

## **Çilekte siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı bazı biyolojik mücadele elemanlarının etkileri<sup>6</sup>**

**Pelin TURHAN<sup>7</sup>, Semra DEMİR<sup>8</sup>**

**The effects of some biological control agents against Black root rot disease (*Rhizoctonia solani* Kühn.) on strawberry**

**Abstract:** The effects of singular and double combinations of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and *Trichoderma harzianum* were investigated against black root rot agent by *Rhizoctonia solani* Kühn. which was known as an important disease of strawberry with no reasonable control measure in this study. In a climate chamber under controlled conditions, two different AMF application (*Glomus mosseae* and commercial AMF isolate), *T. harzianum* and *Rhizoctonia solani* were inoculated to the susceptible strawberry variety with different combinations (as single, double and triple). While each AMF species colonized 31-66% on strawberry, treatment of *G. mosseae* alone was found as the best colonization treatment . It was found that AMF species and *T. harzianum* were effective by suppression of disease between 9.09% - 91%. Besides, in generally, all biological control agents caused to increase some of the morphological growth parameters and nutrient contents of plant in comparison to the control plants. Soil pH also raised all the treatments except the control group.

**Key words:** Strawberry, Arbuscular mycorrhizal fungi, *Trichoderma harzianum*, *Rhizoctonia solani*, biological control

**Özet:** Bu çalışmada, çilekte büyük sorun olan ve kimyasal mücadelesi olmayan *Rhizoctonia solani* Kühn'ün neden olduğu siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) ve biyolojik mücadele elemanı *Trichoderma harzianum*'un tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının etkileri araştırılmıştır. İklim odasında kontrollü şartlarda yetiştirilen çilek bitkilerine iki farklı AMF izolatu (*Glomus mosseae*, ve Ticari AMF izolatu), *Trichoderma harzianum* ve hastalık etmeni *Rhizoctonia solani*'nin ikili ve üçlü inokulasyonları yapılmıştır. AMF türleri çilek bitkisinde % 31-66 arasında kolonize olurken, kolonizasyon açısından en iyi sonuç *Glomus mosseae*'nin tek başına yer aldığı muamele grubunda tespit edilmiştir. Çalışmada hastalığın baskılanması açısından AMF izolatları ve *T. harzianum*'un % 9.09-% 91 oranları arasında etkili olduğu

<sup>6</sup>Bu çalışma; yüksek lisans tezi olup, 28-30 Haziran 2011 tarihinde Kahramanmaraş'ta düzenlenen "Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi"nde poster olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

<sup>7</sup>Yalvaç Zırai Karantina İlçe Müdürlüğü, Yalvaç, Isparta

<sup>8</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080, Van  
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: semrademir@yyu.edu.tr

Alınış (Received): 27.05.2013 Kabul ediliş (Accepted): 14.11.2013

saptanmıştır. Bunun yanı sıra biyolojik mücadele elemanlarının, bitkinin bazı morfolojik gelişim parametreleri ve besin elementi içeriğini genel olarak kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur. Muamele gruplarının toprak pH'sı açısından da etkili olduğu gözlenmiş ve kontrol grubuna göre rizosfer pH'sını yükselttikleri tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Çilek, Arbuscular mycorrhizal fungus, *Trichoderma harzianum*, *Rhizoctonia solani*, biyolojik mücadele

## Giriş

Çilek bitkisi dünyada üzüksü meyveler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Ağaoğlu 1986). *Fragaria* cinsine bağlı olan çileğin, Avrupa, Asya, Güney ve Kuzey Amerika'da 12 kadar türü doğal yetişmektedir (Konarlı 1986). Ülkemizin çok farklı iklim şartlarına sahip bölgelerden oluşması birçok meyve türünde olduğu gibi çilekte de modern yetiştirme yöntemleriyle üretimi mümkün kılmıştır (Özbek 1987).

Yetiştiricilik alanı çok fazla olan çileğin doğal olarak birçok hastalık ve zararlısı bulunmaktadır. Çilek hastalıkları kök, meyve ve yaprak olmak üzere üç kısımda toplanır. Kök hastalıkları içinde en yaygın olanları kırmızı kök çürüklüğü (*Phytophthora fragariae*), kahverengi çürüklük (*Phytophthora cactorum*) ve siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'dür (Maas 1984 ). Özellikle siyah kök çürüklüğü hastalığına dünyanın birçok yerinde rastlanmaktadır. Siyah kök çürüklüğü bir hastalık kompleksi olup, etmenleri; toprak fungusları, nematodlar, kış zararı, gübre yanıklığı, toprak sıklığı, herbisit zararı, kuraklık, aşırı tuz, aşırı su ve uygun olmayan toprak pH'sı olabilir. Siyah kök çürüklüğü kompleksine sebep olan patojenler arasında en sık rastlananlar ise; *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Cylindrocarpon* sp., *Verticillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp.' dir. Siyah kök çürüklüğü kompleksini oluşturan etmenler toprak kökenlidir (Yılmaz 2006).

Hastalık toprak kökenli olduğu için mücadelesi oldukça zordur. Bu zorluk gerek hastalığa yol açan mikroorganizmanın özelliklerinden, yaşam şeklinden, toprak rizosferinde bulunan etmen dışındaki mikrobiyal popülasyonların çeşitliğinden gerekse konukçuya ait özelliklerden ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Page & Craddock 1965). Hastalığa karşı sağlıklı materyal kullanma, hastalıklı bitkilerin ortamdaki uzaklaştırılması, uygun yetiştirme şartları gibi kültürel mücadele yöntemlerinin, bulaşık alanlarda, etkinliğinin sınırlı olduğu bilinmektedir. Bu çerçevede solarizasyon gibi farklı mücadele yöntemlerinin etkisini ortaya koyan araştırmacılar yalnız başına bu mücadelenin etkin bir koruma sağlamayacağını, bu mücadele yöntemi ile birlikte, antagonist mikroorganizma veya kimyasal mücadele uygulaması gerektiğini belirtmişlerdir (Yücel 1989). Toprak ilaçlaması tarla koşullarında pek uygulanabilir bir yöntem değildir. Örtü altı yetiştiriciliğinde ise bu sınırlı alanların ilaçlanması veya fumigasyon teknik koşullar dışında oldukça yüksek bir maliyet oluşturmaktadır. Ayrıca patojen propagüllerinin farklı derinliklerde olması ve

ilaçlama sonrası kalan propagüllerin ortamda daha hızlı gelişmesi bu mücadeleden istenilen sonucun alınmasını güçleştirmektedir (Blancard 1993).

