

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**GÜLSÜM SAYILIKAN**

135723

**SERA HIYAR YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKORİZA  
KULLANIMININ ETKİLERİ**

**Y.Ö. YÜKSEK LİSANS  
DOKÜMANLAMA**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

135723

**ADANA, 2003**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SERA HIYAR YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKORİZA  
KULLANIMININ ETKİLERİ

GÜLSÜM SAYILIKAN  
DOKTORA TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 02.10.2003. Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....  
Prof. Dr. Nebahat SARI  
DANIŞMAN

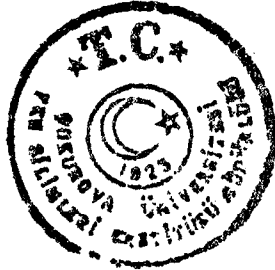
İmza.....  
Prof. Dr. Kazım ABAK  
ÜYE

İmza.....  
Prof. Dr. Ayşe GÜL  
ÜYE

İmza.....  
Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ  
ÜYE

İmza.....  
Yrd.Doç.Dr. Yıldız DAŞGAN  
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
Kod No: 731



İmza.....  
Prof.Dr. Fikri AKDENİZ  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No:FBE 98 D 2

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

**ÖZ**  
**DOKTORA**

**SERA HIYAR YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKORİZA KULLANIMININ**  
**ETKİLERİ**

Gülsüm SAYILIKAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman:Prof.Dr. Nebahat SARI  
Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ (2. Danışman)

Yıl:2003, Sayfa:125

Jüri : Prof.Dr. Nebahat SARI  
Prof.Dr. Kazım ABAK  
Prof.Dr. Ayşe GÜL  
Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ  
Yrd.Doç.Dr. H.Yıldız DAŞGAN

Bu çalışmanın ilk bölümü olan saksı denemesinde hıyarda (Seraset F1) farklı mikoriza türleri (*Glomus mosseae*, *G. caledonium*, *G. etunicatum*, *G. clarum* ve bunların eşit spor yoğunluğunda karışımından oluşan Kokteyl mikoriza) ile farklı spor yoğunluklarının (0, 1000, 2000 ve 3000 spor/bitki) etkinliği araştırılmış ve sonuçta hıyar bitkisi için *G. etunicatum*'un 2000 spor/bitki yoğunluğunun en etkili mikoriza türü olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması olan sera denemesinde *G. etunicatum* mikoriza türünden 2000 spor/bitki spor yoğunluğunda olacak şekilde 3 dönemde (MT:Tohum ekiminde, MF:Fide dikiminde, MT+F:Uygulanacak spor yoğunluğunun yarısı tohum ekiminde kalan yarısı fide dikiminde olup M0:Mikorizasız bitkilerle karşılaştırılacak şekilde) aşılandığı bitkilerle 4 farklı azot dozu (0, 10, 20, 30 kg/da) ile 4 farklı fosfor dozu (0, 10, 20, 30 kg/da) denenmiştir. Deneme sonbahar ve ilkbahar olmak üzere iki döneminde yapılmıştır. Denemenin güz yetiştiriciliğinde azot ve fosforun yüksek dozları ile mikorizanın MT+F uygulaması, bahar yetiştiriciliğinde azotun ve fosforun düşük dozları ve MT+F uygulamalarından iyi sonuçlar alınmıştır.

Anahtar Kelimeler:Hıyar, mikoriza, spor yoğunluğu, azot ve fosfor

**ABSTRACT**  
**Ph.D. THESIS**

**EFFECTS OF MYCORRHIZA IN GREENHOUSE GROWN CUCUMBERS**

Gülsüm SAYILIKAN

DEPARTMENT OF HORTICULTURE  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor: Prof.Dr. Nebahat SARI  
Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ (2nd Supervisor)

Year: 2003, Pages: 125

Jury : Prof. Dr. Nebahat SARI  
Prof. Dr. Kazım ABAK  
Prof. Dr. Ayşe GÜL  
Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ  
Assist.Prof. Dr. H.Yıldız DAŞGAN

This study was carried out in two stages. First experiment in pot culture different mycorrhiza species (*Glomus mosseae*, *G. caledonium*, *G. etunicatum*, *G. clarum* and their mixture equal amount of spore Cocktail mycorrhiza) with different amount of spore (0, 1000, 2000 ve 3000 spores/plant) in cucumber Seraset F<sub>1</sub> cultivar was tested. It was determined that *Glomus etunicatum* with 2000 spores/plant was the best mycorrhiza species for cucumber. Second experiments was conducted using *G. etunicatum* mycorrhiza species with 2000 spores/plant was used at three stages, in sowing seeds (MT), in planting seedlings (MF) and half of spores in sowing seeds and other half of spores planting seedlings (MT+F) compare with nonmycorrhizal control (M0) plants and with 4 different nitrogen (0, 100, 200, 300 kg/ha) and phosphorus doses (0, 100, 200, 300 kg/ha). Two greenhouse experiment was done in autumn and spring terms. Under greenhouse conditions in autumn productions the best results were found from high doses of nitrogen and phosphorus and in MT+F time of mycorrhiza application. In spring time experiment the best results were found in low N and P doses with MT+F inoculation treatments.

Key Words: Cucumber, mycorrhiza, amount of spores, nitrogen and phosphorus

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, her türlü yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocalarım, Prof.Dr. Nebahat SARI ve Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ başta olmak üzere, desteği için; çalıştığım kurum olan MKÜ Samandağ Meslek Yüksekokulu Müdürü Prof.Dr. Osman BİÇER'e, ve Doç.Dr. M.Emin ÇALIŞKAN'a; denemenin kurulması ve yürütülmesinde yardımları için Öğr.Gör. Melisa KARA, Öğr.Gör. Selda TELLİ, Öğr.Gör. Sefer BOZKURT ve diğer mesai arkadaşlarıma, serada bitki bakım işlemlerini yapan işçimiz Mehmet BAŞIBÜYÜK'e ve bütün öğrencilerimize, gerek laboratuvar gerekse arazi çalışmalarında her zaman yanımda olan kızkardeşim Serpil ZİYAN ve eşine, laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan kızkardeşim Meral KURTULAN'a, benden maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen annem ve babam başta olmak üzere ailemin bütün fertlerine, element analizlerini gerçekleştirebilmemde yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. H.Yıldız DAŞGAN, Zir.Yük.Müh. Bulut EKİCİ'ye ve mikroskop incelemelerime yardım eden Zir.Müh. Sibel KOÇ'a, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında çalışan Ünzile YILDIRAN, Ali A. KORKMAZ, Çağdaş AKPINAR, Ömer ÜSTÜNER, M.Uygar TÜRK ve diğer arkadaşlarıma, çalışmamın birinci ve son aşaması esnasında hep yanımda olan arkadaşım Zir.Yük.Müh. Pakize GÖK'e, yazım aşamasında bana yardım eden arkadaşlarım Filiz ve Selim AHRAZ'a ve interaksiyon analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr. Tamer KAYAALP'a yardımlarından dolayı müteşekkirim.

## **İÇİNDEKİLER DİZİNİ**

## **Sayfa No**

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
RESİMLER DİZİNİ.....	XI
KISALTMALAR.....	XII
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1.Mikoriza.....	6
2.2.Mikoriza ile Fosfor (P).....	17
2.3.Mikoriza ile Azot (N).....	27
2.4.Mikoriza ile Potasyum (K).....	29
2.5.Mikoriza ile Mikroelementler.....	29
2.6.Mikoriza ile Ağır Metaller.....	31
2.7.Mikoriza ile Tuz Stresi.....	33
2.8.Mikoriza ile Organik Madde.....	35
2.9.Mikoriza ile Bitki Yetiştiriciliği.....	36
3.MATERYAL VE METOD.....	40
3.1.Materyal.....	40
3.2.Metod.....	40
3.2.1.Saksı Denemesi.....	40
3.2.2.Sera Denemeleri.....	41
3.2.2.1.Bitkisel Ölçümler.....	45
3.2.2.1.1.Toplam bitki ağırlığı (g).....	45
3.2.2.1.2.Toplam meyve ağırlığı (g).....	45
3.2.2.1.3.Toplam yaprak ağırlığı (g).....	45
3.2.2.1.4.Ana gövde uzunluğu (cm).....	45

3.2.2.1.5.Boğum sayısı (adet).....	45
3.2.2.1.6.Kök boğazı kalınlığı (mm).....	45
3.2.2.1.7.Gövde yaş ağırlığı (g).....	45
3.2.2.1.8.Gövde kuru ağırlığı (g).....	44
3.2.2.1.9.Yaprak yaş ağırlığı (g) .....	45
3.2.2.1.10.Yaprak kuru ağırlığı (g) .....	46
3.2.2.1.11.Meyve yaş ağırlığı (g) .....	46
3.2.2.1.12.Meyve kuru ağırlığı (g) .....	46
3.2.2.1.13.Kök yaş ağırlığı (g.).....	46
3.2.2.1.14.Kök kuru ağırlığı (g.).....	46
3.2.2.1.15.Ana kök uzunluğu (cm) .....	46
3.2.2.1.16.Toplam kök uzunluğu (cm).....	46
3.2.2.1.17.Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> ).....	46
3.2.2.1.18.Kökte mikorizal infeksiyon oranı (%).....	47
3.2.2.2.Verim.....	47
3.2.2.3.Meyve Pomolojik Analizleri .....	47
3.2.2.4.Yaprak Analizleri.....	48
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
4.1.Saksı Denemeleri.....	49
4.2. Sera Denemeleri.....	61
4.2.1.Toplam Verim .....	62
4.2.2.Erkenci Verim .....	64
4.2.3.Meyve Sayısı.....	69
4.2.4.Toplam Bitki Ağırlıkları.....	69
4.2.5.Toplam Meyve Ağırlığı.....	72
4.2.6.Toplam Yaprak Ağırlığı.....	72
4.2.7.Ana Gövde Uzunluğu.....	72
4.2.8.Boğum Sayısı .....	75
4.2.9.Kök Boğazı Kalınlığı .....	75
4.2.10.Gövde Yaş Ağırlığı .....	78

4.2.11.Gövde Kuru Ağırlığı.....	80
4.2.12.Yaprak Yaş Ağırlığı .....	80
4.2.13.Yaprak Kuru Ağırlığı.....	80
4.2.14.Meyve Yaş Ağırlığı .....	80
4.2.15.Meyve Kuru Ağırlığı.....	85
4.2.16.Kök Yaş Ağırlığı.....	85
4.2.17.Kök Kuru Ağırlığı.....	85
4.2.18.Kökte Mikorizal İnfeksiyon Oranı.....	85
4.2.19.Yaprak Alanı .....	92
4.2.20.Meyve Çapı .....	92
4.2.21.Meyve Boyu.....	92
4.2.22.Yaprakta Azot (N) .....	92
4.2.23.Yaprakta Fosfor (P).....	98
4.2.24.Yaprakta Potasyum (K).....	100
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
5.1.SONUÇLAR.....	103
5.2.ÖNERİLER.....	104
KAYNAKLAR.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	125



Çizelge 1.1.Hıyar bitkisi yapraklarında makro ve mikro besin elementi sınır değerleri (Bergman, 1992).....	3
Çizelge 3.1.Sera denemelerinin takvimi.....	44
Çizelge 4.1. Saksı denemesinde kök boğazı kalınlıkları (mm) ve boğum sayıları (adet) .....	52
Çizelge 4.2. Saksı denemesinde kök yaş ve kök kuru ağırlıkları (g) .....	54
Çizelge 4.3. Saksı denemesinde gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g) .....	55
Çizelge 4.4. Saksı denemesinde yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (g) .....	57
Çizelge 4.5. Saksı denemesinde ana kök ve toplam kök uzunlukları (cm) .....	58
Çizelge 4.6. Saksı denemesinde yaprak alanları (cm <sup>2</sup> ) ve mikorizal infeksiyon oranları (%) .....	60
Çizelge 4.7. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama verim (kg / m <sup>2</sup> ).....	63
Çizelge 4.8. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve sayıları (adet / m <sup>2</sup> ).....	70
Çizelge 4.9. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama bitki ağırlıkları (g / bitki).....	71
Çizelge 4.10. İlkbahar denemesinde toplam meyve ve yaprak ağırlıkları (g / bitki).....	73
Çizelge 4.11. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama ana gövde uzunlukları (cm).....	74
Çizelge 4.12. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama boğum sayıları (adet).....	76
Çizelge 4.13. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök boğazı kalınlıkları (mm).....	77
Çizelge 4.14. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama gövde yaş ağırlıkları (g).....	79

Çizelge 4.15. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama gövde kuru ağırlıkları (g).....	81
Çizelge 4.16. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak yaş ağırlıkları (g).....	82
Çizelge 4.17. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak kuru ağırlıkları (g).....	83
Çizelge 4.18. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve yaş ağırlıkları (g).....	84
Çizelge 4.19. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve kuru ağırlıkları (g).....	86
Çizelge 4.20. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök yaş ağırlıkları (g).....	87
Çizelge 4.21. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök kuru ağırlıkları (g).....	88
Çizelge 4.22. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde kökte mikorizal enfeksiyon oranları (%).....	89
Çizelge 4.23. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak alanları (cm <sup>2</sup> ).....	93
Çizelge 4.24. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve çapları (mm).....	94
Çizelge 4.25. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve boyları (cm).....	95
Çizelge 4.26. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda azot (N) oranları (%)*.....	96

