VAM bitki gelişimini özellikle bitki besin maddelerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir. Bu teşvik, simbiosize sahip köklerin topraktan başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerini daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır (Tisdall, 1994).

VAM fungusları bitkiye besin alımını artırmalarının yanı sıra, bitkilerin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmakta, bitkinin büyümeyi teşvik edici maddeler (hormonlar) salgılamasını sağlamaktadırlar. Ayrıca bazı mikorizal funguslar miselleri ile toprakta agregatlaşmayı artırarak daha iyi bir toprak strüktürünün oluşmasını sağlamaktadırlar (Tisdall, 1994).

Günümüze kadar yapılan çok sayıda araştırma, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra VAM fungusları tarafından da alındığını ortaya koymuştur. Bu funguslar konukçuları olan bitkiler ile simbiyotik ilişkiye geçtiklerinde bitkinin su ve bazı mineral besin maddelerinin alımına doğrudan katkıda bulunmaktadır (Kendrick, 1992).

Mikoriza funguslarının beslenme yönünden önemi, kökten gelişen mikorizal hiflerin kökün uzantısı gibi işlev görerek, bitki köklerinin ulaşamadığı besin elementlerinin alımını sağlaması olarak belirtilmektedir (Mosse, 1981). VAM fungusları topraktan özellikle fosforun bitkilerce alınmasında etkileyici rol oynamaktadır (Smith *et al*, 1992). Mikorizal fungusların fosfor dışında çinko, bakır, mangan, demir, kalsiyum, potasyum ve azotun alımında da etkili olduğu bildirilmektedir (Hayman, 1982).

Aguilera-Gamez *et al* (1999), tarafından yapılan bir araştırmada fosfor (P) düzeyi düşük kumlu toprakta yetiştirilen ve *Glomus intraradices* ile inokule edilen biber fidelerinin düşük P uygulamasında mikorizal olmayan bitkilere göre daha fazla yaprak sayısı ve alanına, sürgün, kök ve meyve ağırlığına sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca düşük P konsantrasyonunda kök kolonizasyonunun (arbüskül, vesikül, internal ve ekstraradikal hif gelişimi) daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

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

Kaya fosfatı ilaveli bitki yetiştirme ortamına inokule edilen *Glomus intraradices* mikorizal fungusunun biber bitkilerinin gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir sera çalışmasında, *G. intraradices* ile inokule edilen biber fidelerinin kontrol bitkilerine göre bitki gelişiminin ve verimin daha yüksek olduğu

saptanmıştır. Ayrıca mikorizal biber bitkilerinin sürgün ve köklerinde fosfor ve nitrojen alımının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Kim *et al*, 2002).

Glomus etunicatum ve *G. clarum* ile inokule edilen biber, patlıcan ve domates bitkilerinin edilmeyen bitkilere göre Cu ve Zn alımının arttığı ve verimin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca biber bitkilerinin domates ve patlıcana göre mikorizal funguslara daha fazla bağımlı oldukları belirtilmiştir (Ortaş ve ark, 2003).

VAM fungusları bitkiye besin alınımını artırmanın yanı sıra, bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmaktadır (Tisdall, 1994).

Meksika’da yerli mikorizal funguslardan oluşan ZAC-19 izolatu (*Glomus albidium*, *G. claroides* ve *G. diaphanum*) ile inokule edilen ve edilmeyen biber bitkilerinin (cv. San Luis) kurak koşullara dayanıklılığını belirlemek amacıyla yapılmış bir çalışmada, sera koşullarında 4.5 hafta yetiştirilen biber fideleri mikorizal funguslarla inokule edildikten sonra 20 gün kurak koşullara maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda mikorizal funguslarla inokule edilmeyen biber bitkilerinde dokulardaki su içeriği, yaprak su potansiyeli, bitki transpirasyonu, yaprak transpirasyon yüzey alanı ve bitki ağırlığı azalırken, mikorizal funguslarla inokule edilen bitkilerde yaprak su potansiyeli ve kök/sürgün oranı yüksek bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçların bitkinin kuraklığa dayanıklılıkta etkili olduğu kanısına varılmıştır (Davies *et al*, 2001).

Çilekte (*Fragaria x ananassa*) uygulanan dört farklı dozdaki fosfor uygulamasının (50, 100, 150, 200 kg Pha⁻¹), arbüsküler mikorizal funguslar ile inokule edilen çilek bitkilerinin gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, yüksek fosfor uygulaması dışındaki (200 kg Pha⁻¹) P uygulamalarında mikorizal çilek bitkilerinin daha yüksek bitki ağırlığına, kardeş bitki sayısına, bitki başına düşen meyve sayısına, sürgün kuru ağırlığına ve sürgün fosfor içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca mikorizal çilek bitkilerinde en yüksek meyve veriminin 150 kg Pha⁻¹ uygulamasında elde edilirken, mikorizal olmayan bitkilerde ise 200 kg Pha⁻¹ uygulamasında elde edildiği belirtilmiştir (Sharma and Adholeya, 2004).

Dört farklı *Glomus* türünü içeren mikorizal inokulumun inokule edildiği çilek ve yonca bitkilerinde bu fungusların bitki gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır (Koomen *et al*, 1987).

Sera hıyar yetiştiriciliğinde VAM'ın bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmış bir çalışmada, *Glomus mosseae* ve *G. fasciculatum* karışımları (10g/bitki) sterilize edilmiş ve edilmemiş harç toprağına inokule edilmiştir. 15'er gün aralıklarla bitki boyu, gövde çapı ve boğum sayısı ölçümleri ile bitki tarafından alınan P, Zn ve Mn miktarları saptanmıştır. Araştırma bulgularına göre özellikle sterilize edilmiş 1:1:1 (çiftlik gübresi:bahçe toprağı:dere kumu) harca mikorizal fungusların inokule edilmesinin bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca mikoriza ile inokule edilen bitkilerin yaprak, gövde, kök yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak alanı değerleri inokule edilmeyenlerden daha yüksek bulunmuştur. Mikorizal inokulasyonun bitki büyümesine olan etkisi, yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlanmıştır (Çığışar and Sarı, 2000).

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

Mısır bitkisinin gelişiminde ve besin elementleri alımında kaya fosfatı, kompost ve mikorizanın önemini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, *G. mosseae*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum* mikorizal fungusları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda mikorizanın kaya fosfatı ve komposta oranla mısır bitkisinin gelişiminde ve besin elementleri alımında daha fazla etkili olduğu ve bitkilerin P ve Zn alımında önemli derecede artışlar olduğu belirtilmiştir (Demirbaş ve ark, 2005).

Bitki ile mikorizal funguslar arasında ki simbiyotik ilişki bitki patojen ilişkilerini de etkilemektedir. VAM oluşumunun görüldüğü bitkiler toprak kaynaklı fungal patojenlere ve nematodlara karşı daha dayanıklı hale gelmekte böylelikle mücadelesi oldukça güç olan toprak kaynaklı patojenlere karşı mücadelede önemli bir avantaj elde edilmektedir (Dehne, 1982).

Bitki hastalıklarının biyolojik mücadelesinde önemli bir etkiye sahip olan VAM funguslarının bu olumlu etkileri bitkide bazı mekanizmalar üzerinde etkili olması ile açıklanmaktadır. Bunlar bitkide besin alımının artması, köklerdeki morfolojik değişiklikler, bitki dokularında bulunan kimyasal bileşiklerdeki değişiklikler, abiyotik stres koşullarının azaltılması ve mikorrizosferdeki değişikliklerdir (Pfleger and Linderman, 1988).

G. mosseae ve *G. fasciculatus*'un yer aldığı 7 *Glomus* spp. izolatının *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin neden olduğu domates solgunluğu ve *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*'un neden olduğu biber solgunluğuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *F. oxysporum* ile inokule edilmiş mikorizal domates bitkilerinin daha fazla kök sürgün ağırlığına sahip olduğu bildirilmiştir. *Glomus* spp. izolatlarının patojenin enfeksiyon yüzdesini domateste %65'e ve biberde %96'ya varan oranlarda azalttığı bildirilmiştir (Al Momany and Al Raddad, 1988).