Yukarıda sözü edilen mücadele yöntemlerine alternatif olarak geliştirilen biyolojik mücadele, hastalığı baskılayabilme etkinliği açısından olumlu sonuçlar vermektedir. Biyolojik kontrol ajanları arasında yer alan Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) ve *Trichoderma* spp. hem bitki gelişimi hem de bitki sağlığı açısından rizosferin en etkili komponentleri arasında yer almaktadırlar (Smith & Read 2008; Bora et al. 1995).

Doğadaki en yaygın simbiyontlardan biri olan Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) gerek bitki gelişimini ve gerekse hastalıklara dayanıklılığı artırma açısından oldukça önemli rollere sahiptirler. Dünya üzerinde bilinen kara bitkilerinin yaklaşık % 80'i bu simbiyontlarla ortak yaşam ilişkisindedir. AM fungusları toprak kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri olmaları nedeniyle dolayısıyla da en etkili rizosfer komponentleri arasında bulunmaktadır (Hayman & Mosse 1972; Bolan 1991; Smith et al. 1992).

*Trichoderma* türleri de hiperparazitizm, antibiozis ve yarışma gibi biyolojik savaş mekanizmaları ile bitki hastalıklarını baskılama yönünde oldukça etkili mikroorganizmalardır (Bora et al. 1995).

AMF ve *Trichoderma* türleri tek tek kullanılmalarının yanı sıra birlikte de kullanıldıklarında toprak kaynaklı hastalıklara karşı etkili olmakta ve birbirlerini sinerjistik olarak etkilemektedirler (Johnson et al. 1987).

Söz konusu çalışma ile; çilek yetiştiriciliğinde oldukça önemli sorun olan ve verim kayıplarına yol açan siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı biri ticari olmak üzere iki AMF izolatu ve *Trichoderma harzianum* biyolojik mücadele elemanlarının tekli ve kombine uygulamalarının bitki gelişim parametreleri, toprak ve bitkideki mineral madde düzeyleri ve hastalık şiddetine etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve yöntem

Çalışmada test bitkisi olarak *Rhizoctonia solani* Kühn'e duyarlı olarak bilinen çilek çeşidi cv Fern, *R. solani*'ye ait yüksek virulense sahip patojen izolatu, kendi kültür stoğumuzdaki *Glomus mosseae* ile ticari (MYCOR TREE SAVER= *Pisolithus tinctorius*, *Entrophora columbiana*, *Glomus clarum*, *G. etunicatum* ve *G. intraradices*) AMF izolatları ve *Trichoderma harzianum* Rifai'nin KRL-AG2 orijinli T22 - PLENTERBOX ticari formülasyonu kullanılmıştır.

## Bitki yetiştirme ortamı ve muamele grupları

Yetiştirme ortamı olarak 1:1:1 oranında kum, toprak ve çiftlik gübre karışımından oluşan saksı ortamı kullanılmış, 121 °C ve 1 atmosfer basınçta 20 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Çilek fidelerinin ekildiği 220×200 cm ebatlarındaki saksılar ekimden önce % 10'luk NaOH ile dezenfekte edilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 farklı muamele grubu oluşturulmuş ve her muamele 5 tekerrürden oluşmuştur. Muamele grupları; 1: Kontrol, 2: *G. mosseae*, 3: Ticari AMF izolatu, 4: *T. harzianum*, 5: *R. solani*, 6: *G. mosseae* + *R. solani*, 7: Ticari AMF izolatu + *R.*

*solani*, 8: *T. harzianum* + *R. solani*, 9: *G. mosseae* + *R. solani* + *T. harzianum*, 10: Ticari AMF izolatu + *R. solani* + *T.harzianum* olarak düzenlenmiştir.

### **AMF inokulasyonu ve *Trichoderma harzianum* uygulaması**

Çalışmada kullanılan AMF izolatlarından 10'ar gr (*G. mosseae* için 35 spor/g toprak, ticari izolat için 1.5 spor/g) tartılarak yetiştirme toprağı konmuş saksılara ilave edilmiştir. *Trichoderma harzianum*'un ise granül formulasyonu sulandırılarak 5 litre steril saf suya 3 gr olacak şekilde saksı toprağına dökme yöntemi şeklinde uygulanmıştır. Saksılar dört hafta süresince 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık 20-25 °C sıcaklık ve % 70 nispi nem şartlarındaki iklim odasında gelişmeye bırakılmıştır. Deneme süresince destile su ile sulanan saksılara 2 defa her saksıya 50 ml gelecek şekilde zayıflatılmış besin çözeltisi verilmiştir (Vosatka & Gryndler 1999'den modifiye edilerek).

### **Patojen inokulum'unun hazırlanması ve bulaştırılması**

Patojen inokulumu çoğaltılmasında % 98 kum + % 2 mısır unu içeren mısır unu-kum kültürü kullanılmış ve ortam % 20 oranında su ile nemlendirilmiştir. Hazırlanan ortam, 121 °C'de 20 dakika otoklavda sterilize edilmiş, daha sonra PDA besi yerinde geliştirilen 5 günlük *R. solani* kültürlerinin kenarlarından alınan 5 mm çapındaki miselyum diskleri ile inokule edilmiştir.

Patojen ile inokule edilmiş mısır unu-kum kültürleri, 20 °C'de 4 hafta inkübasyona bırakılmış daha sonra 1: 19 oranında steril harç toprağı ile karıştırılmıştır. Patojen inokulasyonu yapılacak muamele gruplarına ait bitkiler içinde patojen bulunan saksılara şaşırtma yoluyla dikilmiştir. Patojen gelişimini takip etmek üzere tüm muamele gruplarına ait saksılar 6 hafta daha iklim odasında gelişmeye bırakılmışlardır.