**Çizelge 4.27. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda**

fosfor (P) oranları (%)\* ..... 99

**Çizelge 4.28. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda**

potasyum (K) oranları (%)\* ..... 101



## **SEKİLLER DİZİNİ**

## **Sayfa No**

Şekil 4.1. Saksı denemesinde yapılan. ölçümlerde elde edilen ana gövde uzunlukları.....	50
Şekil 4.2. Sonbahar denemesinde 2'şer haftalık verim .....	65
Şekil 4.3. İlkbahar denemesinde 2'şer haftalık verim .....	67



## **RESİMLER DİZİNİ**

## **Sayfa No**

Resim 3.1.Deneme fidelerinin dikimden sonraki durumları.....	43
Resim 3.2.Bakımı yapılan deneme bitkileri.....	43
Resim 4.1.Denemeye alınan mikorizal fungusun infekte ettiği hipli kök parçası (Büyütme:100X).....	91
Resim 4.2.Denemeye alınan mikorizal fungusun infekte ettiği kök parçaları (Büyütme:40X).....	91



## **KISALTMALAR**

*Glom. mos.* :*Glomus mosseae*  
*Glom. cal.* :*Glomus caledonium*  
*Glom.etun.* :*Glomus etunicatum*  
*Glom. clar.* :*Glomus clarum*  
*Kokteyl Mik.* :*Glomus* türlerinin karışımından oluşan *Kokteyl* Mikoriza

M0 :Mikorizasız uygulama (Kontrol)  
MT :Tohum ekiminde mikoriza uygulaması  
MF :Fide dikiminde mikoriza uygulaması  
MT+F :Mikoriza spor yoğunluğunun yarısının tohum ekiminde kalan yarısının fide dikiminde aşılandığı uygulama

N0 :Azot (N) uygulaması yapılmamış  
N1 :10 kg/da N uygulanmış  
N2 :20 kg/da N uygulanmış  
N3 :30 kg/da N uygulanmış

P0 :Fosfor (P) uygulaması yapılmamış  
P1 :10 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulanmış  
P2 :20 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulanmış  
P3 :30 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulanmış

AMF :Arbüsküler Mikorizal Fungus  
AM :Arbüsküler Mikoriza  
VAM :Vesiküler Arbüsküler Mikoriza  
Mik. :Mikoriza  
sp. :Mikoriza sporu

## 1.GİRİŞ

Türkiye’de, sebze yetiştiriciliği yapılan alan (793 057 ha) toplam tarım alanlarının % 3’ü kadardır (Anonymous, 2002). Bunun 422 130 da’ında örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu alanın % 13.40’ında cam seralar, % 34.12’sinde plastik seralar, % 10.63’ünde yüksek tüneller ve % 40.85’inde alçak tüneller bulunmaktadır. Türkiye seralarının % 72.38’i plastik, % 27.62’si cam örtü malzemesi kullanılarak yapılmıştır. Örtü altı alanının % 87.17’si Akdeniz bölgesinde, % 8.78’i Ege bölgesinde, % 2.69’u Karadeniz bölgesinde, % 1.04’ü Marmara bölgesinde, % 0.15’i İç Anadolu Bölgesinde, % 0.11’i Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve % 0.07’si Doğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır. Örtü altı alanları yönünden Antalya (% 33.59), Adana (% 26.50), İçel (% 22.45), Muğla (% 4.95) ve Hatay (% 4.54) illeri ilk sıralarda yer almaktadır. Gerek cam (% 83.22) gerekse plastik (% 47.29) seralar Antalya ilinde yoğunlaştığı halde, yüksek tünellerin % 54.31’i İçel, % 21.18’i Antalya ve alçak tünellerin % 62.53’ü Adana, % 11.09’u İçel illerinde bulunmaktadır (Anonymous, 2002). Sera sebze üretiminin % 51’ini domates, % 20.2’sini hıyar, % 17.3’ünü biber, % 8.6’sını patlıcan, % 2.9’unu kavun, fasulye ve kabak oluşturmaktadır (Sevgican ve ark., 2000).

Toplam 22.5 milyon ton olan sebze üretiminin yaklaşık % 86’sını meyvesi yenen sebzeler oluşturmakta ve hıyar % 8.1’lik pay ile serada yetiştirilen sebzeler içinde domatesten sonra en fazla yetiştirilen ikinci sebze olmaktadır (Anonymous, 2002). Ülkemizde toplam hıyar üretiminin % 50’lik kısmını Akdeniz Bölgesi gerçekleştirmekte, bunu Ege (% 18.1), Karadeniz (% 14.1) ve Marmara (% 6.4) bölgeleri izlemekte ve üretimin büyük çoğunluğu (% 57.2), örtü altı tarımı şeklinde yapılmaktadır. Türkiye hıyar yetiştiriciliğinde Antalya ili 493 762 ton ile ilk sırada yer almakta, bunu İçel (305 527 ton), İzmir (192 583 ton), Samsun (151 731 ton), ve Hatay (76 283 ton) illeri takip etmektedir (Anonymous, 2002).

Anavatanı Hindistan olan hıyar, kalorisi düşük sebzelerden birisidir. 100 gram hıyarın kalori değeri sadece 12’dir. Günlük kalori gereksinimi 2000-2700 arasında değişen bir yetişkin için hıyarın besleyici değeri yoktur. Yalnızca rejim yapmak isteyenler için ideal bir besindir. Diğer taraftan hıyar meyvesinin A ve B grubu

vitaminlerce zengin olduğu, beslenmedeki öneminin buradan kaynaklandığı bilinmektedir. 100 g hıyarda 0.0003 IU A vitamini, 0.04 mg B1 vitamini, 0.01 mg B2 vitamini ve 8 mg C vitamini vardır. Kalsiyum içeriği ise yine 100 g'da 20 mg'dır. Hıyarın bir diğer olumlu özelliği de baz fazlalığı gösteren bir sebze olmasından kaynaklanır. Zira özellikle proteinli besinlerin alınması sonucu vücutta artan asidin nötrleştirilmesinde hıyar gibi sebzelerden yararlanır (Sevgican, 1999).

Türkiye'de hıyar yetiştiriciliğinin yoğun olduğu sahil bölgelerde geleneksel hıyar tarımında sonbahar ve ilkbahar dönemleri olmak üzere çift ürün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu dönemlerde, sıklıkla sera içi ekolojisinin bitki için uygun olmadığı, bu nedenle de bitki toprak altı ve toprak üstü aksamın iyi gelişemediği, bitkilerde besin maddesi noksanlıkları görülebildiği ve kaliteli ve yüksek verim alınamadığı durumlar ortaya çıkabilmektedir. Verim düzeyini artırmak amacıyla yetiştiricilerin genellikle fazla miktarlarda suni gübre kullandıkları dikkati çekmektedir (Anonymous, 2002). Türkiye'de toplam 10 424 828 ton gübre kullanılmış olup bununun 6 563 279 tonunu azotlu, 3 697 359 tonunu fosforlu ve 164 190 tonunu potaslı gübreler oluşturmuştur (Anonymous, 2002).

Bergman'a göre (1992), yaprak analizi sonucunda hıyardaki normal makro ve mikro besin elementleri sınırları izelge 1.1'de verilmiştir.

Örtüaltı yetiştiricilik alanı yönünden ilk sıralarda yer alan ve bitkisel üretim yoğunluğunun en fazla olduğu illerden olan Antalya'da 237 757 ton, Adana'da 728 448 ton, İçel'de 237 660 ton, Muğla'da 83 925 ton ve Hatay'da 237 757 ton gibi yüksek miktarlarda gübre tüketimi olmuş ve Türkiye genelinde azot ve fosforlu gübrelerin fazla miktarlarda kullanıldığı belirlenmiştir (Anonymous, 2002). Bu gübrelerin tamamı Akıncı (1996)'nın belirttiği gibi bitki tarafından kullanılamamakta, değişik nedenlerle toprakta veya toprak altı suyunda birikmekte ve toprağın tuzlulaşarak oraklaşmasına neden olmaktadır.



Çizelge 1.1.Hıyar bitkisi yapraklarında makro ve mikro besin elementi sınır değerleri (Bergman, 1992).

Makro Besin Elementleri (%)				
Azot (N)	Fosfor (P)	Potasyum (K)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)
2.80-5.00	0.30-0.60	2.50-5.40	5.00-9.00	0.50-1.00
Mikro Besin Elementleri (ppm)				
Çinko (Zn)	Mangan (Mn)	Bor (B)	Bakır (Cu)	Molibden (Mo)
35-80	60-120	40-80	7-15	0.80-2.00

Sevgican'a göre (1999), serada toprak tuzluluğunun nedenleri şunlardır:

1. Monokültür uygulaması sonucu yetiştirilen bitkilerin kullanamadıkları besin maddelerinin toprakta birikmesi,
2. Sera toprağının yağmur suları ile yıkanamaması,
3. Sera içinde su hareketinin aşağıdan yukarıya doğru olması ve besin maddelerinin yüzeyde birikmesi,
4. İyi sulama suyu özelliği taşımayan suların sulamada kullanılması.

Örtü altı yetiştiriciliğinde birim alandan yüksek verim ve kazanç elde etmek amaçlanmaktadır. Bunun sonucu olarak, örtü altı yetiştiriciliğinde yoğun sebze üretimi ve fazla girdi kullanımı nedenleri ile açıkta yetiştiriciliğe oranla toprakta tuzluluk sorunuyla daha fazla karşı karşıya kalınmaktadır (Günay 1980; Sevgican 1999). Çevik (1986), Türkiye topraklarının işlenen kısmının % 3.2'sinde çoraklık sorununun olduğunu vurgulamıştır. Kaplan ve ark. (1997), yüksek düzeyde EC değerine sahip sulama suyu kullanıldığında düşük gübre uygulaması yapılmasını tavsiye etmektedir.

Bu durumda tuzluluğu yüksek veya sınırda olan mevcut sera topraklarının tarımda kullanılabilmesi amacıyla toprakta bulunan yararlı mikroorganizmaların toprağa yeniden aşılması yoluna gidilmiştir. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra "mikoriza" olarak adlandırılan, mikroskop ile teşhis edilebilen ve çok miktarda hif üreten mantar türleri

tarafından da alındığını göstermektedir (Koide, 1991; Marschner, 1995; George ve Marschner, 1996; Ortaş, 1996 ve 1997a). Arbüsküler Mikorizalar (AM) bitki köklerine hifleri ile bağlanarak bitki ile simbiyotik olarak yaşamlarını sürdürmektedirler. Mikoriza mantarları çok fazla hif üreterek bitki kök yüzey alanını artırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini bu hifler aracılığı ile alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (Bolan ve ark., 1987; Ortaş, 1997b). Mikoriza ile infekte olmamış bitkiler kök bölgesinin 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile infekte olmuş bitki kökleri, mantarın hifleri aracılığı ile kökten 11 cm uzaktaki fosforu alabilmektedir (Li ve ark., 1991). Marschner (1993 ve 1995), mikoriza ile infekte olmuş bitkinin aldığı fosforun % 70-80, çinkonun % 50 kadarını mikoriza hifleri sayesinde aldığını belirlemişlerdir. Mosse (1981) ile Tinker ve ark. (1992) ise mikoriza mantarının toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerinin ve özellikle fosforun alımını 3-5 kat, çinko ve bakır içeriklerini 2.5 kat artırdığını, seralarda yaptıkları denemelerle tesbit etmişlerdir. Bitki türlerinin ihtiyacına göre belirli bir fosfor düzeyine kadar kök infeksiyonu artmakta, bu noktadan sonra ilave edilen her fosfor miktarı bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azaltmaktadır (Ortaş, 2003).

Mikorizanın fosfor alımı yanında azot alımında da etkili olduğu Ames ve ark. (1983) tarafından belirlenmiştir. Mikorizal mantarın bazı besin elementlerinin (P, Zn, Cu, Mn) alımına doğrudan etkisi yanında, tuzluluğa toleransın, su alımının, ağır metal toksisitesine dayanıklılığın artması, bitkiye büyümeyi teşvik edici maddeler sağlaması, kök hastalıklarının kontrolü, hastalık ve zararlılara karşı direncin artması ve fidanların kuruma olasılığının azalması gibi dolaylı etkileri de bulunmaktadır (Dodd ve Thomson, 1994).

Hıyar tuzluluğa en duyarlı bitkilerden biri olup, tuzluluğun 1 EC mmhos/cm 25°C artışında verimlilikte % 13'lük bir azalma meydana gelmektedir (Bresler ve ark., 1982). Mikoriza ile infekte edilen bitkiler daha iyi büyümekte ve yapraklar fotosentez ürünlerini daha iyi değerlendirebilmektedir. Gübre fiyatlarının artması, gübre kaynaklarının sınırlı olması, topraktaki gübrelerden bitkinin daha fazla yararlanabilmesini sağlayan mikoriza gibi kaynakların kullanımı ve değerlendirilmesi

gereğini ortaya çıkarmaktadır (Ortaş, 1995). Toprak kökenli hastalık ve zararlıları yok etmek amacıyla yapılan toprak sterilizasyonu sonucu toprakta var olan bitkilere yararlı mikroorganizmalar, özellikle canlı mikoriza sporları büyük oranda yok edilmektedir. Bunun sonucu olarak bir sonraki dönemde ekimi yapılacak olan bitkiler yeterince mikoriza ile infekte olamadıklarından beslenme yetersizliği ve buna bağlı olarak verimde azalmaların olduğu gözlenmektedir.