Biberde kök boğazı yanıklığına neden olan *Phytophthora capsici* ile *G. intraradices* mikorizal fungusu arasındaki etkileşimi belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, *G. intraradices* ile inokule edilen bitkilerin, kontrol bitkilerine ve sadece patojenle inokule edilen bitkilere göre daha yüksek kök ve sürgün gelişimine sahip olduğu belirlenmiştir. *G. intraradices* ve patojen ile birlikte inokule edilen topraklarda mikorizal kolonizasyon oranı %10 oranında azalmasına karşın hastalık şiddeti %74.6 oranında baskı altına alınmıştır (Zheng *et al*, 2004).

G. intraradices'in *P. capsici* ile inokule edilen biber fidelerinin kök sistemleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılmış bir başka çalışmada, sadece mikoriza ile inokule edilen bitkilerde patojen lezyonlarında ve nekrozlarda azalma meydana gelmiş, maksimum lezyon oranı %70, nekroz oranı ise %23 olarak belirlenmiştir. Sadece *P. capsici* ile inokule edilen bitkilerde ise köklerde patojen lezyonları ve nekrozlar artmış bu artış patojen inokulasyonlarından 12 gün sonra lezyonlarda %269.5, nekrozlarda ise %80 olarak saptanmıştır (Espionasa-Victoria and Gonzales-Mindoza, 2004).

İn vitroda yapılan çalışmalarda *G. etunicatum* ve *G. monosporum* funguslarının çilek köklerindeki *Phytophthora fragariae* kolonizasyonunu 48 saat sonra sırasıyla %67 ve %64 oranında, 72 saat sonra ise %83 ve %89 oranında azaltmıştır. In vivo da yapılan denemelerde ise *G. etunicatum* ile inokulasyondan 72 saat sonra %69 oranında *P. fragariae* sporulasyonunu azaltmıştır (Norman and Hooker, 2000).

Çilekte beş farklı mikroorganizmanın (*Glomus mosseae*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Gliocladium catenulatum*) *P. fragariae* ve *P. cactorum*'a olan etkisini belirlemek amacıyla bitkiler tekli ve ikili uygulamalar şeklinde bu mikroorganizmalarla inokule edilmişlerdir. İkili uygulamalar tekli uygulamalara kıyasla daha fazla bitki gelişimini artırmıştır. *B. subtilis* ve *G. mosseae*+*G. catenulatum* uygulamaları patojenlerin bitki köklerinde meydana getirdiği kök nekrozlarının derecesini azaltmıştır (Vestberg *et al*, 2004).

Verticillium dahliae konukçu dizisi çok zengin olan ve endemik olduğu ülkelerde ekonomik kayıplar meydana getiren çok önemli bitki patojenidir. *Verticillium* solgunlukları konusunda sayısız çalışma olmasına rağmen, hastalığın kontrol problemi henüz çözümlenmiş değildir. Bu hastalığa karşı geliştirilen savaşım yöntemlerinin ana hedefi patojenin bitkiye penetrasyonundan ve dokulara yerleşmesinden önce engellemek ya da topraktaki inokulum potansiyelini yok etmek ancak bu sırada uygulamaların doğaya en az zarar vermesini sağlamak şeklinde özetlenebilmektedir (Turhan ve ark, 1995).

Bu düşünceden yola çıkılarak ve VAM funguslarının toprak kaynaklı funguslara etkisi göz önünde tutularak *Verticillium* solgunluklarına karşı bu fungusların kullanabilme olanakları araştırılmış ve bu konuda değişik araştırmalar yapılmıştır.

Bir aylık biber fideleri (cv. Piquillo) *G. deserticola* ve *G. intraradices* mikorizal fungusları ile ayrı ayrı inokule edilmiştir. İnokulasyondan 2 ay sonra her gruptan 15'er bitki 3×10^6 *V. dahliae* spor süspansiyonu ile inokule edilmiştir. İnokulasyondan 43 gün sonra *G. intraradices* ve *G. deserticola*'nın bitkilerin kök korteksindeki *V. dahliae*'nin kolonizasyonunu sırasıyla %29.35 ve %25.81 olarak azalttığı saptanmıştır (Garmendia *et al*, 2004a).

Garmendia *et al* (2004b), yapmış oldukları diğer bir çalışmada, *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu hastalık simptomlarının oluşumundan önce, yapraklarda metabolik değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir. Mikorizal bitkilerde patojen inokulasyonundan 1 ay sonra yapraklarda, süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitesi mikorizal olmayan bitkilere göre daha kontrollü bir şekilde artış göstermiştir. Mikorizal olmayan biber bitkileri patojen ile inokule edildiğinde süperoksit dismutaz aktivitesi artış göstermiştir. Bunun sonucu olarak bu bitkilerde H_2O_2 birikimi ile hastalığın ilerleme hızı arasında pozitif bir ilişki olduğu düşünülmüştür.

VAM oluşumunun patlıcan-*Verticillium dahliae* ve kavun *Macrophomina phaseolina* patosistemindeki rolünün araştırıldığı bir çalışmada VAM oluşumu her iki patosistemde hastalık şiddetini sırasıyla %41 ve %58 oranında azalttığı ayrıca patojenlerin inokulum oluşturma yeteneklerinin de kısıtlanmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca VAM oluşumunun bitki gelişimi ve fizyolojisine etkisini saptamak amacıyla *G.intraradices*, ayçiçeği, buğday, domates, kavun, patlıcan ve tütün bitkilerine inokule edilmiştir. VAM ile inokule edilen bitkilerin morfolojik olarak daha iyi geliştiği, özellikle patlıcan, kavun, ayçiçeği ve tütün bitkilerinde gelişim değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Demir, 1998).

Domateste *Fusarium* solgunluğuna neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye karşı mikorizal fungus olan *G. etunicatum*'un kullanılmasıyla patojenin önemli oranda baskı altına alındığı ayrıca *G. etunicatum*'un domates bitkilerinde sürgün kuru ağırlığını, sürgün uzunluğunu ve kök gelişimini artırdığı saptanmıştır (Özgönen, 1998).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın bitkisel materyalini çilek (Camarosa ve Sweet Charlie çeşitleri) ve biber (Çine Charleston çeşidi) bitkileri oluşturmuştur. Çalışmamızda bitki gelişimine ve toprak kaynaklı bazı patojenlere etkisini saptamak amacıyla Bio-organics (*Glomus aggregatum*, *G. clarum*, *G. deserticola*, *G. intraradices*, *G. monosporus*, *G. mosseae*, *Gigaspora margarita*, *Paraglomus brasilianum*) isimli biopreparat kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız toprak kaynaklı fitopatojen funguslar ise *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* ve *Colletotrichum* spp. ve *Verticillium dahliae*'dir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Patojenisite Çalışmaları

Patojenisite çalışmaları 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre cam serada yürütülmüştür.

3.2.1.1. *Fusarium* spp. ve *Rhizoctonia solani* izolatlarının inokulum üretimi

Fusarium spp. ve *R. solani* izolatlarının inokulum üretimi amacıyla mısır unlu kum kültüründe üretilen inokulum kullanılmıştır. 135 gr kum, 15 gr mısır unu ve 20 ml patates suyu (200gr patates/1lt saf su), küçük boy otoklav poşetleri içerisinde birer gün arayla 121°C'de altmışar dakika sterilize edilmiştir (Turhan and Turhan, 1989) (Şekil 2). PDA (Patates Dekstrozu Agar)'da bir hafta süreyle gelişen kolonilerden alınan misel içeren üç adet disk, içinde kum kültürü bulunan poşetler içerisine atılarak 20°C'deki inkübatörde 6 hafta gelişmeye bırakılmıştır.



Şekil 2. İnokulum üretiminde kullanılan mısır unlu kum kültürü

3.2.1.2. *Fusarium* spp. patojenisitesi

Çilek ve biberde yapılan *Fusarium* spp. patojenisitesinde her bir izolata ait inokulum mısır unlu kum kültüründe üretilerek 6 hafta sonra steril saksı toprakları ile (1/3 kum + 1/3 torf + 1/3 toprak) 1:19 oranında karıştırılmıştır. Çilekte yapılan patojenisite testinde 2001–2002 çilek üretim sezonunda Sultanhisar çilek üretim alanlarından izole edilmiş 25 *Fusarium* spp. (Adana ticari frigo fidelerden izole edilmiş 15 izolat, soğuk hava deposundaki çilek fidelerinden izole edilmiş 10 izolat) izolatu kullanılmıştır. Hazırlanan saksılar Sultanhisar’a götürülerek sağlıklı çilek bitkisinden gelişmiş ve toprakla temas etmemiş kolların altına köklenmesi için bırakılmıştır (Şekil 3). Bitkilerin 3 günde bir düzenli olarak sulamaları yapılmış, 5 hafta sonra ana bitkiyle bağlantısı kesilip ADÜ Ziraat Fakültesi’ne getirilerek cam sera içerisinde gelişimleri takip edilmiştir.