### **Bitkilerin morfolojik gelişim parametrelerinin belirlenmesi**

Deneme kapsamında kullanılan çilek fidelerinin dikimden önce ve deneme sonlandırıldıktan sonra kumpas ile gövde çapı, planimetre ile de yaprak alanları yaprak alanları (cm) ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bunun dışında çilek bitkilerin kök ve sürgün ağırlıkları tespit edilmiş; yaş ağırlıkları tespit edilen bitkilerin kök ve yeşil aksam örnekleri kese kağıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince kurutma dolaplarında tutularak toplam kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar 1984).

### **Hastalık şiddetinin belirlenmesi**

Çilek bitkilerinde *R. solani*'nin neden olduğu hastalık şiddeti, patojen inokulasyonundan itibaren 2. 3. 4 ve 5. haftaların sonunda 0-5 skalası (0: Hastalık yok, 1: Kök boğazından itibaren 3 mm' den az lezyon, 2: 3-10 mm lezyon, 3: 11-20 mm lezyon, 4: 20 mm' den fazla lezyon, 5: Lezyonla birlikte bitki ölümü) (Yao et al. 2002) kullanılarak belirlenmiştir.

### **AMF kök kolonizasyonunun belirlenmesi**

Bitki köklerinde AMF oluşumunu tespit etmek üzere fiksasyon ve boyama işlemleri yapılmıştır (Phillips & Hayman 1970). Boyalı köklerdeki AM

funguslarının kolonizasyon %'sini saptamak üzere *Grid-Line Intersect* Metodu (Giovanetti & Mosseae 1980) kullanılmış ve stereoskop mikroskop altında (4x10 ve 10x10) kolonizasyon oranları belirlenmiştir.

### **Bitki (kök ve yeşil aksam) ve toprakta mineral madde miktarının belirlenmesi ve toprakta pH tayini**

Bitki örneklerine ait toprakların rizosfer bölgesi pH ölçümleri pH metre ile Kacar (1994); toplam azot (N) Kjeldahl yöntemiyle, Kacar (1984); toplam fosfor (P), Olsen et al. (1954); mikroelement içeriği ise Tüzüner (1990)'e göre belirlenmiştir. Yeşil aksamda P içeriği vanadomolibdofosforik sarı yöntemi ile Kacar (1984); diğer makro ve mikroelement içeriği ise AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre) yöntemi ile saptanmıştır (Kacar 1984).

### **İstatistikî Değerlendirmeler**

Çalışma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SAS paket programı kullanılmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (SAS 1998).

### **Bulgular ve tartışma**

Bu çalışmada, biri orijinal yerli izolat, bir diğeri de ticari izolat olmak üzere iki farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) türü ve biyolojik mücadele *Trichoderma harzianum*'un, çilekteki en önemli hastalıklar arasında yer alan ve mücadele olanakları oldukça sınırlı olan *Rhizoctonia solani* Kühn.'nin neden olduğu siyah kök çürüklüğü hastalığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda, söz konusu biyolojik mücadele elemanlarının; hastalık şiddeti, bitki morfolojik parametreleri, bitkinin yeşil ve kök aksamı ile rizosfer bölgesi'ne ait makro ve mikro besin elementleri içeriği ve pH'sı üzerindeki etkileri tekli, ikili ve üçlü inokulasyonlar halinde incelenmiştir.

Çalışmada, *Rhizoctonia solani*'nin bulunduğu saksılarda gelişen aynı çilek çeşidine ait bitkiler, benzer ortamlarda yetiştirilmesine rağmen birbirlerinden çok farklı zaman aralıklarında hastalık belirtileri göstermişlerdir. Bununla birlikte *R. solani*'nin hastalık seyri ve semptomları, kontrollü koşullar altında oluşturulan saksı çalışmasında literatürde sözü edilen hastalık gelişimi ve belirtileri ile paralellik göstermiştir (Wilhelm et al. 1972). *R. solani*'nin re-izolasyonu için yapılan çalışmalarda, hastalık semptomu gösteren bitkilerin kök boğazı ve kök kısımlarından yapılan izolasyonlar sonucunda *R. solani* tekrar elde edilmiştir. Çilek bitkisi köklerindeki AMF türlerinin kolonizasyon oranları % 31-66 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çalışma kapsamında yer alan muamele grupları arasında en yüksek kolonizasyon oranı % 66'lık oran ile *Glomus mosseae*'nin tek başına yer aldığı muamele grubunda kaydedilirken, ticari AMF izolatının kolonizasyon oranı % 41 olarak tespit edilmiştir. Öte yandan *R. solani*'nin bulunduğu bütün muamelelerde, AMF kontrole göre kolonizasyon oranlarının önemli düzeyde azaldığı Çizelge 1'de görülmektedir. AMF'ların kök kolonizasyonları toprak

kökenli patojenler tarafından nasıl etkilendiği literatürde de netlik kazanmamıştır. Zambolim & Schenck (1983); Hassan Dar et al. (1997) ve Akköprü & Demir (2005), AMF fungusların çeşitli konukçularda ve farklı patojenler tarafında etkilendiğini ve kök kolonizasyonlarının azaltıldığını belirlemişlerdir. Buna karşılık, Caron et al. (1985 a; 1985 b) ile Özgönen et al. (2001) yaptıkları çalışmalarla AMF kök kolonizasyonunun istatistiki açıdan önemli düzeyde etkilenmediğini belirlemişlerdir. Çalışmada AMF kök kolonizasyonunun *R. solani*'den önemli düzeyde etkilendiği, öyle ki bu etkinin AMF ve AMF+*R. solani* muameleleri arasında % 50'ye yakın bir farka ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Farklı muamele gruplarının AMF kolonizasyon oranları

**Table 1.** Rates of AMF colonization of different treatment groups

Muamele Grupları	AMF Kolonizasyon Oranı (%)
<b>G. mosseae</b>	66 a*
Ticari AMF	41 bc
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i>	40 bc
Ticari AMF + <i>R. solani</i>	31 c
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	48 b
Ticari AMF + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	32 c

\*Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın P <0.05'e göre istatistiksel olarak önemsiz olduğunu gösterir.