Ülkemizde önemli bir sera ürünü olan hıyarda, mikorizanın etkinliği konusunda ilk çalışma ığşar ve ark. (2000) tarafından yapılmış ve otoklavda sıcaklıkla sterilize edilen, metil bromid ile dezenfekte edilen harçlarda *Glomus mosseae*, *G.mosseae*+*G.fasciculatum* mikoriza türlerinin ilavesi ile bitki gelişmesinin değişimi araştırılmıştır. Deneme sonucunda istatistiksel bir fark olmadığı halde mikorizanın steril harca ilavesinin verim ve bitki gelişme kriterlerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Bu denemede hıyar için uygun mikoriza türü belirlenmemiş ve hıyar bitkilerinde normal bir gübreleme programı uygulanmış, ancak farklı gübre dozları denemeye alınmamıştır.

Burada sunulan tez çalışmasının birinci aşamasında, sera hıyar yetiştiriciliğinde en uygun mikoriza türleri ile spor yoğunluğunun belirlenmesi ve mikorizanın ekim sırasında harca (MT), fide dikimi sırasında dikim yerine (MF) ve ikisinin birlikte uygulandığı (MT+F) kombinasyonlar araştırılmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında ise birinci bölümünde belirlenen en elverişli mikoriza türü, spor yoğunluğu ve uygulama şekli ve aşırı kullanımı ile toprakta tuzluluğa sebep olan N ve P'un dozları sera koşullarında denenmiştir.

Bu araştırma, örtü altı yetiştiriciliğinde aşırı gübre kullanımını mikoriza uygulaması ile azaltmak amacıyla kurulmuş ve araştırmada Akdeniz kıyı şerisinde sera koşullarında yaygın olarak yetiştirilen hıyar bitkisine uygun mikoriza türü ve dozunun bitkinin N ve P ile beslenmesindeki durumlarını belirlemek hedeflenmiştir.

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1.Mikoriza

Toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alımının yakın zamana kadar yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı sanılıyordu. Bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra 'mikoriza' diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, çok miktarda hif üreten mantar türleri tarafından da alındığını son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar ortaya koymuştur (Smith ve Read, 1997).

Mikoriza botanik olarak, toprak kökenli mantarlarla yüksek bitkilerin kökleri arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişki olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca mikoriza bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da açıklanmaktadır. Bir çeşit simbiyozis olan bu ilişkide bitki mikorizal mantara karbon, mikorizal mantar ise bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır (Tinker, 1980).

Jakobsen ve Rosendahl (1990), kökleri *Glomus fasciculatum* ile inokule edilen hıyar bitkilerinde infeksiyonun hızlı olduğunu ve misellerin oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bitkiye verilen  $^{14}\text{C}$ 'un uygulamadan 80 saat sonra % 3.1'inin toprakta, % 26'sının dış hiflerde olduğunu ve mikorizal olayların bitkinin özümlediği  $^{14}\text{C}$ 'nin % 20'sini tükettiğini belirlemişlerdir.

Taksonomik yönden mikorizalar sporlarının yapısı, bitkilerdeki infeksiyon şekilleri ile kök içindeki morfolojik ve fizyolojik yapıları itibarıyla büyük farklılıklar göstermektedirler (Bagyaraj, 1991; Sieverding, 1991). Bu taksonomik farklılıklar bitkilerin beslenme düzeylerine de yansımaktadır. Mikorizalar kök içindeki morfolojik yapıları yönünden genelde Ektomikoriza ve Endomikoriza (Arbüsküler mikoriza) olmak üzere iki büyük gruba ayrılmaktadırlar. Özellikleri bu iki grup arasında olan mikorizaların belirlenmesiyle mikorizalara, Ectendo-mikoriza olarak adlandırılan üçüncü bir grup ilave edilmiştir.

Fakat son araştırmalarla bitki türleri arasındaki farklılıklar ve farklı mikoriza türlerinin ortak yönlerini içeren yeni türlerin bulunması ile taksonomik olarak yeni mikoriza türleri eklenmeye devam edilmektedir.

Mikorizanın taksonomisinde yer alan bu 3 grup şu özelliklere sahiptir:

1.Ektomikoriza:Ektomikoriza daha çok yüksek yapılı ağaçların köklerinde bulunmaktadır. Ekto-mikoriza hifleri korteksteki hücreler arası boşlukları doldurmakta ve doldurulan ortamda "harting net" olarak adlandırılan hifler oluşmaktadır (Tinker, 1980; Bagyaraj, 1991; Marschner, 1995). Kökün dış yüzeyinde ise "mantle" olarak adlandırılan kökçük görünümdeki çok dallanmış hifler oluşmaktadır. Bu kökçük şeklindeki hifler çevresini saran toprağa nüfuz ederek derinlerdeki besin elementlerinden yararlanmaktadır. Ektomikorizada mantar, bitki kökünün korteksinde (harting net) hücreler arasında gelişir, fakat hiçbir zaman hücre içinde gelişmez.

Boletus, Cortinarius, Russula ve Tricholoma gibi farklı Basidiomycetes'lere ait Ektomikorizalar 5000'in üzerinde mantar türü ile ılıman ve kuzey ormanlarının temel özelliğidir. Ektomikorizalar, orman ekosisteminde orman beslenmesi ve besin döngüsü olaylarında çok önemli bir yere sahiptir. Alexander ve Högborg (1986) ile Högborg ve Pearce (1986), çeşitli tropikal ağaç türlerinin ektomikorizalı olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle, tropiklerin yeniden ağaçlandırılması programında yaygın olarak kullanılan Pineceae ve Eucalyptus gibi orman ağaçlarının köklenmesi ve büyümesi için ektomikorizaların kullanımı zorunludur (Hacskeylo, 1971; Gür ve ark., 1993).

2.Ectendo-mikoriza:Ectendomikorizalar ektomikorizadan fonksiyonel açıdan değil kökte yapılan infeksiyon bakımından farklılık gösterir. Ektomikorizada fungal infeksiyon konukçu bitki kökü korteksi içerisinde "intercelular" biçimde olduğu halde ectendomikorizada infeksiyon kök korteksi içerisinde hem "intracelular" hem de intercelular biçimdedirler. Hem ecto hem endo mikorizaya benzerliği ile bir ara grup durumundadır. Arbutroid mikoriza, monotropoid mikoriza, ericoid ve orchid mikoriza gibi ectendo-mikorizalar, *Ericales*, *Monotropaceae* ve *Orchidaceae* gibi özel bitki türleri için bölgesel öneme sahiptirler (Gür, 1992; Gür ve ark., 1993; Hacskeylo, 1971).

3.Endomikoriza:Ektomikorizadan farklı olarak Endomikoriza ise kortekste hem hücrelerarası boşlukta hem de hücre içi boşluklarda yer almaktadır (Tinker,

1980; Sieverding, 1991). Fungus kortekste lipidce zengin oval görünümlü yapılar oluşturmaktadır ve bunlar "vesiküler" olarak adlandırılmaktadır. Vesiküllerin işlevinin dışarıdan alınan besin elementlerini depo edip ve gereksinime göre bitki bünyesine salmak olduğu tahmin edilmektedir (Marschner, 1995). Endomikorizalar ayrıca hücre içlerinde ağaçların kök yapılarındaki dallanmayı andıran, "arbüskül" olarak adlandırılan yapılar oluşturmaktadır. Arbüsküllerin mikorizanın dışarıdan sağladığı besin elementlerini bitki dokularına aktarmada rol aldığı düşünülmektedir. Endomikorizanın birçok türü olmasına rağmen en yaygın olanları vesikül ve arbüskül oluşturmalarından dolayı bu grup mikoriza çoğunlukla vesiküler arbüsküler mikoriza (VAM) olarak adlandırılmaktadır. Arbüskül oluşturan mikorizal mantar türlerinin hepsinin vesikül oluşturmamaları nedeniyle arbüsküler mikoriza (AM) deyimini daha çok kullanılmaya başlanmıştır.

Endomikorizalar (Endotrofik mikorizalar), misellerinin bölmeli veya bölmesiz oluşuna bağlı olarak 2 büyük gruba ayrılırlar. Miselleri bölmesiz olanlar *Phycomycetes*, bölmeli olanlar ise *Ascomycetes*, *Deuteromycetes* veya *Basidiomycetes* sınıflarına dahil olarak bilinirler. Bu tip mikorizalar hemen hemen tüm tropik ve subtropik iklim bölgelerinde doğal olarak bulunmaktadır (Hacsıkaylo, 1971; Gür ve ark., 1993). Bazı mikoriza türleri bir çok kıtada hakim olarak bulunmaktadır. Mikorizal mantarların aktif olarak toprakta misellerin gelişmesi ile ve pasif olarak rüzgar, su ve diğer toprak organizmaları tarafından bir kıtadan başka bir kıtaya taşındıkları iddia edilmektedir. Fosil kayıtlarından bitkilerin hücrelerinde arbüsküler mikoriza enfeksiyonu varlığının 360-410 milyon yıl öncesine kadar dayandığı belirlenmiştir (Simon ve ark., 1993; Remy ve ark., 1994).

Mikoriza türlerinin yayılma hızları birbirlerinden farklılıklar oluşturmaktadır. Mikorizalı bitkilerin olduğu ortamda yayılma hızının yavaş, mikorizasız bitki ortamında daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Bitki çeşitleri de mikoriza mantarlarının yayılmasında farklılıklar oluşturmaktadır (Powell, 1981). Smith ve Walker (1981), mikoriza mantarlarının 1.5-3.5 m/yıl yayılmasında toprak kökenli organizmaların yüksek derecede etkili olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprağın verimlilik durumu, mevsimsel değişimler, nem, sıcaklık ve mikrobiyal aktiviteler gibi

faktörlerin de mikorizanın yayılma hızını etkilediklerini bildirmişler ve mantarların yayılma hızını matematiksel olarak ta belirlemeye çalışmışlardır.

Birçok araştırmacı (Mosse, 1981; Barea ve Azcon-Aguilar, 1983; Koide, 1991) yeryüzündeki bitki topluluklarının % 90'ının *Endogenecea*'ya ait fikomiset (*phycomycetous*) toprak mantarlarıyla vesiküler arbusküler mikorizal işbirliği oluşturduklarını rapor etmiştir.

Barea ve Azcon-Aguilar (1983)'a göre mikoriza mantarları buğdaygiller, baklagiller, endüstri bitkileri, bahçe bitkileri ve süs bitkileri ile ortaklık oluşturmaktadırlar. Wilcox (1971)'a göre ise dikotiledonların % 83'ü, monokotiledonların % 79'u ve gymnospermlerin tamamı mikoriza ile simbiyoz yaşam halindedir.

Gerdemann (1968)'nın belirttiği gibi *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae* ve *Caryophyllaceae* gibi bazı bitki familyaları ise hiçbir zaman mikorizayla infekte olmazlar veya nadiren infekte olurlar.

Mikorizal simbiyozise bağımlılık bitki türlerine göre değişkenlik göstermektedir. Plenchette ve ark. (1983), yaygın olarak yetiştirilen mikorizalı bitkiler arasında farklı mikorizal bağımlılık oranları bulmuşlardır. Aynı araştırmacılara göre mikorizal bağımlılık çevre koşulları özellikle toprağın fosfor verimliliğine, Hetrick ve ark. (1994)'a göre ise bitki genlerine bağlıdır. Havuç en yüksek bağımlılık indeksine sahip olurken, bunu sırasıyla bezelye, fasulye, bakla, kuş üzümü, biber, domates ve patates izlemiş, yulaf ve buğday ise sıralamada en düşük bağımlılık indeksi göstermiştir. Bunun yanında soğan, elma, çilek ve sorgum iyi bilinen mikorizaya bağımlı bitkilerdir (Smith ve Read, 1997).

Mikoriza türleri ile bitki çeşit ve grupları arasında ise bir tercih bulunmamaktadır (Harley ve Smith, 1983). Birçok mikoriza türünün değişik bitkilerin rizosferlerinde mevcut durumda olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen bazı mikoriza türlerinin bütün bitki türleri ile ortaklık oluşturmadığı doğrultusunda delillere de rastlanmıştır.

Al-Raddad (1995a), *Glomus mosseae* türünde spor üretimini 10 hafta süreyle saksıda yetiştirdiği 5 türde incelemiş ve bütün konukçularda infekteli kökün uzunluk

yüzdesinin hızla arttığını belirlemiştir. Araştırmada en yüksek spor sayısı sırasıyla arpa, bezelye ve fasulyede, en düşük spor sayısı ise mısır ve bamya bitkilerinin rizosferinden elde edilmiştir. Araştırmacı, hasat zamanı kadar ürünün çeşidinin de *G.mosseae*'nin spor popülasyonunun büyüklüğünü ve kök kolonizasyonunun derecesini etkilediğini bildirmiştir.