Şekil 3. *Fusarium* spp. ile inokule edilmiş bardaklara köklenmesi için yerleştirilmiş kardeş bitkiler.

Biberde yapılan patojenisite testinde ise Çanakkale ili biber üretim alanlarından solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden izole edilen 22 *Fusarium* spp. izolatu kullanılmıştır. Önce % 2'lik sodyum hipoklorid (NaOCl) çözeltisinde sonrada steril su içerisinde 20 dakika tutularak yüzey dezenfeksiyonu yapılan biber tohumları, içerisinde steril perlit bulunan viyol içerisine ekilmiştir. Fideler yaklaşık 10–15 cm boya ulaştığında inokulumlu saksı topraklarına şaşırtılmıştır.

Patojen inokulasyonundan 6 hafta sonra bitkiler sökülerek her bir bitkinin kök kısımları 0–5 skalasına (Çizelge 5) göre değerlendirilmiş kahverengileşme gösteren köklerden izolasyonlar yapılmıştır (Hwang et al, 1992).

İzolasyonlarda köklerden sağlıklı dokuları da içeren 0,5 -1cm büyüklüğünde parçalar alınarak yüzey dezenfeksiyonu için % 2'lik sodyum hipoklorid (NaOCl) çözeltisinde 2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra steril saf su ile durulanıp, steril kurutma kağıtları ile kurulanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan bitki kısımları Su Agar (16g Agar, 1L saf su) ortamına yerleştirilerek 24°C'de inkubasyona bırakılmıştır. 24–48 saat sonra petriler mikroskopik incelemeye alınmıştır. Gelişen kolonilerden alınan parçalar PDA besi ortamına aktararak saf fungus kolonileri elde edilmiştir.

Çizelge 5. Çilek ve biber bitkilerinde *Fusarium* spp. belirtilerinin değerlendirildiği 0 -5 skalası

SKALA DEĞERİ	BELİRTİ TİPİ
1	Sağlıklı
2	Köklerde $\leq$ %10 kahverengileşme
3	Köklerde %11–25 kahverengileşme
4	Köklerde %26–50 kahverengileşme
5	Köklerde $\geq$ %50 kahverengileşme

3.2.1.3. *Colletotrichum* spp. patojenisitesi

2000 yılı çilek üretim sezonunda Sultanhisar çilek üretim alanlarından elde edilmiş 4 *Colletotrichum* spp. izolatının patojenisitesi yapılmıştır. Patojenisite testinde 1. boy Camarosa ve Sweet Charlie çeşidi çilek fideleri kullanılmıştır. Fideler steril harç toprağı (1/3 kum, 1/3 torf, 1/3 toprak) içerisine dikilmiştir. 24°C sıcaklıkta PDA ortamında (Patates Dekstroz Agar) geliştirilen 5 günlük *Colletotrichum* spp. kültürlerinden 1×10^6 konidi/ml spor süspansiyonu hazırlanmıştır. 3 hafta sonunda her bir bitkinin taç kısımlarına insülin iğnesi ile 0.1 ml spor süspansiyonu verilmiştir (Urena- Padilla, 2001). 4 hafta boyunca hastalık gelişimleri takip edilen bitkilerin taç kısımlarındaki hastalık şiddetleri 0-5 skalasına (Çizelge 6) göre değerlendirilmiştir (Smith and Black, 1990).

Çizelge 6. Çilek bitkilerinde *Colletotrichum* spp. belirtilerinin değerlendirildiği 0-5 skalası

SKALA DEĞERİ	BELİRTİ TİPİ
0	Sağlıklı
1	taçta 3mm'den küçük lezyonlar
2	taçta 3-10mm büyüklüğünde lezyonlar
3	taçta 10-20mm büyüklüğünde lezyonlar
4	taçta 20mm'den büyük lezyonlar
5	bitki ölü

3.2.1.4. Biber- *V. dahliae* patojenisitesi

2004 yılı biber üretim sezonunda Çanakkale ili biber üretim alanlarından solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden izole edilen 2 adet *V. dahliae* izolatının patojenisitesi yapılmıştır. Önce % 2'lik sodyum hipoklorid (NaOCl) çözeltisinde sonra da steril su içerisinde 20 dakika tutularak yüzey dezenfeksiyonu yapılan biber tohumları, içerisinde steril perlit (121°C de 60 dakika) bulunan viyoller içerisinde ekilmiştir. Fideler yaklaşık 10–15 cm boya ulaştığında saksı topraklarına (1/3 kum + 1/3 torf + 1/3 toprak) şaşırtılmıştır. 15 günlük kültürlerden hazırlanan 4×10^6 konidi /ml spor süspansiyonu 2 haftalık biber fidelerinin 3. ve 4. gerçek yaprakları arasına mikropipetle 10 µl olacak şekilde damlatılmıştır (Şekil 4a). Süspansiyon damlatılan kısma 22 gauge'luk enjektör yardımı ile dairesel hareketlerle yara açılarak bitkinin inokulumu alması sağlanmıştır (Şekil 4b). Kontrol bitkilerine ise aynı yöntemle steril saf su inokule edilmiştir (Hanson 2000).



Şekil 4. Biber bitkilerinin insülin iğnesi kullanılarak *V. dahliae* spor süspansiyonu ile inokulasyonu.

İnokulasyondan sonra bitkiler iklim odasında $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 16h aydınlık/8h karanlık periyodunda inkubasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan 5 hafta sonra her bir bitkideki yaprak kurumaları ve solgunluk belirtileri dikkate alınarak hastalık şiddetleri 0–5 skalasına (Çizelge 7) göre değerlendirilmiştir (Al-Ahmad and Mosli,1993).

Çizelge 7. Biber bitkilerinde *V. dahliae* belirtilerinin değerlendirildiği 0 -5 skası

SKALA DEĞERİ	BELİRTİ TİPİ
0	Sağlıklı
1	1-2 yaprakta solgunluk (%10)
2	1/4'ünde solgunluk (%25)
3	bitkinin 1/2' sinde solgunluk (%50)
4	3/4'ünde solgunluk (%75)
5	bitki ölü

3.3. *R. solani* - çilek patosisteminde VAM'ın hastalık şiddetine ve bitki gelişimine etkisinin saptanması

3.3.1. Mikorizal preparatın inokulasyonu

1 litre suya 42 cc Bio-organics isimli preparatın eklenmesiyle hazırlanan bulamaç içerisine bitki kökleri daldırılarak bitki kökleri mikorizal funguslarla inokule edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Kökleri mikorizal inokuluma daldırılan çilek bitkileri.

3.3.2. Mikoriza ile kolonize edilmiş ve edilmemiş çilek bitkilerine *R. solani* inokulasyonu

Çalışmada biri *Rsc* diğeri *Rsx* izolatu olmak üzere 2 *Rhizoctania solani* izolatu kullanılmıştır. Bunlardan *Rsc* izolatu 1997 yılında çilek bitkisinden izole edilen, *Rsx* izolatu ise *Xanthium strumarium* (Domuz Pıtrağı)'dan izole edilen ve çilekte patojen oldukları saptanmış izolatlardır. Patojen izolatlarının 3.2.1'de belirtilen mısır unlu kum kültüründe inokulumları üretilerek 6 hafta sonra steril saksı toprakları ile 1:19 oranında bulaştırılmıştır. Bitki yetiştirme ortamı olarak 121°C de 60 dakika sterilize edilmiş 1/3 pomza + 1/3 torf + 1/3 toprak karışımı kullanılmıştır.