Çilek bitkilerinin gövde ve yaprak gelişimlerinin karşılaştırmak amacıyla deneme başında ve sonunda gövde çapı ve yaprak alanları ölçülerek aradaki farklar Çizelge 2'de; sürgün ve kök yaş ağırlıkları ile toplam kuru ağırlık değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gövde çapı açısından en belirgin fark *T. harzianum*'un bulunduğu muamele grubunda gözlenmiştir ve *T. harzianum*'un bitki gelişimi açısından etkili olduğu kanısına varılmıştır. AMF izolatlarının da gövde çapı açısından bitki gelişimine olumlu yansımalarının olduğu gözlenmiş, bu yansımanın ticari AMF izolatının yer aldığı uygulamada daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yaprak alanı açısından ise en iyi gelişmeyi *G. mosseae*'nin yalnız başına yer aldığı muamele grubu göstermiş, fide dönemindeyken 2.5 cm<sup>2</sup> olan yaprak alanı bitki döneminde 38.6 cm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). En az yaprak alanı gelişimi ise *R. solani*'nin yer aldığı muamele grubunda gözlenmiştir. Bu uygulamada fide dönemi ile bitki dönemi arasındaki fark 11.0 cm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3'de görüldüğü üzere yeşil aksam ağırlığı açısından en yüksek değer *T. harzianum*'un yer aldığı muamele grubunda (2.0 g) tespit edilirken en düşük ağırlık ise patojen mikroorganizmanın bulunduğu uygulamada (0.7 g) tespit edilmiştir. Kök ağırlığı açısından ise en fazla ağırlık (2.0 g) Ticari AMF izolatı + *R. solani* + *T. harzianum* uygulaması (1.6 g) izlemiştir. Uygulamaların toplam kuru ağırlıkları da birbirinden farklılıklar göstermiş en fazla toplam kuru ağırlık Ticari AMF izolatı + *R. solani* uygulamasında elde edilmiş olup diğer uygulamalarla arasındaki fark

istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. *G. mosseae* uygulamasında da toplam kuru ağırlık diğer gruplara göre istatistiki olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 3).

Mikorhizal yaşam büyük ölçüde bitki - fungus arasındaki besin alışverişine dayanan ve karşılıklı beslenme ilişkisi içinde yürüyen bir simbiyotik yaşam şeklidir. Bu konuda yapılan akademik çalışmaların büyük çoğunluğu bitki lehine olan beslenme yönüne dikkati çekmişler ve AM bitkilerinin daha iyi geliştiğini ifade etmişlerdir (Rhodes 1980; Hayman 1982; Marschner 1995). Nitekim bu çalışmada da morfolojik parametreler açısından mikorhizal çilek bitkilerinin mikorhizal olmayanlara göre daha iyi geliştiği ve söz konusu parametre değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 2, Çizelge 3). Bu çalışmada kullanılan diğer biyolojik mücadele elemanı *T. harzianum*'un da çilek bitkisinin yeşil aksam ve kök gelişimini önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Deneme başlangıcı ve sonunda yapılan ölçümlerde çilek bitkisinin gövde çapının *T. harzianum*'un yer aldığı tekli muamele grubunda diğer muamele gruplarına göre önemli derece arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çilek bitkisi fide dönemindeyken yapılan ölçümde 1.56 mm olan gövde çapı, bitki döneminde 2.14 mm'ye çıkmıştır. *T. harzianum*'un morfolojik parametrelerdeki pozitif etkisi yeşil aksam ve kök aksamı yaş ağırlıklarında da görülmüş ve bu parametrelere ait değerlerin kontrol grubuna göre önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen sonuçlar Porras et al. (2006)'nın bulgularıyla da örtüşmektedir. Çilek bitkilerine patojen inokulasyonu yapıldıktan 6 hafta sonra hastalık belirtilerine göre kök boğazında 0-5 skalasına göre değerlendirme yapılmış ve hastalık indeksi belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Farklı muamele gruplarında bulunan çilek bitkisine ait gövde çapı (mm) ve yaprak alanları (cm<sup>2</sup>) değerleri (deneme başında ve sonunda ölçülen değerlerin farkları alınarak hesaplanmıştır)

**Table 2.** Stem diameter (mm) and leaf area (cm<sup>2</sup>) values of strawberry plants in the different treatment groups (these data are calculated by taking the difference between measured values beginning and end of the trial)

Muamele Grupları	Gövde çapı (mm)	Yaprak alanı ( cm <sup>2</sup> )
Kontrol	1.24*	25.2
<i>G. mosseae</i>	1.26	36.1
Ticari AMF	1.40	20.8
<i>T. harzianum</i>	2.14	22.0
<i>R.solani</i>	1.34	11.0
<i>G.mosseae</i> + <i>R. solani</i>	1.33	16.7
Ticari AMF+ <i>R. solani</i>	1.10	14.8
<i>T.harzianum</i> + <i>R. solani</i>	1.34	21.6
<i>G. mosseae</i> + <i>R.solani</i> + <i>T. harzianum</i>	1.24	20.2
Ticari AMF+ <i>R.solani</i> + <i>T.harzianum</i>	1.42	24.0

\*Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın P <0.05'e göre istatistiksel olarak önemsiz olduğunu gösterir.