Karandashov ve ark. (2000), AMF *Glomus caledonium* ile havuç köklerinde bir deneme kurmuşlardır. *Glomus caledonium* sporları havuç köklerini kolonize etmiş ve fungusların yaşam döngüsü tamamlanmıştır. Çoğu kültürde, sporulasyon, ana hiflerin kısa ve kalın lateral dalları üzerinde arbuskul benzeri yapılarla birlikte olmuştur.

Schüßler (2000), *Glomus claroideum*'un iki izolatu ile *Anthoceros punctatus* L. bitkisi arasındaki arbusküller mikoriza benzeri simbiyozisi incelemiştir. İnokulasyondan 20 gün sonra hif oluşumu gözlenmiş, 45 gün sonra ise, arbusküller ve vesiküller incelenmiştir. Su-agar kültüründeki 60 günden sonra *Anthoceros* talleri düşük miktarda besin içeren agar ortamına şaşırtılmıştır. Şaşırtmadan 5 hafta sonra agarda dağılmış hifler ve yeni oluşmuş sporlar gözlenmiş, 4 ay sonra her bir petride yaklaşık 1000 spor oluşmuştur.

Zhao ve ark. (2001), Güneybatı Çin'de Xishuangbanna'nın tropikal yağmur ormanlarındaki 112 bitki türünün AM durumları ve bu bitkilerin rizosfer toprağındaki AMF'in spor yoğunluğunu incelemişlerdir. İncelenen türlerin % 56'sı AM'li, % 31'i muhtemelen AM'li ve % 13'ü mikorizasız bulunmuştur. AMF spor yoğunluğu her 100 g toprakta 55 adet ile 1908 adet arasında değişmiş ve ortalama 476 adet olmuştur. Xishuangbanna'nın tropikal yağmur ormanlarının toprağında en çok görünen AMF'lerin *Acaulospora* ve *Glomus* cinsinden olduğu saptanmıştır.

Kolombiya koşullarında 9 değişik kassava bitkisi yetiştirilen tarlalarda 12 değişik mikoriza türü tespit eden Sieverding (1991), bazı tarlalarda bazı türlerin fazla sayıda mikoriza ürettiğini belirlemiştir. Araştırmacı elde ettiği bulguya göre bazı mikoriza türlerinin kassava ile uyum içerisinde yaşadıklarını belirtmiştir. Aynı araştırmacı yaptığı çalışmada *Sclerocystis coremioides*'in çoğunlukla scrubby ecotypes türünün baklagillerde yaygın bulunduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, *Srubbyformis* ve



*Sinuosa* türü sporlar toprağın düşük ve yüksek kimyasal verimliliği koşullarında bulunurken, yeni tarıma açılan alanlarda gübreleme ile birlikte *Sclerocystis* türünün ortamdan zamanla kaybolduğunu belirlemiştir.

Smith ve ark. (1992), mikoriza türlerinin de infekte edecekleri bitki türlerinde seçici olduklarını ve bitki besin elementlerini farklı oranda ve etkinlikte aldıklarını ifade etmişlerdir.

Bethlenfalvai ve ark. (1989) ve Marschner (1995)'e göre, mikorizal mantarın besin elementi alımındaki etkinliği daha çok mikoriza türlerine bağlıdır. Hatta aynı mikorizal mantarın alt türleri arasında da bir besin elementinin aynı bitki tarafından alınması durumu farklı olabilmektedir.

Mikoriza hiflerinin besin elementleri alımındaki etkinlikleri kök infeksiyon yüzdesi dışında; hif kalınlığı, toplam hif uzunluğu ve birim hif başına alınan besin elementi, 'mikorizosfer' (Linderman, 1988) veya 'hifirizosfer' (Taraftar ve Marschner, 1994) bölgesinde asit fosfataz salgıları gibi birçok parametreye bağlıdır (Marschner, 1998).

Kontrollü koşullar altındaki denemelerle mikorizal fungusun toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerini mikorizal infeksiyon sonucu ürettiği hifleri aracılığıyla birkaç kat daha fazla aldığı belirlenmiştir (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975). Fakat besin elementlerinin hangi mekanizma ile nasıl alındığına ilişkin somut bir bilimsel bulgu veya açıklama bulunmamasına rağmen, mikoriza ile ilgili çalışmaların başladığı 1970'li yıllardan bu yana bilim adamlarınca ileri sürülen hipotezlerden en fazla ilgi görenler şunlardır:

1) Mikorizal hifler kökler gibi davranıp kök bölgesinden çok uzaklardaki besin elementlerini almaktadır (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975; Gerdemann, 1968; Li ve ark., 1991). Böylece daha fazla miktarda toprak hacmi geniş hif yüzey alanları tarafından işgal edilmektedir.

2) Toprakta alımı zor olan P, Zn ve Cu gibi besin elementleri çoğunlukla bitki kök bölgesine difüzyon ile ulaştıktan sonra alınmaktadır. Mikorizal hif ise kök bölgesi dışındaki bölgelerden besin elementi aldığı için difüzyon yoluyla olan alımı azaltmış olmaktadır (Bolan, 1991).

3)Mikorizal infeksiyon ya organik salgılar salarak veya fosfataz enzimleri salgılayarak toprakta alınamaz durumdaki fosforu kimyasal olarak değiştirerek alımını kolaylaştırmaktadır (Allen ve ark., 1981; Abbot ve Robson, 1984).

4)Mikoriza çok miktarda Ca aldığından kalsiyum-fosfat bağları çözünmekte bunun sonucu açığa çıkan fazla P bitkilerce alınabilmektedir (Ross, 1971).

5)Bunlara Tinker (1975) ve Bolan (1991)'ın rizosfer modifikasyonu olarak adlandırdıkları rizosfer pH'sındaki değişimin fosfor alımına olan katkısını esas alan mekanizma da eklenebilir. Bu mekanizmaya göre, mikorizal fungus azotun  $NH_4^+$  formunu daha etkin olarak kullanıyorsa, rizosfer bölgesinde elektrokimyasal denge  $H^+$  iyonları yönünde değişecektir.  $H^+$  iyonları hem toprak pH'sını değiştirmekte hem de  $HPO_4/H_2PO_4$  dengesini kontrol etmektedir (Ortaş ve ark., 1996). Böylece hem mikorizal etki hem de rizosfer etkisi birlikte bitkinin fosfor alımını artırabilir. Bir çok tarım bilimcisi veya agronomist araştırma bulgularını yorumlarken karşılaştıkları zorlukları rizosfer pH'sındaki değişime bağlamışlardır (Bolan ve ark., 1987, Stribley, 1987; Bolan, 1991; Koide, 1991).

Bowen (1987)'e göre, mikoriza mantarı sporlarının teknolojik olarak saf kültür şeklinde üretimi mümkün olmamakta, bu nedenle mikoriza sporları konukçu bitkiye mutlak bağımlı olarak çoğalmaktadır. Mikoriza mantarlarının spor misellerinin (hiflerinin) konukçu bitkilerin kökleri ile birleşmesi ile infeksiyon gerçekleşir ve bunu takiben spor oluşumu gerçekleşir.

Verimliliği düşük olan asidik özellikteki topraklara küçük bir gübre ilavesi ile verim artışı elde edilmekte, arbüsküler mikoriza oluşumu ve spor üretimi gelişmekte ve gübre, yabancı ot ilacı ve insektisit kullanımının sınırlandırıldığı tarım alanlarında mikorizal oluşum yüksek olmaktadır. Fakat yoğun tarımın yapıldığı ve birim alandan yüksek verimin amaçlandığı alanlarda mikorizaya bağımlılığı düşük türlerle monokültür yetiştiriciliğinde yüksek tarım girdileri uygulanmaktadır. Gübre, yabancı ot ilacı, insektisit gibi yoğun tarımsal girdilerin kullanıldığı alanlarda daha az mikoriza sporu oluşmakta ve biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitki verimi düşmektedir (Dehne, 1982).

Mikoriza mantarları, Malajczuk ve ark. (1992)'nın belirttiği gibi toprak strüktürü ve nem depolanması gibi ekosistem özelliklerini dolaylı olarak etkilemektedir. Davies ve ark. (1992) hiflerin birbirine bağlanması ile, Tisdall (1991) hücre dışı polisakkaritlerin üretilmesi ile mikorizanın mikroagregatları daha stabil agregatlar haline dönüştürerek toprak strüktürünü değiştirdiğini belirtmektedir.

Ayrıca mikoriza, bitkilerde kök-toprak ilişkisini değiştirerek ilave veya yeni 'mikorizosfer' oluşturmaktadır (Fogel, 1988; Linderman, 1988). Marschner (1995), mikorizal kolonizasyonun rizosfer mikroorganizmalarının hem sayısını arttırdığını hem de kompozisyonunu değiştirdiğini bildirmiştir. Mosse (1981), mikorizal infeksiyonun kirletilmiş veya dezenfekte edilmiş toprakların bitki bünyesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabileceğini belirtmiştir.

Tarımsal girdilerin kullanılması ve kullanılmaması ile bitki örtüsünün büyüklüğüne bağlı olarak doğal mikorizanın topraktaki yoğunluğu değişmektedir. Bitki örtüsü ile mikoriza infeksiyonu arasındaki ilişkinin varlığını Michelsen ve Rosendahl (1990), Somali'de yürüttükleri araştırmada belirlemişlerdir. Araştırmacılar bozulmuş, hayvanların otlatıldığı ve sürülmüş alanlarda mikorizanın varlığının çok düşük ve etkinliğinin daha az olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumda vejetasyonun bozulması, mikorizanın varlığını ve etkinliğini en fazla gerileyen faktör olarak öne çıkmakta ve mikoriza sporlarının oluşumu istenildiği gibi olmamaktadır.

Sieverding (1991), Kolombiya koşullarında kumlu savana topraklarında kassava bitkileri ile yaptığı çalışmada, elde ettiği mikoriza sporlarının iyi bakılmış kassava bitkilerinde veya sera ortamında çoğaltılan sporlara göre küçük ve cılız olduğunu belirlemiştir. Araştırmacıya göre, kumlu toprakta bitkiler susuz kalmakta, mikoriza sporlarının yoğunluğu ve şekli küçük olmaktadır. Bu da toprak tekstürünün indirekt olarak mikoriza sporlarının oluşumuna etki ettiğini akla getirmektedir.

Bahçe bitkilerinde en etkili mikorizal mantarlar, Vesiküler Arbüsküler Mikorizalar (VAM)'dır. VAM toprağın üst katmanında fazla oranda bulunduğundan toprağın biyolojik aktivitesinde çok önemli olup kuru mikoriza kütlelerinin % 20'sini oluşturmaktadır (Bethlenfalvay ve ark., 1982). Bu, toprak mikrofauna ve mikroflorasının % 25'ine karşılık gelmektedir. VAM miselleri kökten 9 cm daha

uzağa kadar ulaşabilmektedir (Camel ve ark., 1991). Arbüsküler mikoriza mantarları omurgasızlar, topraktaki bitki patojenleri ve rizobium, serbest yaşayan azot bağlayıcıları ve ayrıştırıcılar gibi tüm toprak mikroorganizmaları ile karşılıklı ilişkide bulunmaktadır (Paulitz ve Linderman, 1991). Steril topraklarda mikorizal enfeksiyonun daha başarılı bir şekilde gerçekleşmesi mikorizanın diğer mikroorganizmalarla olan yarışı ile doğrudan ilgilidir. Linderman (1988), mikoriza türleri arasında da yarış olduğunu bildirmektedir.

Mikoriza ile ilgili çalışmalarda genellikle topraklardaki doğal mikorizal mantarlar sterilizasyon yöntemleri ile elimine edilir ve toprak yeniden mikoriza inokülasyonu ile infekte edilir. Bazı bitkilerde toprak sterilizasyonundan sonra toprakta mikoriza bulunmadığı için şiddetli derecede besin elementi noksanlığı görülebilmektedir. Plenchette ve ark. (1983), değişik sebze türlerini steril edilmeyen ve steril edilmiş koşullarda yetiştirerek mikoriza inokülasyonunun bitki büyümesine etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta toprak sterilizasyonu ile mikoriza inokulumu, steril edilmeyen toprakta yetişen bitkilere yakın bir gelişme göstermiş, steril edilen topraklarda büyük bir verim düşüşü olmuştur.

Mosse (1981)'ye göre, mikorizanın beslenme yönünden önemi, kökün etki alanı dışında olup ulaşılamayan besin maddelerinin, kökten gelişen mikoriza hiflerinin kökün uzantısı gibi görev yaparak toprağı sömürmesinden kaynaklanmaktadır.

Bitki kökünün çevresindeki topraktan bitki besin maddeleri alma yeteneğini belirleyen en önemli faktörlerden birisi bitkinin uygun mikoriza mantarları ile ortaklık kurmasıdır (Harley ve Smith, 1983).

Bethlenfalvay (1992), toprak karbonuna katkısı yanında VAM (Vesiküler Arbüsküler Mantarlar)'ın sürdürülebilir tarımın köşe taşı olan toprak agregasyonu ve stabilitesinde önemli bir role sahip olduğunu, Finlay ve Söderström (1992), doğal ekosistemde 1 g toprakta 27 m'ye varan miselyum bulunduğunu, Miller ve Jastrow (1992) ise, fazla miktardaki arbuskular mikoriza hiflerinin mikrobiyal salgılar ve diğer organo-mineral bağlayıcı bileşiklerle toprak mikroagregatlarını (<0.250 mm) bir arada tutarak makroagregatlara (> 0.250 mm) dönüştürdüğünü bildirmişlerdir.