Uygulamalar yalnız mikoriza ile inokule edilen (M), mikoriza ile birlikte *R. solani* ile inokule edilen (M+R), yalnız *R. solani* ile inokule edilen (R), önceden mikoriza ile inokule edilerek 15 gün sonra *R. solani* ile inokule edilen (15M+R) ve hiçbir uygulama yapılmayan kontrol (K) bitkilerinden oluşmuştur. Yalnız mikoriza uygulamasında bitkiler mikorizal inokulum ile inokule edildikten sonra steril saksı toprağına dikilmiştir. M+R uygulamasında ise bitkiler mikorizal inokulum ile inokule edildikten sonra 1/19 oranında *R. solani* bulaştırılmış toprağına dikilmiştir. *R. solani* (R) uygulamalarında ise bitkiler direkt olarak inokulumlu toprağına dikilmiştir. 15M+R uygulamasında ise bitkiler mikorizal inokulum ile inokule edildikten 15 gün sonra *R. solani* ile bulaştırılmış saksı toprağına şaşırtılmıştır.

Uygulamalarda 1.boy Camarosa çeşidi çilek fideleri kullanılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde cam serada yürütülmüştür. Bitkiler deneme süresince düzenli olarak saf su ile sulanarak 2 haftada bir Hoagland solüsyonu (N: 210, P: 31, K: 234, Mg: 48, Ca: 160, S: 64, Fe: 2.5, Mn.: 0.5, B: 0.5, Cu: 0.02, Zn: 0.05, Mo: 0.01 mg l⁻¹) verilmiştir (Hoagland and Arnon, 1950).

Rsc izolatu ile inokule edilen bitkiler inokulasyondan 4 ay sonra, *Rsx* izolatu ile inokule edilen bitkiler ise morfolojik kriterlerinin yanında verim kriterlerinin de belirlenebilmesi amacıyla inokulasyondan 8 ay sonra sökülmüştür. Bitkilerin köklerindeki hastalık şiddetinin belirlenmesinde 0-5 skalası (Çizelge 5) (Hwang *et al*, 1992), yeşil aksamda ise 0-4 skalası (Fenille *et al*, 2003) kullanılmıştır. Ayrıca her bir bitkinin yaprak sayısı, kardeş bitki sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş

ve kuru ağırlığı gibi morfolojik kriterleri de saptanmıştır. Elde edilen sonuçların SAS paket programında istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Çizelge 8. Çilek bitkisi yeşil aksamında *R. solani* belirtilerinin değerlendirildiği 0-4 skalası

SKALA DEĞERİ	BELİRTİ TİPİ
0	Yapraklarda lezyon yok
1	yapraklarda %1–25 kuruma
2	yapraklarda %26–50 kuruma
3	yapraklarda %51–75 kuruma
4	yapraklarda %76–100 kuruma

3.3.3. Mikorizal fungusların biberde bitki gelişimine etkisinin saptanması

Biberde yapılan *V. dahliae* ve *Fusarium* spp. patojenisitesi sonucunda izolatlardan hiçbiri patojen çıkmadığı için bitkiler sadece mikorizal funguslarla inokule edilmiştir. Uygulamalar yalnız mikoriza ile inokule edilen (M) ve hiçbir uygulama yapılmayan kontrol bitkilerinden (K) oluşmuştur. 3.2.1.4'te belirtilen şekilde yüzey dezenfeksiyonu yapılan biber tohumları steril harç toprağı içerisine (1/3toprak+1/3 kum+1/3torf) ekilmiştir. Biber fideleri 10-15cm boya ulaştığında mikorizal preparat ile inokule edilmiştir (3.3.1). Bitkiler düzenli olarak saf su ile sulanarak 2 haftada bir hoagland solüsyonu verilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Bitkiler inokulayondan 4 ay sonra sökülerek her bir bitkinin yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı gibi morfolojik kriterleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçların SAS paket programında istatistiksel analizleri yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Patojenisite Çalışmaları

4.1.1. Çilekte *Fusarium* spp. patojenisitesi sonuçları

Çilekte (cv. Camarosa) patojenisitesi yapılan 25 *Fusarium* spp. izolatu çilek bitkilerinin kök ve taç kısımlarında hastalık oluşturmamıştır (Şekil 6). Bitkilerin taç ve kök kısımlarından yapılan izolasyonlar sonucunda bu izolatların çilek bitkisinde patojen olmadıkları saptanmıştır.



Şekil 6. Kontrol ve *Fusarium* spp. ile inokule edilen çilek bitkilerinde kök gelişimi

4.1.2. Biberde *Fusarium* spp. patojenisitesi sonuçları

Biberde patojenisitesi yapılan 22 *Fusarium* spp. izolatından hiçbir bitkilerde hastalık belirtisi oluşturmamıştır. Etmen ile inokule edilen bitkiler ile kontrol bitkileri arasında herhangi bir farklılık oluşmamıştır. Patojenisite testi ikinci kez yapılmış sonuçlar birinci testle paralellik göstermiştir.

4.1.3. Çilekte *Colletotrichum* spp. patojenisitesi sonuçları

Colletotrichum acutatum, *C. gloeosporioides* ve *C. fragariae* türleri çilekte antraknoza neden olmaktadır. Bu türler stolon ve petiollerde lezyonlara, yapraklarda siyah lekelenmelere, meyve, taç ve köklerde çürümelere neden olmaktadır (Smith, 2002). Çilek çeşitlerinin bu türlere karşı hassasiyetleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle patojenisite testinde Antraknoza karşı dayanıklı olan Sweet charliae çeşidi ile hassas olan Camarosa çeşidi çilek fideleri kullanılmıştır. Taç kısımlarından 1×10^6 konidi/ml spor süspansiyonu ile inokule edilen çilek bitkileri, inokulasyondan 4 hafta sonra bitkilerin taç kısımlarındaki renk değişiklikleri dikkate alınarak 0-5 skalasına (çizelge 6) göre değerlendirilmiştir (Smith and Black,1990). Yapılan değerlendirmeler sonucunda hiçbir izolat patojen olarak saptanmamıştır.

4.1.4. Biberde *Verticillium dahliae* patojenisitesi sonuçları

Gövdelerinden 4×10^6 konidi /ml spor süspansiyonu ile inokule edilen biber bitkilerinde herhangi bir hastalık belirtisi oluşmamıştır.

4.2. Mikorizal Fungusların Hastalık Şiddetine ve Bitki Gelişimine Etkileri

4.2.1. *Rhizoctonia solani* – çilek patosisteminde mikorizal fungusların

Hastalık şiddetine etkileri

Çalışmanın bu bölümünde *Rsc* izolatu ile inokule edilen bitkiler inokulasyondan 4 ay sonra sökülerek hastalık şiddeti ve morfolojik kriterleri yönünden değerlendirilmiştir. Hastalık şiddeti daha yüksek olan *Rsx* izolatu (çizelge 5) ile inokule edilmiş bitkiler inokulasyondan 8 ay sonra hastalık şiddeti ve morfolojik kriterleri yanında meyve sayısı ve meyve ağırlığı gibi verim kriterleri yönünden de değerlendirilmiştir. Hastalık şiddetinin belirlenmesinde kökler için 0–5 skalası (Çizelge 5) (Hwang *et al*, 1992), yapraklar için ise 0–4 skalası (çizelge 7) (Fenille *et al*, 2003) kullanılmıştır. Sonuçlar çizelge 9 ve 10’ da verilmiştir.

Çizelge 9. *R. solani* ile inokule edilen çilek bitkilerinde köklerdeki % hastalık şiddeti.

İzolat No	Hastalık şiddeti (%)				
	M	R	M+R	15M+R	K
Rsc	0	%67	%35,2	%31,4	0
Rsx	0	%76,6	%36,7	%35,2	0

Çizelge 10. *R. solani* ile inokule edilen çilek bitkilerinde yapraklardaki % hastalık şiddeti.

İzolat No	Hastalık şiddeti (%)				
	M	R	M+R	15M+R	K
Rsc	0	%45	%15	%15	0
Rsx	0	%40	%10	%5	0

Çizelge 9 ve 10'da görüldüğü üzere VAM oluşumunun hastalık şiddetine etkisinin genel olarak engelleyici bir karakterde olduğu tespit edilmiştir. Hastalık mikorizal bitkilerde daha yavaş seyretmiş ve hastalık şiddeti daha az olmuştur. Yao *et al* (2002) tarafından yapılan bir çalışmada *G. etunicatum*'un patates fidelerinin sürgün ve taç kısımlarında *R. solani*'nin neden olduğu hastalık şiddetini %60-%71.2 oranında azalttığı saptanmıştır.