Çilek bitkilerinin hastalığa yakalanma oranları uygulamalara göre farklılıklar göstermiştir ve kontrol grubu hariç, % 6-% 66 arasında değişmiştir (Çizelge 4.). Çalışmada, en yüksek hastalık şiddeti *R. solani* uygulama grubunda (% 66) tespit edilirken, en düşük hastalık şiddeti ise Ticari AMF izolatu + *R. solani* muamele grubunda (% 6) belirlenmiştir. Deneme kapsamında yer alan muamele gruplarının hastalığı baskılama oranları ise % 9.09-% 91 arasında değişmiştir (Çizelge 4). En yüksek baskılama oranı % 91'lik oran ile Ticari AMF izolatu + *R. solani* ile *T. harzianum* muamele grubunda saptanmıştır. En düşük baskılama oranı ise %9.09'lık oran ile *G. mosseae* + *R. solani* + *T. harzianum* uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Hastalık şiddeti değerlerine bakıldığında, genel olarak AMF türleri ve *T. harzianum*'un *R. solani*'nin hastalık şiddetini değişen oranlarda baskıladığı ortaya çıkmıştır. Tarafımızdan yapılan bu çalışmaya benzer başka bir çalışmada da *Glomus fistolosum*'un, 4 haftalık uygulanma sonrasında hastalığı engellediği ve bitki gelişimini olumlu düzeyde arttırdığı gözlenmiştir (Mark & Casells 1996).

**Çizelge 3.** Muamele gruplarına göre çilek bitkisine ait sürgün ve kök yaş ağırlıkları (g) ve toplam kuru ağırlık (g) değerleri

**Table 3.** Dry and shoot fresh weight (g) and total dry weight (g) values of strawberry plants on the difference treatments

Gruplar	Morfolojik Parametreler		
	Sürgün yaş ağırlığı (g)	Kök yaş ağırlığı (g)	Toplam kuru ağırlık (g)
Kontrol	1.8 ab*	1.3 bc	1.2 abc
<i>G. mosseae</i>	1.7 abc	2.0 a	1.5 ab
Ticari AMF	1.6 abc	1.3 bc	1.1 abc
<i>T. harzianum</i>	2.0 a	1.2 bc	1.7 b
<i>R. solani</i>	0.7 c	0.9 c	1.1 abc
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i>	1.6 abc	1.7 b	1.2 abc
Ticari AMF + <i>R. solani</i>	1.4 abc	1.0 bc	2.3 a
<i>T. harzianum</i> + <i>R. solani</i>	1.2 abc	1.2 bc	0.7 bc
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	1.1 abc	1.2 bc	0.5 bc
Ticari AMF + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	1.4 abc	1.6 b	0.8 bc

\*Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın P <0.05'e göre istatistiksel olarak önemsiz olduğunu gösterir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Zambolim & Schenck (1983); Hayman & Traves (1985) ve Yao et al. (2002)'nin yaptıkları çalışmalar ile de örtüşmektedir. AM funguslarının toprak kökenli patojenler üzerindeki etkisi ve baskılama mekanizması farklı patosistemlerde de incelenmiş ve genel olarak bu simbiyotik mikroorganizmaların özellikle fungal kök patojenleri üzerinde engelleyici bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Dehne 1982; Linderman 1992; Demir & Akköprü 2007). Bitkiler ile simbiyotik ilişkiye giren AM fungusu penetrasiyondan



sonra bitkide önemli fizyolojik değişiklere yol açmakta ve bu durum bitkilerin hastalık etmenlerine karşı davranışını da etkilemektedir. AM fungusu ile bitki arasındaki interaksyon bitki köklerinde meydana geldiği için mikorhiza ve hastalıklar konusunda yapılan araştırmalar, toprak kaynaklı patojenlerin, özellikle fungusların yol açtığı hastalıklar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Dehne (1982) AM fungusu ve bitki arasındaki interaksyonları dayanıklılık mekanizmasına bağlı olarak şu genel durumla tanımlamaktadır “Mikorhizal funguslar, yerleştikleri kök sisteminde patojenin gelişimini geciktirme yeteneğindedirler. Bu etki mikorhizal ilişkinin kurulduğu bölge ile sınırlandırılmıştır. Konukçu bitkinin fizyolojisi üzerinde AM funguslarının lokalize edilmiş spesifik etkileri vardır. Söz konusu bu varsayım mevcut çalışma sonuçlarını da açıklayıcı niteliktedir. Bunun yanı sıra AMF türlerinin kök hastalıkları üzerindeki engelleyici etkisi mikorhizalı bitkilerin daha iyi fosfor (P) almalarından kaynaklanabilmektedir (Zambolim & Schenck 1983; Jalali et al. 1991). Bu çalışmada da mikorhizal çilek bitkilerinin genel olarak diğer muamele grubu bitkilerine göre fosforu daha iyi aldıkları tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Çizelge 6). Dolayısıyla mikorhizal fungusların yer aldığı patosistemlerde *R. solani*'nin hastalık şiddetindeki azalışı, mikorhizal bitkilerdeki fosfor oranı artışına da bağlayabiliriz.

Bu çalışmada yer alan diğer biyolojik mücadele elemanı *T. harzianum*'un da bitki hastalıkları üzerinde engelleyici farklı antagonistik mekanizmaları mevcuttur (Bora & Özaktan 1998). Batta (2006) *T. harzianum*'un çilek meyvelerinde *R. solani*'nin neden olduğu lezyonları azalttığı ve çilek meyvesinin raf ömrünü uzattığı ifade edilmiştir. Ayrıca iki aylık periyodik ölçümlerde hastalık lezyonlarında % 86 oranında azalmanın olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada da *T. harzianum*'un gerek tek başına ve gerekse AMF türleri ile kombineli uygulamalarında *R. solani* kontrol uygulamasına göre hastalık şiddetini düşürdüğü ve önemli oranda baskıladığı görülmüştür (Çizelge 4). Yukarıda da ifade edildiği gibi *T. harzianum*'un fungal bitki hastalıkları üzerinde farklı etki mekanizmaları mevcuttur (antibiozis, hiperparazitizm, yarışma vb.). Bu çalışmada da bu mekanizmalardan birinin veya birkaçının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda *Trichoderma* spp.'nin bitkilerde dayanıklılığın uyarılması, köklerdeki mikroflora kompozisyonunu değiştirmesi, besin maddesi alımını arttırması ve kök gelişimini teşvik etmesi gibi etkilerinin de olduğu belirlenmiştir (Harman 2006; Howell 2003). *Trichoderma* spp.'nin sistemik dayanıklılığı uyardığı da yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Hoitink et al. 2006; Hanson 2000).