Venkateswarlu ve ark. (1994), yerfistiğinde toprağa carbofuran uygulamanın bitki büyümesi ve *Glomus clarum*'un mikorizal kolonizasyonu ve sporulasyonu üzerine etkisini saksı kültüründe incelemişlerdir. Carbofuran, tavsiye edilen 2 kg/ha'dan fazla dozda uygulandığında gövdedeki kuru madde miktarını ve mikoriza infekte edilmiş yerfistiğinde saksı verimini önemli derecede arttırmıştır. Bu doz seviyelerinde AM (Arbüsküler Mikorizal) fungusu tarafından kolonizasyon ve sporulasyon da önemli derecede artmıştır. Carbofuranın 5 kg/ha uygulanması, yerfistiğinin hem büyümesini hem mikorizal durumunu inhibe etmiştir.

Olsen ve Habte (1995), rhizobiumlu *Cajanus cajan* ile Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) *Glomus aggregatum*'un etkileşimini benlate uygulanmış toprakta sera denemesiyle araştırmışlardır. 0.06 ve 0.2 mg P<sup>-1</sup>'de mikorizal inokulasyon, nodül sayısı ve gövde kuru ağırlığı kadar bitki P konsantrasyonları da önemli derecede artmıştır. Mikorizal inokulasyon, 0.4 mg l<sup>-1</sup> toprak P konsantrasyonunda nodül kuru ağırlığını arttırmış, 0.8 mg P<sup>-1</sup>'de ölçülen değişkenlerin hiçbiri mikorizal inokulasyondan etkilenmemiştir. Elde edilen verilerden şu sonuçlara varılmıştır: 0.4 mg l<sup>-1</sup>'den daha düşük toprak P konsantrasyonunda nodulasyon artışı mikorizal inokulasyona bağlanmış ve mikorizanın neden olduğu normal P alımı ile açıklanmıştır. 0.4 mg P l<sup>-1</sup>'de AMF inokulasyonuna bağlı nodül yığımındaki küçük fakat önemli artış, faktörlerin bitki beslenmesine bağlı olmadığı izlenimini vermiştir. Diğer taraftan, gözlemlenmiş ilk P konsantrasyonunda karşılaştırılabilir düzeydeki AMF kolonizasyonuna rağmen 0.8 mg P l<sup>-1</sup>'de Arbüsküler Mikoriza (AM) inokulasyonunun yokluğu bu hipotezi vazgeçirir gibi görünmektedir. Bu gözlemleri, ayrıca, bu konsantrasyonda AMF inokulasyonunu, bitki durumunun ve nodül sayısının yokluğu tarafından da desteklemiştir.

Kahiluoto ve Vestberg (2000), büyüme odasında ve tarla koşullarında AM (Arbüsküler Mikorizalar) etkinliğini belirlemek için benomyl uygulama zamanı ve dozunu araştırmış ve benomyl için en etkili uygulama zamanının hemen tohum ekimi öncesi olduğunu saptamışlardır.

Temiz plastik ile araziye örterek toprağı ısıtma yöntemi olan toprak solarizasyonu, pestisid kullanmadan toprak kökenli zararlıların ve yabancı otların

populasyonunu azaltan umut verici bir yöntemdir. Ancak, AM (Arbüsküler Mikorizal) funguslar gibi yararlı organizmaların yıkımının da meydana gelmesi solarizasyonun olumlu etkilerini azaltmaktadır. Solarizasyon ve kimyasal kullanımının AM fungusların hayatta kalması üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada *Sorghum bicolor* L. ile çalışılmıştır. Solarizasyon 5-20 cm toprak derinliğinde ortalama günlük toprak sıcaklığını 6-10 °C ve maksimum toprak sıcaklığını 10-16 °C arttırmıştır. Solarizasyon uygulamasından hemen sonra, AM funguslarının infekte edici gücü azalmamış, ancak 8 hafta sonra kışa doğru infeksiyon oluşumu büyük ölçüde azalmıştır. Metam sodyum ile 930 l ha<sup>-1</sup> (350 kg aktif madde ha<sup>-1</sup>) fümigasyon, AM funguslarının infeksiyonu azaltmış, metil bromidle 800 kg ha<sup>-1</sup> fümigasyon AM fungusu tarafından infeksiyonu elimine etmiştir. Solarizasyon uygulamasından 8 hafta sonra yapılan ölçümlerde, solarizasyonun yabancı ot kontrolünde metil bromid ve metam sodyum kadar etkili olduğu belirlenmiştir. Solarizasyon kışın var olan yabancı ot populasyonunu azaltarak toprakta AM funguslarını dolaylı olarak azalttığı halde, fümigantlar topraktaki AM funguslarını doğrudan azaltmıştır (Schreiner ve ark., 2001).

Arbüsküler mikoriza mantarlarının varlığı ve etkinliği konukçu bitkinin verimliliğini belirleyen bir faktördür (Varma, 1995). Arbüsküler mikoriza mantarları konukçu bitkilerin stres koşullarına dayanmasını sağladığı (Sylvia ve Williams, 1992; Sanchez-Dias ve Honrubia, 1994), kök hastalıklarının şiddetini azalttığı (Dehne, 1982; Perin, 1990; Jalali ve Jalali, 1991; Hooker ve ark., 1994), kök sisteminin bir parçası olup birçok bitki besin elementinin özellikle de fosfor, bakır ve çinkonun alımını kolaylaştırdığı (Barea, 1991; Bolan, 1991) için bitkiler normal gelişmeleri için bu mantarlara ihtiyaç duyarlar (Plenchette ve ark., 1983; Hamel ve ark., 1991).

Marschner ve Dell (1994), rizosferde yaptıkları ölçümlerde arbüsküler mikoriza ile infekte olmuş bitkilerin kaldırmış oldukları P'un % 80'inin, N'un % 25'inin, K'un %10'unun, Zn'nun % 25'inin ve Cu'nun % 60'nun mikoriza hifleri aracılığı ile alındığını rapor etmişlerdir. Ayrıca mikoriza infeksiyonunun Ca, S<sub>04</sub><sup>-2</sup>, Fe, Mn, Al ve B alımında da etkili olduğu değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

## 2.2.Mikoriza ile Fosfor (P)

Kontrollü koşullarda ve tarlada yapılan denemeler, mikorizanın besin elementleri, özellikle P alımına katkısını ispatlamaktadır (Kothari ve ark., 1991; Li ve ark., 1991; Bolan, 1991; Ortaş ve ark., 1996; Hooker ve Atkinson, 1996; Ortaş ve ark., 2000).

Mikoriza, bitkinin aldığı besin maddelerinden toplam P'un % 70-80'ini, Zn'un % 50 kadarını topraktan hifleriyle alarak bitkiye iletmektedir (Marschner, 1995). Arbüsküler mikorizanın fosfor alımındaki etkisi, küçük çaplı hiflerin oluşturduğu geniş yüzey alanından, polifosfatların depo işlevi gören mikoriza vakuollerinde depolanmasından ve ATP'ye alternatif oluşturabilmesinden kaynaklanmaktadır (Smith ve Gianninazzi-Pearson, 1988; Jennings, 1989). VAM'lı bitkiler mikorizasız bitkilerle aynı kaynaktan fosfor almaktadır (Bolan ve ark., 1984; Cooper ve Tinker, 1981; Bolan, 1991). Mikoriza fosforu kristalize demir fosfattan (Bolan ve ark., 1987) ve RNA gibi az çözünen ve az kullanılan kaynaklardaki organik formdaki fosfordan (Jayachandaran ve ark., 1992) ve fitattan (Taraftar ve Marschner, 1994) sağlayarak konukçu bitkiye faydalı olmaktadır. Kalkerli topraklarda mikorizalı kökler, respirasyon oranları yüksek olduğundan çözünürlüğü az olan kalsiyum fosfatların çözünürlüğünü arttırmakta ve böylece fosfor kazanım etkinliği artmaktadır (Knight ve ark., 1989).

Tinker (1980), bitki türlerinin ihtiyacına göre belirli bir P düzeyine kadar kök infeksiyonunun arttığını, bu noktadan sonra ilave edilen her P miktarının bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azalttığını bildirmiştir. Kitt ve ark. (1988), mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesinin toprak verimliliği tarafından önemli ölçüde etkilendiğini, özellikle de ortamın P konsantrasyonuna bağlı olarak değişikliğe uğradığını belirtmiştir.

Toprakların P düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır. Bunun nedeni ya köklerin infekte edilmemesi ya da infeksiyon sağlansa bile besin elementi sağlanamamasıdır. Böyle durumlarda mikorizal infeksiyon bitkiye besin elementi sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketerek yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir (Bolan, 1991).

Tinker (1980), yalnızca gövde:kök oranının değil, yaprakların yüzey alanı ve renginin de mikorizalı bitkilerde mikorizasızlardan daha farklı olduğunu belirtmektedir. Mosse (1981)'nin bildirdiği gibi, mikoriza ile infekte edilmiş bitkiler daha iyi büyümekte aynı zamanda mikoriza ile infekte edilmeyen bitkilere oranla birkaç kat daha fazla fosfor içermektedirler. Mikoriza aynı zamanda bitkinin kök ve gövdesi arasında fotosentez ürünlerinin dağılımını da sağlamaktadır. Mikorizanın bu aktivitesi besin elementlerinin alımı ile direkt ilgilidir. Bunun sonucunda, mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin yaprakları fotosentez ürünlerini daha iyi değerlendirmektedir. Böylece daha az fotosentez ürünü köklere transfer edilmekte ve gövde:kök oranı her zaman mikorizalı bitkilerde mikorizasızlara oranla daha fazla olmaktadır.

Ortaş ve ark. (1995)'a göre, fosfor biyolojik sistemler için son derece önemli olup, azottan sonra en çok gereksinim duyulan bir makro besin elementidir. Normal koşullarda bitkiler tarafından alınabilir durumdaki fosforun topraktaki miktarı azdır ve aynı zamanda çeşitli ortam koşullarının neden olduğu interaksiyonlar bitkiler tarafından fosfor alımını çoğu zaman sınırlandırmaktadır. Fosfor toprakta bitkilerce alımı yavaş olan bir besin elementi olup, fosfor alımı mikroorganizma özellikle de mikorizal mantar populasyonu, rizosfer pH'sındaki değişimler ve bitki kök büyümesi tarafından etkilenmektedir.

Ortaş (1998)'a göre, mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin P alım mekanizması üç kritere bağlıdır. Bunlar; toprak yapısı ve toprağın P içeriği, bitki türü, mikorizal mantarın türü ve infeksiyon etkinliğidir. Bu üç özellik arasında ciddi bir ilişki bulunmaktadır. Kitt ve ark. (1988)'na göre ise, mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliği özellikle de ortamın fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir.

Poulton ve ark. (2001), iki domates çeşidinde, mikoriza inokulasyonu ve fosforun polen kalitesi ve miktarı üzerine etkilerini *in vitro* ve *in vivo*'da araştırmışlardır. Araştırmacılar, düşük fosfor içeren topraklarda mikoriza inokulasyonu ile çiçek ve polen miktarı ve kalitesinin arttığını ve daha fazla tohum elde ettiklerini bildirmişlerdir.



Mikorizanın bitki gelişimi üzerindeki önemli etkisi, bitkinin ürettiği birim kuru madde ve birim kök uzunluğu başına alınan fosfor miktarı tarafından belirlenmektedir.

Mikoriza hiflerinin besin elementlerinden fosforu etkin bir şekilde alması;

1-Hiflerin çapları ve yaratmış olduğu geniş yüzey alanlarına bağlıdır.

Mikoriza, hiflerinin ince çapına ve geniş yüzey alanlarına bağlı olarak besin elementlerinden fosforu etkin bir şekilde almaktadır.

Bazen bitki mikoriza mantarı ile infekte olduğu halde besin elementi alamıyorsa veya yetersiz besin elementi taşıması yapıyorsa bunun nedenleri; zayıf kök enfeksiyonu, zayıf hif oluşumu, hiflerin düşük besin elementi taşıması ve arbüsküler aracılığı ile besin elementi taşınmasının az olması gibi faktörlerdir.

2-Fosforun, mikoriza hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmesi ile ATP'ye alternatif bir enerji oluşturmasıdır (Smith ve Gianninazzi-Pearson, 1988). Polifosfat iyonları negatif karakterli olduklarından mantarın katyon:anyon dengesini sağlamakta, beraberinde Mg, K mineralleri ve amino gibi bileşikler taşımaktadır (Jenings, 1989).

Li ve ark. (1991)'nin belirttiği gibi, mikoriza ile infekte olmamış bitkiler kök bölgesinin 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile infekte olmuş bitki kökleri mikoriza hifleri aracılığı ile kökten 11 cm uzaktaki fosforu alabilmektedir.

Bitki tarafından topraktan alınan fosforun, kök içinde bitki organlarına kadar taşınması aşağıda ifade edildiği gibi üç aşamada olmaktadır (Ortaş, 1998).