Norman and Hooker (2000) in vitroda yapmış oldukları çalışmada, *G. etunicatum* ve *G. monosporum* ile inokule edilen çilek bitkilerinin köklerinde *Phytophthora fragariae*'nin sporulasyonunun 48 saat sonra sırasıyla %67 ve %64 oranında, 72 saat sonra ise %83 ve %89 oranında azaltıldığını saptamışlardır. Elde ettiğimiz sonuçlarda da hastalık şiddeti mikorizal funguslar tarafından önemli oranda baskı altına alınmıştır.

Rsc ve *Rsx* ile inokule edilen bitkilerde inokulasyondan 15 gün sonra iki bitki ölmüştür. Bu bitkilerin taç ve kök kısımlarından yapılan izolasyonlarda *R. solani* izole edilmiştir. Ayrıca *R. solani* ile inokule edilmiş bitkilerde etmenin belirtileri M+R uygulanan bitkilere göre daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle yaprak sapında önceleri kahverengi lekeler halinde başlayan lezyonlar hastalığın ilerleyen devrelerinde kurumalara dönüşmüştür (Şekil 7). Sonuçta *R. solani* ile inokule edilmiş bitkilerin yapraklarında kuruma ve dökülmeler mikoriza ile inokule edilen bitkilere göre daha fazla olmuştur. Yine *R. solani* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde nekrotik alanlar daha yoğun bir şekilde oluşmuştur (Şekil 8).



Şekil 7. *R. solani*'nin çilek bitkisinin yaprak sapında oluşturduğu belirti.



Şekil 8. *Rsx* uygulamalarının çilek bitkisinde kök gelişimine etkisi.

4.2.2. Mikorizal fungusların çilek bitkisinin gelişimine etkisi

Mikorizal fungusların çilek bitkisinin gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla *Rşç* ile inokule edilen çilek bitkileri inokulasyondan 4 ay sonra sökülerek uygulamalardaki tüm bitkilerin yaprak sayısı, kardeşlenme sayısı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı gibi bitki gelişim parametreleri üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. *R. solani* (Rsç) – çilek patosisteminde morfolojik değerlendirme sonuçları.

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet)	Kardeş bitki sayısı (adet)	Yeşil aksam yaş ağır.(g)	Yeşil aksam kuru ağır.(g)	Kök yaş ağır.(g)	Kök kuru ağır(g)
M	10.33 a	1.83a	10.34ab	3.09a	17.97a	5.28a
M+R	9.33a	1.67a	10.86a	3.10a	16.89a	4.76ab
K	8.83a	1.50ab	9.33ab	2.75ab	16.30a	5.18a
15M+R	8.16ab	1.67a	7.62ab	2.25ab	13.14ab	3.67ab
R	4.83b	0.83b	6.58b	1.80b	8.80b	2.69b

M: Mikoriza, **R:** *Rhizoctonia solani* **K:** Kontrol

(*) Her sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur, LSD testi P<0.05

Çizelge 11’da mikorizal fungusların bitki gelişimi üzerinde istatistiksel açıdan teşvik edici etkilerinin olduğu görülmektedir. M, M+R, K ve 15M+R uygulamaları arasında bitki gelişim parametreleri açısından belirgin farklılıklar olmamasına rağmen en belirgin farklılık mikoriza ile *R. solani* uygulamaları arasında ortaya çıkmaktadır. Morfolojik değerlendirmelerin tümünde mikorizal uygulamaların olumlu yönde etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Sonuçlarımıza benzerlik gösteren diğer çalışmalarda Grabowski *et al*, (1999) *Glomus intraradices* ve *G. etunicatum* mikorizal fungusları ile inokule edilen çilek bitkilerinin taç genişliği, yaprak alanı ve kök kuru ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise dört farklı *Glomus* türü ile inokule edilen çilek ve yonca bitkilerinde bu fungusların bitki gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır (Koomen *et al*, 1987).

R. solani ile inokule edilen patates bitkilerinde meyve sayısı ve kök yaş ağırlığının önemli oranda azaldığı, *G. etunicatum* ile inokule edilen bitkilerde ise sürgün yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve bitki başına düşen meyve sayısının önemli oranda arttığı belirtilmiştir (Yao *et al*, 2002). Nitekim elde ettiğimiz sonuçlara göre de sadece mikoriza ve sadece *R. solani* uygulanan çilek bitkileri arasında bitki gelişimi açısından önemli farklılıklar görülmüştür.

Her bir bitkideki yaprak ve kardeş sayısına ait değerler yönünden yalnız mikoriza uygulamalarının, M+R, 15M+R ve K uygulamaları ile arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olmamasına karşın yalnız *R. solani* uygulamalarına göre fark önemli bulunmuştur. Her uygulamadaki kardeş bitki sayısında ise önemli farklılıklar olmamasına karşın *R. solani* uygulamasında kardeş bitki oluşumu mikorizalı uygulamalara ve kontrol bitkilerine göre daha az olmuştur (Çizelge 11). Sharma and Adholeya (2004) yaptıkları çalışmada mikorizal bitkilerin kontrol bitkilerine göre daha yüksek yaprak sayısına ve kardeş bitki sayısına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

M+R uygulamasında yeşil aksam yaş ağırlığı daha yüksek olurken sadece *R. solani* (*Rsç*) uygulamasında, mikoriza ve kontrol uygulamalarına göre daha düşük olmuştur. M, 15M+R ve K uygulamaları arasında ise istatistiksel fark bulunmamıştır. Yeşil aksam kuru ağırlığı M ve M+R uygulamalarında, sadece R uygulamasına göre istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur (Çizelge 11).

Kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından mikoriza ve *R. solani* (*Rsç*) ile inokule edilen bitkiler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 11). Kök kuru ağırlıkları incelendiğinde ise en yüksek kök kuru ağırlığı mikoriza uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı ise *R. solani* uygulamasında görülmüştür. Kök yaş ağırlığı bakımından M, M+R ve K uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemesine rağmen mikorizanın bitki gelişimine olan olumlu etkileri görsel olarak fark edilmektedir.

Önemli morfolojik kriterlerden biri olan kök gelişimi ve yeşil aksam gelişimi *R. solani* uygulanan bitkilerde mikorizalı bitkilere göre daha zayıf olmuştur (Şekil 9, 10, 11).



Şekil 9. Mikoriza ve *R. solani* (R_{sc}) uygulamasının çilek bitkisinde kök gelişimi üzerine etkisi.



Şekil 10. Mikoriza ve *R. solani* (R_{sx}) uygulamasının çilek bitkisinde yeşil aksam gelişimine etkisi.



Şekil 11. Çilek bitkilerinin genel görünümü.

Diğer *R. solani* izolatı olan *Rsx* ile inokule edilen çilek bitkileri inokulasyondan 8 ay sonra sökülüştür. Mikoriza ve *R. solani* (*Rsx*) uygulamalarının çilek bitkisinin yaprak sayısı, kardeşlenme sayısı, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı parametreleri üzerine olan etkileri ile ilgili sonuçlar çizelge 11’ de verilmiştir.

Çizelge 12. *R. solani* (*Rsx*) – çilek patosisteminde morfolojik değerlendirme sonuçları.