AMF ve *T. harzianum* rizosfer bölgesindeki en önemli simbiyontlar arasında yer almaktadır. Bu iki mikroorganizma'nın birbirleri ile olan interaksyonları ve özellikle kök hastalıkları üzerine etkileri olumlu yada olumsuz olabilmektedir. Datnoff et al. (1995) & Yogendra et al. (2003) her iki mikroorganizmanın ikili inokulasyonlarının *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı etkili olduğu ve hastalığı baskılama yönünde başarılı oldukları kaydedilmiştir. Tarafımızdan yapılan bu

çalışmada da *T. harzianum* ve AMF türlerinin kontrol grubuna göre hastalığı baskılamada başarılı olduğu özellikle ticari AMF izolatı+*T. harzianum* kombinasyonunun daha etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4).

Çalışma kapsamında yer alan AMF türleri ve *T. harzianum* çilek bitkisi yetiştiriciliği yapılan toprakta ve çilek bitkisi sürgün ve kök aksamında mikro ve mikro element içeriklerini de etkilemiştir. Toprakta yapılan analiz sonuçlarına göre; bu faydalı rizosfer elemanlarının yer aldığı muamele grubu topraklarında özellikle P, Cu ve Mn içerikleri açısından kontrol grubu topraklarına göre önemli oranda artışların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Genel olarak çilek yetiştiriciliği yapılan topraklarda P değerinin 10-15 ppm arası olması istenir (Aydeniz 1985). Nitekim bu çalışmada da AMF türleri ve *T. harzianum*'un yer aldığı muamele grubu topraklarının P içeriği 13-15 ppm arasında değişmiş ve çilek yetiştiriciliği için istenilen değerlere ulaşıldığı görülmüştür. Benzer şekilde topraktaki Fe, Cu, Zn ve Mn değerlerinin de çilek bitkisi için ideal seviyelere çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 5) (Tüzüner 1990).

**Çizelge 4.** *Rhizoctonia solani* ile inokule edilmiş çilek bitkilerindeki hastalık indeksi değerleri ve hastalığın baskılanma oranları (%)

**Table 4.** Disease index values and rates of supression of diseases (%) on strawberry plants inoculated with *Rhizoctonia solani*

Gruplar	Hastalık İndeksi (%)	Hastalığın Baskılanma Oranı (%)
Kontrol	0 f*	--
<i>R. solani</i>	66 a	0
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i>	33 d	50
Ticari AMF + <i>R. solani</i>	6 e	91
<i>T. harzianum</i> + <i>R. solani</i>	46 c	30.3
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	60 b	9.09
Ticari AMF + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	46 c	30.3

\*Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın P <0.05'e göre istatistiksel olarak önemsiz olduğunu gösterir.

Çilek bitkisinin yeşil ve kök aksamında makro ve mikro besin elementi içerikleri açısından da AMF türleri ve *T. harzianum*'un yer aldığı muamele grubundaki bitkilerin besin elementi içerikleri kontrol grubuna göre artış göstermiştir (Çizelge 6). Özellikle AMF türlerinin başta fosfor olmak üzere birçok makro ve mikro besin elementin (çinko, bakır, mangan, demir, kalsiyum, potasyum ve azot vb.) alımında etkili olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur (Hayman 1982; Marchner 1995; Demir 1998; Smith & Read 2008). Ayrıca AMF oluşumunun daha çok fosfor alınımına olan katkılarından dolayı farklı branşlardaki birçok araştırmacı tarafından araştırılmış olup, toprakta yoğun fikse edilen ve bitki tarafından alınımı sınırlı olan fosforun, AM fungusları tarafından kolay olarak bitkiye kazandırıldığı belirlenmiştir (Hayman & Mosse 1972; Hayman 1982; Smith et al. 1992).

**Çizelge 5.** Çilek bitkisi rizosfer bölgesi topraklarında makro ve mikro besin elementi içerikleri ve pH değerleri  
**Table 5.** Contents of macro and micro nutrient and pH values in the rhizosphere zone soils of strawberry plants

Gruplar	Makro ve mikro elementler değerleri (ppm)						pH
	P	Fe	Cu	Zn	Mn	N (%)	
Kontrol	7.6 d	1.3 a	0.6 c	0.8 bc	1.5 bc	0.13 b	6.5 c
<i>G. mosseae</i>	13 c	1.4 a	0.7 bc	0.8 bc	2.3 a	0.15 b	7.2 b
Ticari AMF	14 bc	1.2 a	0.7 bc	1.1 a	1.6 b	0.16 b	8.5 ab
<i>T. harzianum</i>	14 bc	1.2 a	1.2 a	1.2 a	1.7 b	0.13 b	8.5 ab
<i>R. solani</i>	15 abc	1.3 a	0.8 b	1.2 a	2.4 a	0.14 b	8.6 ab
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i>	14 bc	1.5 a	0.9 b	0.7 bc	1.6 b	0.15 b	8.7 ab
Ticari AMF + <i>R. solani</i>	15 abc	1.2 a	0.7 bc	0.8 bc	1.5 bc	0.18 a	8.5 ab
<i>T. harzianum</i> + <i>R. solani</i>	16 ab	1.2 a	0.7 bc	0.7 bc	1.2 c	0.16 b	8.6 ab
<i>G. mosseae</i> + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	16 ab	1.2 a	0.7 bc	0.6 c	1.5 bc	0.13 b	8.4 ab
Ticari AMF + <i>R. solani</i> + <i>T. harzianum</i>	17 a	1.4 a	0.5 c	0.9 b	1.5 bc	0.16 b	8.8 a

\*Aynı sütün içinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P <0.05).