- 1)Fosforun mikoriza tarafından topraktan absorpsiyonu,
- 2)Fosforun dışarıdaki mikoriza hiflerinden içerideki hiflere taşınması ve
- 3)Fosforun hiflerden korteksteki hücrelere aktarılması ki bu aşamadan sonra alınmış olan fosfor, bitki tarafından kolayca yararlanılabilecek durumdadır.

Topraktaki fosfor düzeyleri düşük olan tarla ve sera koşullarında, *Glomus aggregatum* ile biber bitkilerini infekte eden Waterer ve Coltman (1989), şu sonuçları elde etmişlerdir: Enfeksiyon bitki fosfor konsantrasyonunu, bitki ağırlığını ve verimi arttırmıştır. Şaşırtma öncesi mikorizal inokulasyon tarlada toplam meyve

verimi ve gövde yaş ağırlığını artırmıştır. Su stresi meyve verimini düşürmüştür, ancak mikoriza inokule edilen bitkilerde su stresinin neden olduğu bu düşüş düzeyi düşük bulunmuştur.

Waterer ve Coltman (1989), artan dozlarda fosfor uyguladıkları domates ve soğanda bitki toplam yaş ağırlığının ve gövde fosfor konsantrasyonunun artan fosfor dozuyla arttığını, kökün mikoriza infeksiyonunun azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, mikoriza inokulasyonunun soğanın gövde fosfor konsantrasyonunu ve toplam yaş ağırlığını düşük fosfor uygulamalarında arttırdığını bulmuşlardır.

Sasai (1991), mısır, soya fasulyesi, domates ve havuçla yaptığı tarla denemelerinde, düşük fosfor içeren topraklarda arbüsküler mikoriza mantarının bitkilerin erken gelişme döneminde fosfor alımını arttırdığı sonucunu elde etmiştir.

Davies ve Linderman (1991), farklı fosfor dozlarının (11, 22 ve 44 mg/ml) uygulandığı, arbüsküler mikoriza mantarı (*Glomus deserticola*) inokule edilen ve edilmeyen biber fidelerinde 42 gün sonra büyüme, gelişme ve yaprak besin elementleri kapsamlarını karşılaştırılmışlardır. Arbüsküler mikoriza ile inokule edilen bitkilerin yaprak alanları ve yaprakların B konsantrasyonunun arttığını, Mo konsantrasyonunun azaldığını, K ve N konsantrasyonlarının değişmediğini, artan P dozlarının bitkilerin Cu ve Zn konsantrasyonlarını azalttığını, P konsantrasyonunu ise arttırdığını belirlemişlerdir.

Tarla koşullarında domates genotiplerinin mikoriza varlığında düşük fosfora toleransı araştırılmış ve mikoriza inokulasyonunun domateslerin fosfora toleransını önemli ölçüde değiştirdiği sonucu elde edilmiştir (Coltman ve Kuo, 1991).

Sreenivasa ve ark. (1993), biber fidelerini *Glomus macrocarpum* ve *G. fasciculatum* ile infekte ederek ve infekte etmeyerek değişik dozlarda fosfor içeren killi (pH 7.0) topraklara dikmişlerdir. Araştırmacılar, dikimden 90 gün sonraki hasatta mikoriza mantarı ile inokulasyonun meyve verimini, gövde kuru maddesini, gövde P konsantrasyonunu ve Zn, Cu, Mn ve Fe alımını inokulasyon yapılmayanlara göre arttırdığını, *G. macrocarpum*'un *G. fasciculatum*'dan daha etkili olduğunu bulmuş ve biber bitkilerinin arbüsküler mikoriza mantarı ile infekte edildikleri zaman

uygulanacak çözünebilir fosforlu gübre oranının % 50 oranında azaltılabileceği sonucuna varmışlardır.

Kökleri mikoriza ile infekte olmuş hıyar bitkisinin infekte olmayanlardan daha fazla fosforu topraktan kaldırdıkları saptanmıştır (Erik ve Jakobsen, 1993).

Kaynağacı ve çamın mikorizalı ve mikorizasız köklerinde fosfat alımı ve polifosfat metabolizması *in vivo*'da  $^{31}\text{P}$  –NMR yöntemiyle araştırılmıştır. Mikorizalı kökler ve saf fungus, orta uzunlukta zincir ile akümüle olmuş inorganik fosfatın mobile polyfosfata dönüştüğünü göstermiş veya uzun zincir ile ya da granular durum ile mobile'in immobile polyfosfata dönüşümü de gözlenmiştir. Bu şekilde, 2 farklı fungal polyfosfat çeşidi saptanmıştır. Dış fosfatın yokluğu, depo edilmiş polyfosfatı fosfata dönüştürerek, iç fosfatın mobilizasyonunu başlatmıştır. Bu durum, büyük bir fungal yığının dış besin konsantrasyonundaki değişime daha az duyarlı mikorizal fosfat metabolizması verdiğini gösterebilir (Gerlitz ve Werk, 1994).

Cassava bitkileri ile serada oxisol yüzeyinde ya küçük çelikler (2.0 mg P/çelik) ya da büyük çelikler (20.2 mg P/çelik), toprakta 0.003-0.2mg P<sup>-1</sup> arasında hedeflenen P konsantrasyonlarında *Glomus aggregatum* ile inokule edilmiş veya edilmemiştir. Kullanılan çelik materyallerinin büyüklüğü veya hedeflenen P solüsyonu dikkate alınmadığında cassava köklerinde VAM fungus kolonizasyon düzeyleri % 60'ın üzerine ulaşmıştır. Büyük çeliklerden oluşan bitkiler küçük çeliklerden oluşanlardan daha hızlı ve daha iyi büyümüştür. Cassava, küçük çeliklerden büyütüldüğünde VAM funguslarına yüksek bağımlı olmuş, fakat büyük çeliklerden büyütüldüğünde marginal bağımlılık belirlenmiştir. Cassava bitkileri daha büyük çeliklerden yetiştirildiğinde bu çeliklerdeki yüksek P rezervlerine bağlı olarak cassavanın VAM funguslara daha düşük bağımlılığı ve çeliklerdeki P rezervi önemli derecede tükenene kadar bitkinin daha düşük toprak P ihtiyacı görülmüştür (Habte ve Byappanahalli, 1994).

Yağmurlu bölge çeltik çeşidi Prakash (IET 2254) ile 18 farklı VAM fungusun simbiyotik durumlarına saksı kültüründe bakılmıştır. 18 fungustan *Acaulospora* sp. (ICRISAT), *Glomus fasciculatum* (Riverside) ve *G.mosseae* (Invermay), bitki gelişme kriterlerini, bitkideki P ve Zn konsantrasyonlarını düzeltmede en iyi türler

olarak bulunmuştur. *Acaulospora* sp. (ICRISAT), *Glomus fasciculatum* (Riverside) ve *G. mosseae* (Invermay) inokulasyonu nedeniyle tane veriminde artışlar sırasıyla % 62, % 59 ve % 35 olmuştur (Secilia ve Bagyaraj, 1994).

Rathore ve Singh (1995), Kuzey Hindistan'ın organik (mollisol) topraklarının özelliklerini ve VAM fungus durumunu incelemişlerdir. Araştırmacılar belirlenen 6 toprak çeşidinin hiçbirinde yüksek VAM bulmamışlar, VAM popülasyonunun büyüklüğü ile kullanılabilir toprak fosforu (P) arasında ( $p < 0.05$ ) pozitif bir korelasyon ( $r = 0.586$ ), toprak kil içeriği ile arasında ( $p < 0.05$ ) negatif korelasyon ( $r = - 0.555$ ) bulmuşlardır.

Habte ve Soedarjo (1995), mikorizasız büyüme için yeterli ve mikorizal konukçu büyümesi için optimal kabul edilen toprak P'unda, kireç [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] veya alçı taşı ( $\text{CaSO}_4$ ) ilave edilmiş veya edilmemiş asidik Mn'ca zengin topraklarda Ca yetersizliğinde *Leucaena leucocephala*'daki VAM (*Glomus aggregatum*) aktivitesini incelemişlerdir. Toprağın alçı taşı veya kireç ile ıslah edilmediği durumda  $0.02 \text{ mg P l}^{-1}$ 'de hem VAMF kolonizasyonu hem de fonksiyonu önemli derecede azalmıştır. En yüksek mikorizal etki kireçli topraklarda gözlenmiş, bunu  $32 \text{ g Ca kg}^{-1}$ , alçı taşı ile muamele edilmiş toprak takip etmiştir. Alçı taşının daha yüksek konsantrasyonları VAMF infeksiyonunu ve etkinliğini olumsuz bir şekilde etkilemiştir.

Soedarjo ve Habte (1995), *Leucaena leucocephala* bitkisini *Glomus aggregatum* mikorizası ile, mikorizalı konukçu büyümesi için optimum olan ve mikorizasız konukçu büyümesi için yeterli olan P konsantrasyonunda, 4.3-6.0 pH'da ve Mn'ca zengin toprakta yetiştirmişlerdir. Toprak pH'sı 4.3'ten 5.0'e yükseldiğinde  $0.02 \text{ mg P l}^{-1}$ 'de kökteki VAM fungus kolonizasyonu artmış, fakat pH'daki daha fazla artışlara kökün VAM fungus kolonizasyonu yanıt vermemiştir. *Leucaena*'nın mikorizal büyümesi, pH 6.0'da,  $0.02 \text{ mg P}$  ile  $0.8 \text{ mg P l}^{-1}$ 'de gözlenmiştir. Fosforun  $0.02$ 'den  $0.8 \text{ mg P l}^{-1}$ 'ye artan konsantrasyonlarında hedeflenen toprak pH'sı 4.3'ten 4.7'ye yükselmiş ve topraktaki elverişli Mn konsantrasyonu  $15.1$ 'den  $1.9 \text{ mg l}^{-1}$ 'e düşmüştür. Bu nedenle normal bitki büyümesi,  $\text{pH} < 5$ 'te daha yüksek P konsantrasyonunda, aşırı P tarafından Mn'nin çökmesi sonucunda Mn toksitesinin hafiflemesine bağlı olarak gözlenmiştir. VAMF kolonizasyon düzeyleri pH 5.0-

6.0'da benzer bulunmuş, fakat maksimum bitki büyümesi pH 6.0'da meydana gelmiştir. Bu durum, mikorizal oluşum için optimum pH'nın VAMF etkinliği için olandan esas itibariyle daha düşük olduğu fikrini vermiştir. Araştırmacılar, *Leucaena*'nın kireçsiz toprakta daha düşük P konsantrasyonunda zayıf büyümesinin nedeni olarak  $Mn^{+2}$  ve  $H^+$  iyonlarının yüksek konsantrasyonlarını göstermişlerdir.

Asmah (1995), 2 fosfor (P) kaynağından (Triple Super Fosfat (TSP) ve Ghafsol fosfat kayası)  $44 \text{ kg/ha}^{-1}$  ve  $22 \text{ kg/ha}^{-1}$ 'e eşdeğer miktarlardaki P'un bir büyüme odasında yetiştirilen mısırın VAM fungal infeksiyonu, kuru madde verimi ve gübre içeriği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Köklerin VAM ile infeksiyonunda  $44 \text{ kg/ha}^{-1}$  uygulaması ile P uygulanmayanlar arasında 0.01 önem düzeyinde önemli derecede fark bulunmamıştır. Kök infeksiyonu  $22 \text{ kg/ha}^{-1}$  fosfor dozunda TSP olarak uygulandığında daha büyük olmuştur. Fosfat kayası uygulamalarının 2 dozu da P uygulanmayan kontroller ve TSP'nin  $44 \text{ kg/ha}^{-1}$  uygulamalarından daha yüksek kök infeksiyonu vermiştir. Bitkinin P alımı kontrol ile karşılaştırıldığında P uygulanan bütün topraklarda artmıştır. Gleyic alfisol'de süperfosfat uygulaması, infeksiyon artışının sonucunda Mn alımında azalma gözlenmiştir. Daha yüksek oranda süperfosfat uygulanan bitkilerde, daha sonraki uygulamalar ile bitkilerde infeksiyon oranları daha yüksek olduğu halde, haplustox'da fosfat kayası uygulanandan daha yüksek Mn da bulunmuştur. Fosfat kayasının  $22 \text{ kg/ha}^{-1}$  uygulandığı bitkiler hariç, bitkilerin kuru madde verimi bütün P kaynaklarında kontrolden önemli derecede daha büyük bulunmuştur.