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet)	Kardeş bitki sayısı (adet)	Yeşil Ak. yaş ağır.(g)	Yeşil Ak. kuru ağır.(g)	Kök yaş ağır.(g)	Kök kuru ağır(g)
M	16,17 a	1,33a	14,72a	7,31a	16,54a	6,78a
M+R	13,5a	1,00 b	9,83bc	5,25abc	14,33ab	4,25b
K	13,5a	1,00 b	10,98ab	6,38ab	14,56ab	5,86ab
15M+R	13,67a	1,00 b	8,91bc	4,75bc	10,47b	4,33b
R	13a	1,67a	6,54c	2,8c	9,76b	1,39c

M: Mikoriza, **R:** *Rhizoctonia solani* **K:** Kontrol

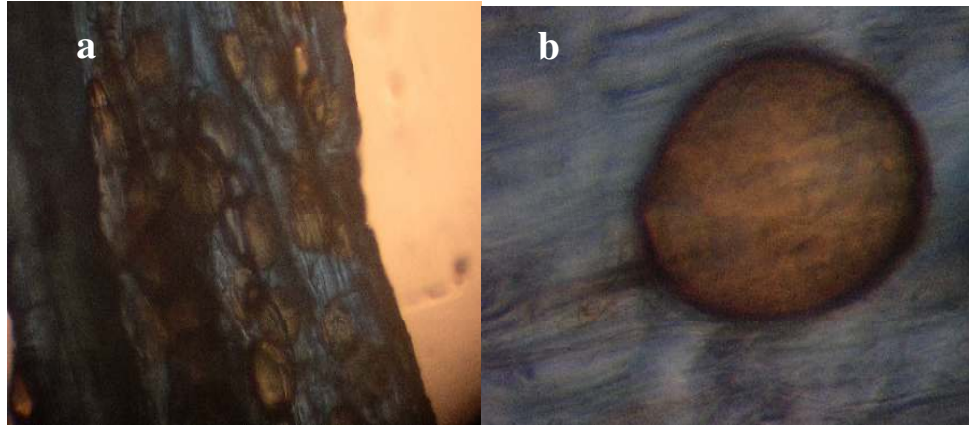
(*) Her sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur, LSD testi $P<0.05$

Uygulamalar arasında yaprak sayısı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Kardeş bitki oluşumu ise diğer uygulamalara kıyasla yalnız *R. solani* uygulanan bitkilerde daha fazla olmuştur (Çizelge 12).

Çizelge 8 incelendiğinde mikorizalı bitkilerin *R. solani* uygulanan bitkilere göre yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları istatistiksel olarak farklı çıkmış ve bu fark önemli bulunmuştur. Görsel olarak da bitki gelişimi açısından fark olduğu görülmektedir (Şekil 9,10).

Kök gelişimi açısından mikorizalı bitkilerin genelde daha üstün oldukları belirlenmiştir. En fazla kök gelişiminin görüldüğü mikorizalı bitkilerde kök yaş ağırlığı bakımından diğer uygulamalardaki bitkiler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığında ise mikorizalı bitkilerin daha fazla kuru madde oluşturdıkları görülmektedir (Çizelge 12).

Mikorizal fungusların bitki gelişimine olan etkileri değerlendirilirken, bitkilerin köklenmesi esnasında alınan kök örneklerinin boyanarak mikroskopta incelenmesiyle mikorizal ilişkinin geliştiği doğrulanmıştır (Şekil, 12).



Şekil 12. Çilek bitkisi kökünde oluşan klamidosporların genel görünümü (a) ve klamidospor (b).

4.2.3. Mikorizal fungusların çilek bitkisinde verime etkisi

Rsx ile inokule edilen çilek bitkilerinde yukarıda belirtilen morfolojik kriterlerin yanında verime olan etkisini saptamak amacıyla bitki başına düşen meyve sayısı ve toplam meyve ağırlıkları belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 13. *R. solani* (*Rsx*) – çilek patosisteminde pomolojik değerlendirme sonuçları

Uygulamalar	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve sayısı (adet)
M	55.97a	7.67 a
M+R	36.21ab	5,11ab
K	24.47 b	4.17b
15M+R	28.57 b	4.5ab
R	24.86b	4b

M: Mikoriza, **R:** *Rhizoctonia solani*, **K:** Kontrol

(*) Her sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur, LSD testi $P<0.05$

Bitki başına düşen meyve sayısı ve meyve ağırlığı bakımından mikoriza ve *R. solani* ile inokule edilen bitkiler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek meyve ağırlığı mikorizalı bitkilerde görülürken en düşük meyve ağırlığı ise kontrol ve *R. solani* uygulanan bitkilerde görülmektedir. Meyve sayısı açısından incelendiğinde de mikoriza uygulanan bitkiler en yüksek değere sahipken kontrol ve *R. solani* uygulanan bitkiler en düşük değere sahiptir (Çizelge 13).

Yapılan çalışmalarda mikorizal fungusların meyve ağırlığı, büyüklüğü ve bitki başına düşen meyve sayısı üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Çilekte yapılan bir çalışmada mikorizal fungusların bitki başına düşen meyve sayısı üzerinde artırıcı etkide bulunduğu belirtilmiştir (Sharma and Adholeya, 2004). Nitekim elde ettiğimiz sonuçlarda da mikoriza uygulamasının meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerinde olumlu etkisinin olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca deneme süresince yapılan gözlemlerde mikorizal bitkilerde çiçeklenme ve meyve tutumunun mikorizal olmayan bitkilere göre daha erken ve daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.4. Mikorizal fungusların biberde bitki gelişimine etkileri

Biberde yapılan *V. dahliae* ve *Fusarium* spp. patojenisitesi sonucunda hiçbir izolat patojen çıkmadığı için bitkiler sadece mikorizal funguslarla inokule edilerek mikorizanın biber bitkisinin gelişimine olan etkisi belirlenmiştir. Mikoriza inokulasyonundan 6 hafta sonra bitkiler sökülerek yaprak sayısı, bitki boyu, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı parametreleri üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Biberde mikoriza uygulamasına ait morfolojik değerlendirme sonuçları

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet)	Bitki boyu (cm)	Yeşil Ak. yaş ağır.(g)	Yeşil Ak. kuru ağır.(g)	Kök yaş ağır.(g)	Kök kuru ağır.(g)
M	74.6a	28.6a	14.3a	2.59a	11.63a	1.76a
K	64a	31.5a	14.2a	2.67a	10.64a	1.70a

M: Mikoriza, **K:** Kontrol

(*) Her sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur, LSD testi $P < 0.05$

Çizelge 14’de görüldüğü üzere yaprak sayısı, bitki boyu, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı açısından uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık yoktur. Aguilera-Gamez *et al* (1999)’a göre mikorizal biber bitkilerinin mikorizal olmayanlara göre daha yüksek yaprak sayısı ve alanına, sürgün kök ve meyve ağırlığına sahip olduğu belirtilmiştir. Ancak çalışmamızda yaprak sayısı, bitki boyu, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı parametreleri arasında istatistiksel açıdan ve görsel olarak bir farklılık saptanmıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın ilk aşamasını oluşturan patojenisite çalışmalarında çilekte *Fusarium* spp. ve *Colletotrichum* spp. biberde ise *Fusarium* spp. ve *V. dahliae* izolatlarının patojenisitesi yapılmış, ancak bitkilerde herhangi bir hastalık belirtisi ortaya çıkmamıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise mikorizal fungusların *R. solani*'ye karşı etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla mikoriza, *R. solani* inokulasyonundan 15 gün önce ve *R. solani* ile birlikte bitkiye bulaştırılmıştır. Ancak bu iki farklı inokulasyonun çilek bitkisinin kök ve yapraklarındaki hastalık şiddetine etkisinde istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. *R.sç* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde hastalık şiddeti %67 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %35,2, iki hafta önceden mikoriza ile inokule edilen bitkilerde ise %31,4, yapraklarda ise sırasıyla %45, %15, %15 olarak belirlenmiştir. *R.sx* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde ise hastalık şiddeti %76,6 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %36,7, iki hafta önceden mikoriza ile inokule edilen bitkilerde ise %35,2, yapraklarda ise sırasıyla %40, %10 ve %15 olarak saptanmıştır.