**Çizelge 6.** Çilek bitkisi'nin sürgün ve köklerinde makro ve mikro besin elementi içerikleri  
**Table 6.** Contents of macro and micro nutrient in the shoot and root of strawberry plants

Gruplar	Sürgün makro ve mikro besin elementi içerikleri (ppm)							Kök makro ve mikro besin elementi içerikleri (ppm)						
	P	Ca	Cu	K	Mg	Mn	Zn	P	Ca	Cu	K	Mg	Mn	Zn
Kontrol	0.15 bc	0.2 d	9.3 d	1.5 c	0.26 c	46.2 c	2.3 f	0.23 a	0.14 cde	17.8 c	7.2 b	0.31 bc	59.4 d	11.3 f
<i>G. mosseae</i>	0.18 abc	0.8 ab	17.4 b	3.5 a	0.37 ab	70.2 a	9.2 a	0.20 a	0.14 de	22.2 b	2.2 def	0.28 bc	70.1 bcd	38.0 a
Ticari AMF	0.22 a	0.9 a	14.2 c	1.6 c	0.40 ab	65.1 a	5.0 e	0.21 a	0.13 e	13.7 de	1.5 f	0.29 bc	81.0 ab	9.6 g
<i>T. harzianum</i>	0.16 abc	0.8 ab	16.9 b	1.6 c	0.34 b	67.0 a	7.9 bcd	0.20 a	0.17 ab	16.9 c	2.3 def	0.30 bc	81.1 ab	9.2 g
<i>R. solani</i>	0.14 bc	0.7 bc	8.4 d	1.6 c	0.38 ab	69.3 a	7.0 cd	0.19 a	0.15 bcd	23.9 ab	3.8 c	0.39 ab	76.4 abc	17.6 b
<i>G. m. + R. s.</i>	0.22 a	0.9 ab	21.5 a	1.7 c	0.37 ab	70.0 a	8.9 ab	0.20 a	0.12 e	12.7 e	3.2 cde	0.33 abc	88.4 a	14.6 de
T.AMF + <i>R. s.</i>	0.15 bc	0.1 e	9.0 d	2.4 b	0.35 b	67.3 a	6.8 d	0.23 a	0.18 a	17.3 c	2.0 ef	0.41 ab	81.4 ab	16.3 c
<i>T. h. + R. s.</i>	0.12 c	0.1 e	14.2 c	1.2 c	0.45 a	55.2 b	8.2 abc	0.20 a	0.19 a	7.5 f	2.4 def	0.39 ab	86.9 a	14.9 d
<i>G. m. + R. s.</i>	0.20 ab	0.7 bc	15.8 bc	1.6 c	0.36 ab	69.9 a	7.4 cd	0.19 a	0.16 bc	25.0 a	3.4 cd	0.45 a	84.7 a	13.4 e
<i>T. h.</i>	0.16 abc	0.7 bc	22.0 a	3.1 a	0.38 ab	70.5 a	9.2 a	0.21 a	0.10 f	15.7 cd	8.8 a	0.24 c	64.4 cd	7.8 h
T. AMF+ <i>R. s.</i> <i>T. h.</i>														

\*Aynı sütün içinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P <0.05).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar sözü edilen çalışmalarla paralellik göstermiş, AMF türleri ve *T. harzianum*'un bitkinin besin statüsünü teşvik ettiği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yer alan biyolojik mücadele elemanlarının çileğin yetiştirildiği toprakların pH'sına olan etkileri de araştırılmıştır (Çizelge 5). Muamele gruplarında yer alan toprak örneklerinin pH değerleri uygulamalar göre 6.5-8.8. arasında değişmiştir (Çizelge 5) Genel olarak çilek yetiştiriciliği yapılan toprakların pH'sının 5-7 arasında olması tercih edilmektedir (Aydeniz 1985). Elde ettiğimiz sonuçlara göre uygulamalarda yer alan tüm faktörler kontrol grubuna göre toprak pH'sını yükseltmekle beraber yetiştiricilik açısından en uygun pH değeri *G. mosseae* uygulamasının yer aldığı muamele grubunda elde edilmiştir. Malusa et al. (2007) da arbüsküler mikorhizal fungus (AMF) ve bazı rizosfer mikroorganizmalarının (*Trichoderma*, *Basillus*, *Pseudomonas* ve *Streptomyces*) farklı üç çilek bitkisi çeşidinin rizosfer pH'sına etkilerini araştırmış ve özellikle mikorhizal uygulamaların rizosfer bölgesi pH'sını yükselttiğini belirlemiştir.

## Kaynaklar

- Ağaoğlu Y.S. 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 984, 377 s.
- Akköprü A. & S. Demir 2005. Biological control of Fusarium wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some rhizobacteria. *Journal of Phytopathology*, 153 (9): 544-550.
- Aydeniz A. 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 928, 240 s.
- Batta Y.A. 2006. Control of postharvest diseases of fruit with an invert emulsion formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai. *Postharvest Biology and Technology*, (43): 143-150.
- Blancard D. 1993. Maladres dela Tomato INRA (Domates Hastalıkları, Çev: Abak K., S. N. Sarı & M.F. Abak. Ç.Ü. Adana Hasad Yayıncılık, Yayın No: 2, 356 s.
- Bolan N.S. 1991. A critical review on the role *mycorrhizal* fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, (134): 189 - 207.
- Bora T., H. Özaktan & M. Yıldız 1995. Siderefor üreten bakterilerle bazı kültür bitkilerinde fusarium solgunluklarının önlenmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK-TOAG-1074 No'lu Proje Sonuç Raporu, 28 s.
- Bora T. & H. Özaktan 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Prizma Matbaası Yayınları, 205 s.
- Caron M. J.A. Fortin & C. Richard 1985a. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes over a 12-week period. *Canadian Journal of Botany*, 64: 552-556.
- Caron M., J.A. Fortin & C. Richard 1985b. Influence of substrate on the interaction of *Glomus intraradices* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* on tomatoes. *Plant and Soil*, 87: 233-236.