Khalil ve ark. (1999), mikorizal bağımlılık (MB) durumları bir ön çalışma ile belirlenen 3 soya çeşidinden MB'ı en yüksek çeşit Soja, orta düzeyde olan Mandarin ve en düşük olan Swift isimli çeşitler olmuştur. Bu çeşitler 3 farklı P düzeyinde *Gigaspora margarita* ile kolonize edilerek yetiştirilmiş ve 3 derim döneminde bitkilerde gövde ağırlığı, gövde dokusundaki P yüzdesi, toplam gövde P alımı, P kullanım etkinliği, büyüme oranı ve kök asid fosfat aktivitesi ölçülmüştür. Soja'da Swift ve Mandarin çeşitlerinden daha hızlı aktif bir simbiyozis gelişmiş ve bu mikoriza P alımına belirgin şekilde yardım etmiştir. Derim üzerinden ortalama alındığı zaman, düşük P'da mikorizal Soja, mikorizal olmayan Soja'dan 7.8 kez daha

fazla gövde P'una sahip olmuştur. Karşılaştırılan değerler Mandarin için 2.4 ve Swift için 1.5 olmuştur. Soja kökleri diğer 2 çeşitten daha yüksek fosfat aktivitesi ve mikorizal kolonizasyon ile fosfat aktivitesinde daha yüksek artış yüzdesi göstermiştir. Gelişmenin 5. haftasında mikorizasız Soja köklerinin uzunluğu (ortalama 1404 cm), Mandarin (2303 cm) ve Swift (2236 cm) çeşitlerinin kök uzunluğundan önemli derecede daha kısa bulunmuştur. Soja'nın lateral köklerinin ortalama çapı (0.38 mm), Mandarin veya Swift'ten (ortalama 0.26 mm) daha büyük olmuştur. Kök uzunluğu ve kök yüzey bölgeleri MB ile negatif korelasyonlu ( $p<0.01$ ) bulunmuştur.

74 yıl gibi uzun süre fosforla gübrelenen alanda üçgül bitkisinde mikoriza oluşumuna organik ve inorganik gübrelemenin etkileri araştırılmıştır. Mikoriza oluşumunun en fazla fosforla gübrelenmeyen uygulamada, sırasıyla çiftlik gübresi ve 25-44 kg/ha fosfor uygulamalarında gerçekleştiği saptanmıştır. Mineral gübrelemenin yapıldığı ve mikorizal mantarın uygulanmadığı bitkilerde gelişme ve fosfor alımının önemli derecede azaldığı, daha sonraki N, K ve çiftlik gübresi ile gübrelemenin mikoriza oluşumuna etkisi olmazken N, P, K gübrelemesinin mikorizal kolonizasyonu azalttığı belirlenmiştir (Joner, 2000).

Liu ve ark. (2000), farklı P ve mikrogübreleme düzeylerinde yetiştirilen mikorizal mısırın Cu, Zn, Mn ve Fe eldesi konusunda yaptıkları araştırmayı sera şartlarında, saksı denemesi olarak, 3:1 oranında kum:toprak karışımında 6,5 pH'da ve *Glomus intraradices* mikorizal fungusunu kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Fosforun 10 ve 40 mg kg<sup>-1</sup> toprak dozlarını ve mikroelement karışımı olarak ya 1 kg toprağa 4.2 mg Fe, 1.2 mg Mn, 0.24 mg Zn, 0.06 mg Cu, 0.78 mg B ve 0.036 mg Mo dozlarını ya da bunların iki katından oluşan karışımı saksılarda kullanmışlar veya hiç mikroelement uygulamamışlardır. Toprağa mikrogübre ilave edilmediği zaman düşük P düzeyinde yüksek P düzeyinden daha fazla ekstraradikal hifler oluşmuştur. Mikoriza ile inoküle edilen ve mikrogübre uygulanan köklerde gövde biyomasi artmıştır. Mikorizalı bitkilerde gövde toplam Zn içeriği, mikrogübre eklenmeyen veya düşük dozda eklenen ve düşük P içeren topraklarda yetişen mikorizasız bitkilerden daha yüksek bulunmuştur. Gövdedeki Cu içeriği mikrogübre eklenmediğinde mikorizal kolonizasyon tarafından artırılmıştır. Mikorizal bitkiler

sadece toprağın en yüksek mikrogübre düzeyinde mikorizasız bitkilerden daha düşük Mn içeriğine sahip olmuştur. Mikrogübreler eklenmediğinde AMF gövdedeki toplam Fe içeriğini arttırmış, fakat bitkiler yüksek düzeyde mikrogübre eklenerek yetiştirildiği zaman gövde Fe'i azalmıştır. *Glomus intraradices*'in Zn, Cu, Mn, Fe alımı üzerine etkileri, toprağa mikrogübre ve P düzeyleri eklenmesiyle değişmiştir.

Toprakta az miktarda çözünen gübrelerin VAMF tarafından kolaylıkla alındığı belgelendiği halde fosfat kayasındaki gibi sıkı bağlı P'un erime mekanizmasının kontrolü kesin olarak bilinmemektedir. Bu nedenle Ness ve Vlek (2000), hidroxy apatite (HA) ilavesiyle asid tropikal özellik sağlanmış toprakta yetişen mısır (*Zea mays* L.) bitkilerindeki VAM'ın dış miselleri tarafından Ca ve P alımındaki farkları incelemişlerdir. Araştırmacılar şu sonuçları elde etmişlerdir: 1)apatite P bitki tarafından sadece VAM oluşumu ile alınmıştır, 2)apatite'den serbest kalan P, hif bölmesindeki değişebilir Ca'un stokiometrical olarak eşit birikmesine neden olmuştur, 3)serbest kalan apatite P mısır tarafından alınmıştır ( $R^2=0.89$ ). Çalışmada, hiflerin P'u seçici emerek yağın etkisi ile erimeyen apatite'i harekete geçirdiği, böylece topraktaki Ca birikimine bağlı sayıcı iyon etkisini yendiği tahmin edilmiştir.

Kaeppler ve ark. (2000), gövde kuru ağırlığı ve kök hacmini düşük ve yüksek P ve mikorizalı ve mikorizasız uygulamaları kullanarak ıslah edilmiş 28 mısır hattında, serada yetiştirilmiş bitkilerde 6 hafta sonra ölçmüşlerdir. Mikorizanın yokluğunda, düşük P uygulamasında gövde kuru ağırlığı 0.56 g'dan 3.15 g'a değişmiştir. Gövde kuru ağırlığı temel alındığında mikorizal duyarlılık % 106'dan % 800'e değişmiştir. Düşük P'da mikorizasız uygulamadaki gövde kuru ağırlığı mikorizal duyarlılık ile yüksek derecede negatif korelasyonlu olmuştur. Mikoriza varlığında yüksek P'da yetiştirilen bitkiler, mikoriza yokluğunda yüksek P'da yetiştirilen bitkilerin biyomasının sadece % 88'ini biriktirmiştir. Bu, simbiyozise katkıda bulunmadığı zaman mikorizanın bitki büyümesini azaltabileceğini göstermektedir. Kök kolonizasyon yüzdesi mikorizal duyarlılık ile korelasyonlu olmamıştır. Gövde ağırlığı temel alındığında düşük P'da mikorizanın yokluğunda büyümenin kontrol edildiği bitkilerde üç ve mikorizal duyarlılık kontrol edildiğinde bir ayırd edici

özellik tayin edilmiştir. Bu çalışma, düşük P'da büyüyen mısır hatları arasında mikorizal funguslara bağımlılıkta önemli varyasyonların olduğunu göstermektedir.

Sastry ve ark. (2000), çorak arazilerin ve değeri çok düşük büyük arazilerin ağaçlandırılmasında kullanılan *Eucalyptus* hibridi fidanlarının büyümesi üzerine AMF ve *Pseudomonas* (bitki büyümesini teşvik eden PRS9) bileşiminin etkilerini incelemiştir. Fidanlara kontrol dışında, 400 AM sporu, 800 AM sporu, PRS9, 400 AM sporu+PRS9, 800 AM sporu+PRS9 ile 10, 20, 30 ppm dozlarında P uygulanmıştır. Kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök ve gövdenin yaş ve kuru ağırlıkları yönünden en yüksek değerler 400 AM sporu+20 ppm P uygulamasından elde edilmiştir. Gövde P içeriği 800 AMF'de maksimum değerde bulunmuş, bunu 400 AMF ve 400 AM sporu+PRS9 takip etmiştir. Genellikle bitki 20 ppm P'da daha fazla büyümüştür. Kök P içeriği 400 AMF ile önemli derecede artmış, bunu 800 AMF+20 ppm P takip etmiştir. Sadece P düzeylerinin tek tek mikoriza ile uygulandığı PRS9'suz uygulamalarda kalite PRS9'lu uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Uygulamalara bakılmadığında mikorizal inokulasyon etkinliğinin en yüksek olduğu uygulama 10 ppm P'da olmuş, sadece 400 spor AM inokulasyon etkinliğini düzeltmiştir. AMF ile PRS9 bileşimi büyümenin desteklenmesini ve besin alımını engellemiştir.

Dekkers ve Werff (2001), AM fungal kolonizasyonu üzerine yıllık 0, 17.5 ve 52.5 kg ha<sup>-1</sup> oranlarında 23 yıl P uygulamasının etkilerini gübre uygulaması son bulduktan sonra 10 yıl incelemiştir. Yıllık 52.5 kg/ha<sup>-1</sup> uygulamasında, yıllık P ekstraksiyonu yaklaşık 2 kat olmuş ve 23 yıl sonra yapılan ölçümlerde toprağın toplam P içeriğinde % 23 artış belirlenmiştir. Yüksek oranda gübrenin uygulandığı parsellere, 10 ve 11 yıl gübre verilmediğinde toplam mikorizal arbüsküler kolonizasyon, 0 ve 17.5 kg/ha<sup>-1</sup> oranlarında gübre uygulanan parsellerdekinden önemli düzeyde daha düşük olmuştur. Yıllık 53.5 kg/ha<sup>-1</sup> oranında gübrelenen parsellerde AM fungus ile bitkiler arasındaki simbiyozisin oranı daha düşük fayda sağlamıştır. Bunun dışında, toplam kuru madde üretiminde azalma bulunmadığı halde, P kullanım etkinliği bu parsellerde daha düşük olmuştur.



### 2.3.Mikoriza ile Azot (N)

Ames ve ark. (1983), mikorizanın fosfor alımı yanında azot alımında da etkin olduğunu, Smith ve ark. (1985), azotun özellikle toprakta hareketliliği yavaş olan  $NH_4^+$ -N formunu daha seçici olarak kullandığını belirlemişlerdir.

Hayman (1975), N'lu gübre uygulamasının mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Nitrat ve amonyum azotunu deneyen Davis ve Young (1985), nitrat uygulamasının mikoriza oluşumunu amonyum uygulamasına oranla daha fazla etkilediğini saptamışlardır. Bagyaraj (1991), çalışmasında kalsiyumamonyumnitrat gübrelemesinin üre ve kalsiyumnitrat gübrelerine oranla daha fazla kök infeksiyonu ve spor oluşumu sağladığına yönelik değerler elde etmiştir.

Bowen ve Smith (1981) ve Bagyaraj (1991), fosfor düzeyi düşük olan topraklardan  $N_2$  fikse eden baklagillerde mikorizal infeksiyonun nodül sayısını ve azot içeriğini birkaç kat arttırdığını bildirmişlerdir. Nodül oluşturan bitkiler fazla miktarda fosfora gereksinim duyduğu için,  $N_2$  fiksasyonu yapan rizobium bitkilerinin mikorizaya fazla bağımlı oldukları düşünülmektedir. Bu nedenle rizobium ile infekte olan bitkilerde fotosentez aktivitesi yüksek olmakta ve bu nedenle üretilen karbonhidrat miktarı iki katına çıkmaktadır. Mikoriza hiflerindeki glutamin ortamdaki polifosfatlarla birlikte taşındığı için mikorizalı bitkiler azot almakta ve aldıkları azotu bitkinin iç organlarına taşımaktadırlar. Özellikle amonyum alımı ile glutamin oluşumu arasında bir ilişkinin olması nedeniyle mikorizanın amonyum azotu alımını teşvik ettiği sanılmaktadır.

*Glomus fasciculatum* ve *Azotobacter choroococcum*'un tek başına veya her ikisi ile domates bitkilerine (cv. Luxor) yarayırlı düşük N ve P içeren topraklarda inokule edilerek yetiştirilmiştir. Domatesin *A. choroococcum* ile inokulasyonu köklerin *G. fasciculatum* ile infeksiyonunu hızlandırmış ve bitki büyümesini artırmıştır. Gövdenin N, Ca, Mg ve K kapsamı diğer uygulamalara göre artarken, kökün N, P, Na, Ca ve Fe kapsamı inokule edilmeyen bitkilerden daha fazla olmuştur (El Shanshoury ve ark., 1989).

George ve ark. (1992) ile Marschner ve Dell (1994), bitkinin azotun amonyum formunu tercih ettiğini, mikorizalı bitkinin  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  formundaki azottan aldığı azotun % 24'ünü mikoriza hifleri ile aldığını rapor etmişlerdir. Ortaş (1995)'a göre, amonyum azotu kullanımı durumunda mikorizalı bitkinin rizosfer pH'sı düşmekte ve buna bağlı olarak ta fosforun artması beklenmektedir.

Tobar ve ark. (1994), marul (*Lactuca sativa* L.) için konukçu olan *G.mosseae* ve *G.fasciculatum*'un kuraklık stresi koşullarında amonyum uygulaması durumunda bitkilerin azot (N) alımını incelemişlerdir. Su stresi koşullarında her iki endofit mikorizanın mikorizasız kontrol bitkilerine göre bitki dokusunun azotça ( $^{15}\text{N}$ ) zenginleşmesini sağladığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar denemedeki sınırlı su koşullarında *G.mosseae*'nin N, *G.fasciculatum*'un P alımında daha fazla etkili oldukları, fakat her iki mikoriza türünün bitki biyomasını benzer ölçüde arttırdıkları sonuçlarını elde etmişlerdir.