Çalışmada ayrıca mikorizal fungusların çilek bitkisinin morfolojik ve pomolojik gelişimine etkileri değerlendirilmiştir. En fazla kök gelişiminin görüldüğü mikorizalı çilek bitkilerinde kök yaş ağırlığı bakımından diğer uygulamalardaki (R, M+R, 15 M+R, K) bitkiler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim kök kuru ağırlığında mikorizalı bitkilerin daha fazla kuru madde oluşturdıkları saptanmıştır. Yaprak yaş ve kuru ağırlığı yine mikorizalı bitkilerde daha yüksek olurken *R. solani* uygulamasında en düşük değere sahip olmuştur. Ayrıca mikorizalı bitkilerin en yüksek yaprak sayısı ve kardeş bitki sayısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çilek bitkileri verim kriterleri açısından değerlendirildiğinde mikorizalı bitkilerin en yüksek meyve ağırlığı ve meyve sayısına sahip olduğu ayrıca mikorizalı bitkilerde çiçeklenme ve meyve tutumunun mikorizalı olmayan bitkilere göre daha erken ve daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. *R. solani* ile inokule edilen bitkilerin ise verim kriterleri açısından en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Biberde yapılan *V. dahliae* ve *Fusarium* spp. patojenisitesi sonucunda izolatlardan hiçbir patojen çıkmadığı için bitkiler sadece mikorizal funguslarla inokule edilerek mikorizanın biber bitkisinin morfolojik gelişimine olan etkisi belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mikoriza ile inokule edilen ve edilmeyen bitkiler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Bitki gelişiminde ve toprak kaynaklı patojenlerin mücadelesinde olumlu etkiye sahip olan mikorizal fungusların kanımızca bu özelliklerinden pratikte yararlanmanın yolları araştırılmalıdır. Toprak kaynaklı patojenlerin mücadelesinde mikorizal fungusların kullanılması ile bu patojenlere karşı kimyasal ilaç kullanımı da azaltılmış olacaktır Böylece tarım alanlarında kullanılan kimyasalların (pestisit, suni gübre, hormon vb.) ekosistemde meydana getirdiği olumsuzluklarda bir ölçüde önlenmiş olacaktır. Ancak pratiğe aktarılacak yöntemlerin belirlenmesinde daha detaylı ve ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır.

ÖZET

Çilekten izole edilen *Fusarium* spp. ve *Colletotrichum* spp. ile biberden izole edilen *Fusarium* spp. ve *V. dahliae* izolatlarının patojenisite çalışmaları yapılmış ancak hiçbir etmen patojen olarak saptanmamıştır. Bu nedenle çalışmada sadece çilekte mikoriza patojen ilişkisi, biberde ise bitki gelişimine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca mikorizal fungusların çilek bitkisinin gelişimine olan etkileri de değerlendirilmiştir.

Bu amaçla çilekte patojen oldukları bilinen biri çilekten (*Rsc*), diğeri domuz pıtrağından (*Xanthium strumarium*) (*Rsx*) izole edilmiş 2 *R. solani* izolatu kullanılmıştır. *Rsc* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde hastalık şiddeti %67 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %35.2, yapraklarda ise sırasıyla %45 ve %15 olarak belirlenmiştir. *Rsx* ile inokule edilen bitkilerin köklerinde ise hastalık şiddeti %76.6 iken patojenle birlikte mikoriza uygulanan bitkilerde %36.7, yapraklarda ise sırasıyla %40 ve %10 olarak saptanmıştır.

Mikoriza ile inokule edilen bitkiler ile kontrol bitkileri ve *R. solani* ile inokule edilen bitkilerin morfolojik ve pomolojik gelişim kriterleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar belirlenmiştir. Mikorizalı bitkilerin, *R. solani* (*Rsc*) ile inokule edilen bitkilere ve kontrol bitkilerine göre en yüksek yaprak ve kardeş bitki sayısına sahip olduğu saptanmıştır. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı bakımından mikorizalı bitkiler ile kontrol bitkileri arasında istatistiksel farklılık olmamasına karşın *Rsc* ile inokule edilen bitkilerde bu farklılık önemli bulunmuştur. Kök gelişimi açısından mikorizalı bitkilerin diğer uygulamalardaki bitkilere göre daha üstün oldukları belirlenmiştir. En fazla kök gelişiminin görüldüğü mikorizalı bitkilerin kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından kontrol bitkileri ile arasındaki fark önemli bulunmazken *Rsc* ile inokule edilen bitkiler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Diğer *R. solani* izolatı olan *Rsx* ile inokule edilen bitkiler ile mikorizalı ve kontrol bitkileri arasında yaprak sayısı bakımından istatistiksel bir farklılık olmamasına karşın kardeş bitki sayısı bakımından mikorizalı ve *Rsx* ile inokule edilen bitkiler en yüksek değere sahip olmuştur. Yeşil aksam ile kök yaş ve kuru ağırlığının mikorizalı bitkilerde kontrol bitkileri ve *Rsx* ile inokule edilen bitkilere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Rsx ile inokule edilen çilek bitkileri pomolojik kriterleri açısından değerlendirildiğinde mikorizalı bitkilerin en yüksek meyve sayısına ve ağırlığına sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca mikorizalı bitkilerde çiçeklenme ve meyve tutumunun kontrol bitkilerine ve *Rsx* ile inokule edilen bitkilere göre daha erken ve daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Mikorizal fungusların biber bitkisinin morfolojik gelişimine olan etkisi ile ilgili yürütülen çalışmalarda ise mikoriza ile inokule edilen ve edilmeyen bitkiler arasında istatistikî olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

SUMMARY

The pathogenicity studies of *Fusarium* spp. and *Colletotrichum* spp. isolated from strawberry and *Fusarium* spp. and *V. dahliae* isolated from pepper were conducted, but aren't found to be pathogen. Therefore, in the study mycorrhizae-pathogen relationship in strawberry and plant growth in pepper were evaluated. In addition the effect of mycorrhizae on growth of strawberry was determined.

Therefore, in this study mycorrhizae-pathogen relationship in strawberry and plant growth in pepper were evaluated. Two isolates of *R. solani*, isolated from *Xanthium strumarium* (*Rsx*) and strawberry (*Rsq*), were used. The diseases severity on the root of strawberry inoculated with *Rsq* was %67 while it was %35.2 with application of both pathogen and mycorrhizae and it was respectively %45 and %15 on the leaves. The severity inoculated by *Rsx* on the root was %76.6 while it was %36.7 with application of both pathogen and mycorrhizae and it was respectively %40 and %10 on the leaves.

When the effects of mycorrhizae and *R. solani* on the morphological and pomological growth compared between control and inoculated plants, statistically differences were found. The plants inoculated with mycorrhizae have more leaves and daughter plant than control and inoculated with *R. solani*. There were not statistically differences on fresh and dry weight between control and plants with mycorrhizae. On the other hand, this differences were found on the plants inoculated with *Rsq* were important. The root growth of plants with mycorrhizae was higher than plants in other applications. The fresh and dry weight of plants with mycorrhizae that root growth was observed. There was not statistically a difference on fresh and dry weight of root between control and plants with mycorrhizae increase there was a significant difference among plants inoculants with *Rsq*.

Even there were not significant differences between plants inoculated with the other *R. solani* isolate *Rsx* and plants with mycorrhizae. The highest number of daughter plant was observed plants with inoculated mycorrhizae and *Rsx*. Fresh and dry weight has higher on plants with mycorrhizae than control and *Rsx* and statistically different.

The strawberry plant inoculated with *Rsx* was evaluated pomological parameters and the highest fruit and weight was obtained with mycorrhizal plants. Also flowering and fruit setting on plants with mycorrhizae were earlier and well compared to control and *Rsx*.

The study conducted to evaluate the effect of mycorrhizae on the morphologic growth showed that there were not significant differences between plant inoculated with mycorrhizae and without mycorrhizae.

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seçiminde ve çalışmalarım sırasında katkı ve yardımlarını gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayhan YILDIZ'a, araştırmanın gerçekleştirilmesinde maddi destek veren Adnan Menderes Üniversitesi Araştırma Fonu Yönetim Kurulu'na ve beni sabırla destekleyen aileme teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Aguilera-Gomez, L., Davies, F.T., V, Olalde-Portugal., 1999. Influence of phosphorus and endomycorrhizae on gas Exchange, plant growth and mycorrhizal development of chile ancho pepper (*Capsicum annuum* L cv. San Luis). Photosynthetica. 36, 441–449.
- Al-Ahmad, M.A and M.N., Mosli 1993. Verticillium Wilt of Olive in Syria. EPPO Bulletin 23, 521–529.
- Al-Momany, A., A. AL- Raddad, 1988. Effect of vesicular Arbuscular Mycoorrhizae on Fusarium Wilt of Tomato and Pepper. Alexandria- Journal of Agricultural Research. 33:1, 249–261.
- Anonymous, 2003. Tarımsal Yapılar T.C. Başbakanlık DİE, Ankara.
- Anonymous, 2005a. www.faostat.fao.org
- Anonymous, 2005b. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Aydın Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous, 2006a. www.aydintarim.gov.tr
- Anonymous, 2006b. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Aydın Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Benlioğlu, S., A., Yıldız, T., Döken, 2001. Aydın ilinde çileklerde görülen önemli fungal hastalıklar ve savaşım olanakları üzerinde çalışmalar. TOGTAG–1641 BİTİRME RAPORU. s.41
- Çığışar, S., N. Sarı., 2000. The effects of vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on the plant growth and nutrient uptake of cucumber. Tr.J. of Agriculture and Forestry. 24:571–578.TÜBİTAK.
- Davies, J., F.T. Olalde- Portugal, V., Alvarado, M.J., Ecamilla, H.M., Ferrera-Cerrato, R.C., Espinosa, J.J., 2000. Alleviating phosphorus stres of Chile Ancho Pepper (*Capsicum annuum* L cv. San Luis) with arbuscular mycorrhizal inoculation. J. Hortic. Sc. Biotechnol. 75(6) 655–661.