- Datnoff L.E., S. Nemeć & K. Pernezny 1995. Biological control of *Fusarium* crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*. *Biological Control*, 5: 427-431.
- Dehne H.W. 1982. Interactions between Vesicular – Arbuscular Mycorrhizal Fungi and plant pathogens. *Phytopathology*, 72: 1115 - 1119.
- Demir S. 1998. Bazı kültür bitkilerinde Vesiküler Arbüsküler Mikorhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İzmir, 114 s.
- Demir S.& A. Akköprü 2007. Using of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for biocontrol of soil-borne fungal plant pathogens (Editors: S.B. Chincholkar, K.G. Mukerji, Biological control of plant diseases) Haworth Press, NY, USA, 17-37.
- Giovanetti M.& B. Mosse 1980. An evolution of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 84: 489-500.
- Hanson L.E. 2000. Reduction of verticillium wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens*. *The Journal of Cotton Science*, 4:224-231.
- Harman G.E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp., *Phytopathology*, 96: 190-194.
- Hassan Dar G., M.Y. Zargar & G.M. Beigh 1997. Biocontrol of *Fusarium* root rot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by using symbiotic *Glomus mosseae* and *Rhizobium leguminosarum*. *Microbial Ecology*, 34: 74-80.
- Hayman D. & B. Mosse 1972. Plant growth to Vesicular - Arbuscular Mycorrhiza. III Increased uptake of labille P from soil. *New Phytologist* 71: 41- 47.
- Hayman D.S. 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72: 1119-1126.
- Hayman, D.S. & M. Tavares 1985. Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza. *New Phytologist*, 100: 367-377.
- Hoitink H. A., J. L. Madden & A. E. Dorrance 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: Interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent and soil organic matter quality. *Phytopathology*, 96:186-189.
- Howell C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, 87 (1): 1-10.
- Jalali B.L., M.L. Chhabra & R.P. Singh 1991. Interaction between vesicular- arbuscular mycorrhizal endophyte and *Macrophomina phaseolina* in mungbean. *Indian Phytopathology*, 43(4): 527 - 530
- Johnson L.F., E.C. Berrand & P. Qan 1987. Isolation of *Trichoderma* spp at low temperatures from Tennessee and Alaska soils. *Plant Disease*, 71: 137-140.
- Kacar B. 1984. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 900, Uygulama Kılavuzları No: 214, 25 s.
- Kacar B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliřtirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 3, 43 s.
- Konarlı O. 1986. Çilek. Tarımsal Araştırmalar Destekleme Ve Geliřtirme Vakfı Yayınları, Yayın No:12, 71 s.
- Linderman R. G. 1992. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae and soil microbial interactions. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, 54: 45-71.

- Maas J.L. 1984. Compedium of starwberry diseases. The American Phytopathology Society, 138 p.
- Malusa E., L. Sas-Paszt, W. Popinska & E. Zurawicz 2007. The effect of a substrate containing abuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms (Trichoderma, Bacillus, Pseudomonas and Streptomyces) and foliar fertilization on growth response and rhizosphere pH of three strawberry cultivars. *International Journal of Fruit Science*, 6: 25-41.
- Mark G. L. & A.C. Cassells 1996. Genotype-dependence in the interaction between *Glomus fistulosum*, *Phytophthora fragariae* and the wild strawberry (*Fragaria vesca*). *Plant Soil*, 185:233-238.
- Marschner H. 1995. Mycorrhizas (Editör: H. Marschner, Mineral nutrition of higher plants). 566 - 595.
- Olsen S. R., V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean 1954. Estimations of available phosphorus in soils by extractions with sodium bicarbonate. U.S. *Department of Agricultural Criterias*, 939- 941.
- Özbek S. 1987. Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 31, 334 s.
- Özgönen H. M. Biçici & A. Erkiş 2001. The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*. *Turk J. Agric For*, 25: 25-29.
- Page N.R. & G.R. Craddock 1965. Fumigant influence soil fertility level. *Bromides in Agriculture*, 65: 19-20
- Phillips J.M. & D.S. Hayman 1970. Improved procedure for cleaning roots and staining parasitic and vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transection British Mycological Society* 55: 158-161.
- Porras M., C. Barrau, F.T. Arroyo, B. Santos, C. Blanco & F. Romero 2007. Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. *Plant Disease*, 91: 142-146.
- Rhodes L.H. 1980. The use of mycorrhizae in crop production systems. *Outlook on Agriculture*, 10 (6): 275- 281.
- SAS Software, 1998. SAS Institute, NC, USA.
- Smith S.E., A.D. Robson & Abott L.K. 1992. The involvement of mycorrhizas in assesment of genetically dependt efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, 146: 169 - 172.
- Smith, S.E. & D. J. Read 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, 850 pp.
- Tüzüner A. 1990. Toprak ve su analizleri laboratuarları el kitabı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 18, 45 s.
- Vosatka V. & M. Gryndler 1999. Treatment with culture fractions from *Pseudomonas putida* modifies the development of *Glomus fistulosum* mycorrhiza and the response of potato and maize plants to inoculation. *Applied Soil Ecology*, 11: 245-251.
- Wilhelm S.P., E. Nelson, H. Thomas & E. Johnson 1972 , Pathology of strawberry root rot caused by Ceratobesidium species *Rhizoctonia fragariae*. *Phytopathology*, 62: 700-705.
- Yao M.K., R.J. Tweddell & H. Dêsilets 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Mycorrhiza*, 23:1-14.
- Yılmaz H. 2006. Çilek Hastalıkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Yayınları, 64 s.

- Yogendra S., R. Verma & K.. Jamaluddin 2003. Combination of biocontrol agents, organic matter and biofertilizers to suppress fusarium wilt and improve growth of *Gmelina arborea* seedlings. *Indian Journal of Tropical Biodiversity*, 11 (1-2): 74-84.
- Yücel S. 1989. Domates fusarium solgunluğuna karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşiminden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Yayınları, Yayın No: 64, 108 s.
- Zambolim L., Schenck, N.C., 1983. Reduction of the effects of pathogenic, root-infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus, *Glomus mossea*. *Phytopathology*, 73:1402-1405.