- Dehne, H. W., 1982. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology*, (72): 115–119.
- Demir, S., 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler Arbüsküler Mikorrhiza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. E.Ü Fen Bilimleri Enst. (Doktora Tezi).
- Demir, S., 2004. Influence of Arbuscular Mycorrhiza on Some Physiological Growth Parameters of Pepper. *Turk J. Biol.* 28 (2004) 85–90 TÜBİTAK
- Demirbaş, A., İ. Ortaş., Ç. Akpınar, 2005. GAP IV. Tarım Kongresi 21-23 Eylül.
- Espinosa-Victoria, D., D. Gonzales-Mendoza., 2004. Publicado en *Terra Latinoamericana*: 317-326.
- Fenille R. C; M. Ciampi; E. E. Kuramae; N. L. Souza, 2003. Identification of *Rhizoctonia solani* associated with soybean in Brazil by rDNA-ITS sequences. *Fitopatol. bras.* vol.28 no.4 Brasilia July/Aug. 2003.
- Garmendia, I., N. Goicoechea., J. Aguirreolea, 2004a. Effectiveness of three *Glomus* species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against *Verticillium* wilt. *Biological Control*, 31 (2004) 296–305.
- Garmendia, I., N. Goicoechea., J. Aguirreolea, 2004b. Antioxidant metabolism in asymptomatic leaves of *Verticillium* infected pepper associated with an arbuscular mycorrhizal fungus. *Journal of Phytopathology*. 152 (11–12): 593–599.
- Grabowski, M.A. F.J. Louws, and G.E. Fernandez. Alternatives to Methyl Bromide Fumigation in North Carolina's Annual Strawberry Production Systems 1999 MS Symposium.
- Hancock, J.F., 1999. Strawberries, *Crop Production Science in Horticulture*, CABI Publishing, 237s.
- Hanson, L., 2000. *Verticillium* wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens*. *The Journal of Cotton Science* 4:224–231.

- Harrier, L. A., Watson C.A., 2004. The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and other sustainable farming systems. *Pest Management Science*, Vol (60): 149–157.
- Hayman, D., 1982. Influence of soils and fertility on activity on survival vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, (72): 1119–1126.
- Hoagland, D.R., D.I. Arnon, 1950. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil Calif. Agric. Exp. Stn. Circ. 347, 39p.
- Hwang, S. F., K. F. Chang, and P. Chakravarty, 1992. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the development of *Verticillium* and *Fusarium* wilts of alfalfa. *Plant Disease* 76:239-243.
- Kendrick, B., 1992. The fifth Kingdom. Mycologia Publications. 379pp.
- Kim, K.Y., Cho Y.S.; Sohn B.K., Park R.D., Shim J.H., Jung S.J., Kim Y.W., Seong K.Y., 2002. Cold storage of mixed inoculum of *Glomus intraradices* enhances root colonization, phosphorus status and growth of hot pepper. *Plant and soil*, Vol 238, Number 2, January 2002, pp. 267–272(6).
- Konarlı, O., 1986. Çilek. TAV Yayınları, Yalova.
- Koomen, I; Grace, C., Hayman, D.S, 1987. Effectiveness of single and multiple mycorrhizal inocula on growth of clover and strawberry plants at two soil pHs. *Soil Biology & Biochemistry* .19(5) 539-544.
- Marschner, H., 1995. *Mycorrhizas Mineral Nutrition of Higher Plants* (Second Edition), Academic Press. P: 566–595.
- Moss, B., 1981. Vesicular Arbuscular Mycorrhizae Research for Tropical Agriculture. Research Bulletin. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Norman, JR; Hooker JE, 2000. Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal strawberry roots. *Mycological Research*. 104:1069–1073.

- Ortaş, İ., N, Sarı and Akpınar, Ç., 2003. Effects of mycorrhizal inoculation and soil fumigation on the yield and nutrient uptake of some Solanaceas crops (tomato, eggplant and pepper) under field conditions. Agr. Med. Vol, 133.249–258.
- Özgönen, H., 1998. Domateste *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin neden olduğu Fusarium solgunluğuna karşı salisilik asidin ve endomikorizal fungus *Glomus etunicatus*'un kullanılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi).
- Paydaş, S., 1998. Akdeniz kıyı şeridinde birim alandan en yüksek gelir elde etmek için neden çilek? Cine Tarım Dergisi 11:34–36.
- Pfleger , R.G., and R, Linderman 1988. Role of VAM fungi in biocontrol. Mycorrhizae and plant health. (ed) APS Pres, 1–27.
- Sharma M. P., A. Adholeya., 2004. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil. Can. J. Bot. 82(3): 322–328 (2004).
- Smith, B.J., and Black, L.L., 1990. Morphological, cultural and pathogenic variation among *Collettrichum* species isolated from strawberry. Plant dis. 74:69–76.
- Smith, S.E., A.D. Robson and L.K. Abott, 1992. The involvement of mycorrhizas in assement of genetically depend efficiency of nutrient uptake and use. Plant and Soil, 146:169–172.
- Smith, B. J., 2002. Susceptibility of vegetative tissues of fruit and vegetable hosts to infection by various *Colletotrichum* species. Jornal Acta Horticulture, 15 August 2002.
- Tisdall, J. M., 1994. Possible role of soil microorganisms in agregation in soils. Plant and Soil, Vol:159, No:1 p.115–123.
- Turhan, G. and K. Turhan, 1989. Supression of damping off on pepper caused by *Phythium ultimum* Trow and *Rhizoctonia solani* Kühn.By Some New

- Antagonists in Comparison with *Trichoderma harzianum* Rifai. *J. Phytopathology*, 126, 175–182.
- Turhan, G., L. Y. Gökova, T. Hayat, 1995. *Chaetomium jodhpurens*'in patlıcanda *Verticillium* solgunluğuyla biyolojik savaşta etkinliği üzerinde araştırmalar. VII Türkiye Fitopatoloji Kongresi (26–29 Eylül 1995, Adana) 87-90.
- Urena-Padilla, A.R., 2001. Oversummer survival of inoculum for *Colletotrichum* Crown is burried strawberry crown tissue. *Plant disease*, 87: 750–754.
- Vestberg, A; Kukkonen, S; Sari, K; Parikka, P; Huttunen, J; Taino, L; Devos, D; Weekers, F, Kevers, C; Thonart, P; Lemoine, MC; Cordier, C; Alabouvette, C; Gianinazzi, S. 2004. Microbial inoculation for improving the growth and health of micropropagated strawberry. *Applied Soil Ecology*. 27(3): 243–258.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri. E,Ü.Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova, İzmir. s 293–295.
- Yao, M.K., R.J. Tweddell., H. Desilets, 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Mycological Research*. 12(5):235–42.
- Zheng, HZ; Kim, YW; Lee, Park, RD; Jung, WJ; Kim, YC; Lee, SH; Kim, TH; Kim, KY. 2004. Quantitative changes of PR proteins and antioxidative enzymes in response to *Glomus intraradices* and *Phytophthora capsici* in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 14(3): 553–562.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Van'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da, lise öğrenimini ise Aydın'da tamamladı. 2003 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Bitki Koruma Bölümünde Yüksek Lisansa başladı.