Onguene ve Hatbe (1995), kap içindeki toprakta 40 gün yetiştirilen *Glomus aggregatum*'lu *Leucaena leucocephala* fidelerinin N ve P'lu gübre ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla kurdukları sera denemesinde, 25-200 mg N  $\text{kg}^{-1}$  azot dozlarını  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 0.015-0.08 mg P  $\text{l}^{-1}$  dozlarını  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  solüsyonlarından elde etmişlerdir. Fideler 40 günün sonunda 5  $\text{kg}^{-1}$ lık fümige edilmiş toprak içeren saksılara şaşırtılmışlardır. Şaşırtma sonrası VAMF (Vesiküler Arbüsküler Mikorizal Fungus) etkinliği olarak ölçülen P içeriği, bitki boyu, gövde kuru ağırlığı ve doku N ve P konsantrasyonları her iki toprakta şaşırtma öncesi VAMF kolonizasyonu tarafından önemli derecede artmıştır. Şaşırtma sonrası en iyi mikorizal kolonizasyon ve mikorizal büyümeye yanıtlar, şaşırtma öncesi fümige edilmemiş toprak 50 g N  $\text{kg}^{-1}$  ve 0.04 mg P  $\text{l}^{-1}$  ile veya şaşırtma öncesi fümige edilmiş toprak 100 g N  $\text{kg}^{-1}$  ve 0.04 mg P  $\text{l}^{-1}$  ile zenginleştirildiğinde elde edilmiştir. Araştırmacılar, şaşırtma öncesi toprak ortamına eklenen N:P gübrelerinin oranları ve şaşırtma sonrası gövdede gözlenen N:P oranları arasında ve gövdenin N:P oranı ile kök kolonizasyon düzeyi arasında bir ilişki bulamamışlardır.

Charron ve ark. (2001), *Glomus intraradices* ve *G.vesiforme* ile inokule edilen soğan (*Allium cepa* L. cv. Improved Autumn Spice) fidelerinde kök

kolonizasyonu ve büyüme üzerine 3 azot (N) dozu ile gübrelemenin etkilerini araştırmışlardır. Steril edilmemiş doğal toprakta yetiştirilen kontrol bitkileri yerli AM varlığı nedeniyle normal şekilde büyümüş, fakat steril topraktaki kontrol bitkileri bodur kalmıştır. Mikoriza inokule edilen bitkiler arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Steril edilmeyen doğal toprakta *Glomus intraradices* veya *G.vesiforme* ile inokule edilmiş soğanların başı, kontrol bitkilerinin başından önemli derecede daha sağlam olmuş, fakat baş sertliği N seviyesi arttıkça azalmıştır. Steril olmayan doğal toprakta herhangi bir fungus ile inokule edilmiş soğan bitkilerinin doku fosfor (P) konsantrasyonu kontrol bitkilerinden önemli derecede daha yüksek olmuştur. Toprak tiplerinin hepsinde N, P ve Zn konsantrasyonları *G.vesiforme* tarafından kolonize edilen soğan bitkilerinde, *Glomus intraradices* tarafından kolonize edilenlerden daha yüksek bulunmuş, fakat dokudaki Mn konsantrasyonu için tersi saptanmıştır.

#### 2.4.Mikoriza ile Potasyum (K)

Mikorizanın K, Ca, Mg, Na ve S alımı konusunda pek fazla bir şey bilinmemektedir. Marschner ve Dell (1994), yaptıkları araştırmalarda mikorizalı bitkinin % 10 kadar daha fazla K aldığını belirlemişlerdir. Bethlenfalvay ve ark. (1989), mikoriza türleri arasında *Glomus mossea*'nın K'u daha iyi değerlendirdiğini belirtmişlerdir. Fakat VA mikorizaya oranla ektomikorizalı bitkilerin K'u daha iyi değerlendirdiği bilinmektedir. Yine mikorizalı bitkilerin Ca ve SO<sub>4</sub>'ü çok düşük oranlarda bitkiye kazandırdığı da bilinenler arasındadır (Ortaş, 1998).

#### 2.5.Mikoriza ile Mikroelementler

Mikoriza, kaba ve zayıf yapılı kök sistemine sahip bitkilerin kök yüzey alanlarını genişletip bitkinin besin elementlerinden yararlanmasını artırarak bitkilere büyük yararlar sağlamaktadır. Şeftali (Gilmore, 1971) ve narenciye (Menge ve ark., 1982) kaba kök yapısına sahip meyve türlerinden olup, mikoriza ile çok iyi infekte olmakta ve mikorizal infeksiyon eksikliğinde ise bitkilerde Zn noksanlığı görülmektedir.

Birçok araştırmacı mikorizanın P, N, K, Zn, Cu, Mn, Fe, Ca alımında etkili olduğunu belirlemiştir (Tinker, 1980; Ames ve ark., 1983; Smith ve ark., 1985; Stribley, 1987; Gnekow ve Marschner, 1989; Bagyaraj, 1991; Bolan, 1991; Sieverding, 1991; Marschner, 1995). Mosse (1981), mikorizanın bitkide Zn ve Cu içeriklerini 2.5 kat arttırdığını, Marschner (1993 ve 1995) ise % 50 dolayında arttırdığını belirtmişlerdir. Mikorizanın Gildon ve Tinker (1983) pırasada Cu alımını, Kothari ve ark. (1991) mısırdaki Zn ve Cu alımını arttırdığını belirlemiştir.

Buğday bitkisi ile yapılan denemelerde mikorizanın doğrudan Zn alımını arttırdığı gözlenmiştir (Kucey ve Janzen, 1987). Mikorizanın infekte ettiği bitki dokularında Zn konsantrasyonunun arttığı farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir (Eivazi ve Weir, 1989; Kothari ve ark., 1990; Kothari ve ark., 1991; Li ve ark., 1991; Sharma ve ark., 1992). Mikorizanın Zn alımını arttırdığına dair birçok araştırma yapılmış olup bunlardan Marschner (1993 ve 1995)'in belirttiğine göre pH'sı yüksek ve ekstrakte edilebilir Zn düzeyi düşük olan topraklarda arbüsküler mikorizal infeksiyon daha etkin çalışmaktadır.

Li ve ark. (1991), yapmış oldukları araştırmaya göre mikorizalı bitkinin P'dan sonra en fazla Cu aldığını ve bitkinin Cu alımının % 52-56 oranında arttığını saptamışlardır. Aynı zamanda Cu alımı P tarafından ciddi oranda etkilenmektedir. Mikorizanın Zn alım mekanizması fosforun alım mekanizmasına benzerdir ve mikoriza hifleri aracılığı ile bitkiye kazandırdığı Zn'nun % 60 kadarını rizosfer dışından sağlamaktadır (Kothari ve ark., 1991; Li ve ark., 1991; Marschner, 1993).

Posta ve ark. (1994), mısır (*Zea mays* L. cv. Tau) bitkisinde, Mn alımı üzerine VAM ve rizosfer mikroorganizmalarının etkilerini kontrollü çevre koşullarında, saksı denemelerinde incelemiştir. Gövdedeki Mn konsantrasyonu mikorizmalı-VAM'sız>mikorizmalı VAM'lı>kontrol sırasına bağlı olarak azalmıştır. Mn'in azalmasında en önemli mikrobiyal grup floresan *Pseudomonas*'tır. Mikorizal uygulama sadece Mn miktarında azalmalara değil kök salgılarındaki Mn çözeltisinin kaybında da azalmalara neden olmuştur. Mikorizal bitkiler ile karşılaştırıldığında, mikorizasız bitkilerin kök salgıları Mn'in azalmasında 2 kat daha fazla etkilidir.

Rizosfer mikrobiyal popülasyonunda ve kök salgılarındaki mikrobiyal değişiklikler mikorizal bitkilerdeki Mn'in daha az elde edilmesinin yanıtı olabilir.

Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] hidroponik kum kültüründe, 4.5, 5.0, 6.0 ve 7.0 ( $\pm 0.1$ ) pH'da, izole edilen VAM'lar *G.etunicatum* (izole E), *Glomus intraradices* (izole I), *Glomus intraradices* (izole B) ve INVAM numarası olmayan bilinmeyen bir *Glomus* izolatu (izole A) ile yetiştirilmiştir. Farklı VAM izolatları ile kök kolonizasyonu farklılaşan pH ile değişmiştir. Kök kolonizasyonu, bitki büyümesi, kuru madde üretimi, gövde P, S, K, Fe, Ca, Mg, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları farklı VAM izolatları tarafından etkilenmiştir (Medeiros ve ark., 1994).

Hashem (1995), *Vaccinium macrocarpon*'un manganeze dayanımında mikorizal infeksiyonun rolünü 0, 250, 500 ve 1000  $\mu\text{g/ml}$  Mn ilave edilmiş gübre solüsyonu içeren perlit kültüründe araştırmıştır. Mikorizal bitkiler mikorizasız bitkilerden daha yüksek gövde ve kök ağırlığına, daha uzun ana köke sahip olmuştur. Araştırmacı mikorizalı ve mikorizasız bitkilerin gövde ve köklerinin Mn içeriği arasındaki farklılıkların, mikorizal bitkilerin kök dokularındaki artış nedeniyle yapraklarındaki Mn azalmasından ileri geldiği sonucuna varmıştır.

## 2.6.Mikoriza ile Ağır Metaller

Mikoriza infeksiyonu bitki için toksik elementleri yok edebilmekte veya bu maddeleri bünyesinde tutarak bitkiyi toksisiteden koruyabilmektedir (Bowen, 1980).

Toprakta mikroelementlerden Zn ve Mn'in fazla bulunması mikoriza sporlarının çimlenme kapasitelerini etkilemektedir. Bu konuda Gildon ve Tinker (1983)'in geniş bitki topluluğu üzerinde yaptıkları bir araştırmada Zn ve Cu'nun mikoriza oluşumunu, sodyum ve klor iyonlarının mikoriza sporlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilediği sonuçlarını elde etmişlerdir.

Mikorizanın, Bradley ve ark. (1981), Cu ve Zn'yu, Brown ve Wilkins (1985), Zn'yu kökte tutarak, Denny ve Wilkins (1987) ise Zn'yu mantar miselyum kolonileri ve hiflerin yüzeylerinde tutarak kökteki Zn konsantrasyonunu düşürüp bitkileri koruduğunu rapor etmişlerdir. Mikorizal infeksiyon, yüksek ve düşük seviyede Zn ve

Cd içeren topraklarda köklerin metal alımını arttırmış, gövdedeki miktar ise değişmemiştir. Ağır metal içeriğinin çok fazla olduğu topraklarda, mikoriza ile infekteli bitkilerin gövdelerindeki metal konsantrasyonu düşük bulunduğu halde köklerdeki miktar yüksek olmuştur. Bu sonuçlara göre, mikorizal infeksiyonun ağır metal toksisitesi için bir bariyer görevi gördüğü, bitkileri ağır metal toksisitesine karşı koruduğu söylenebilmektedir (Amijee ve ark., 1989).

Gildon ve Tinker (1981), *Glomus mossea*'nın üçgül bitkisinin Zn ve Cd'a toleransını arttırdığını, aynı araştırmacılar (1983), soğanda *G.mossea* infeksiyonunun Zn, Cu, Ni ve Cd ilavesiyle azaldığını bildirmişlerdir.

Vesiküler Arbusküller mikorizal infeksiyon Mn'da olduğu gibi B alımını azaltabilir ve bu yolla bitkiyi toksik etkilere karşı koruyabilir (Kothari ve ark., 1990 ve 1991). Bor alımı mikoriza için mutlak gerekli olmayıp konuya ilişkin fazla bilgi bulunmamaktadır.

Mikoriza diğer organizmalar dışında, ağır metal toksisitesi ve toprak tuzluluğu gibi çevre streslerine karşı bitki kökünü korumaktadır (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992).

Weissenhorn ve ark. (1995), ağır metal ile bulaşık siltli verimli toprakta, yerli VAMF ve yabancı VAMF (*Glomus mosseae*) varlığında mısır bitkisinin kök kolonizasyonu ve metal alımı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Steril olan ve olmayan toprağa mikorizal aşılama yapılmıştır. Steril toprakta gövde biyoması 4, kök biyoması 10 kat artmış, steril olmayan toprakta mikorizalı bitkilerde biyomas mikorizasız bitkilerden daha yüksek olmuş; Cd, Cu, Zn, Mn konsantrasyonları daha düşük bulunmuş ve bu metal toksisitesine karşı mikorizal korumayı düşündürmüştür. Sonuçlar, AM'nin bitki metal alımı üzerine etkisinin bitkinin büyümesi, fungal partner ve metal çeşidine bağlı olduğunu ve genellenemeyeceğini göstermiş ve metale tolerant mikorizal inokulantların toprağı elverişli duruma getirmek için göz önünde tutulabileceği ihtimalini vermiştir.

Tonin ve ark. (2001), ağır metale toleranslı olan menekşe bitkisinin (*Viola calaminaria*) AM'ya kolonize olma ve ağır metale tolerant olmayan yoncadan (*Trifolium subterraneum*) alınan ağır metale tolerant AM fungusunun metal alımını

azaltma yeteneklerini inceledikleri bir çalışmada, AM funguslarının toksik olmayan formda köklerdeki ağır metal birikiminde etkili olduklarını saptamışlardır.

Turnau ve ark. (2001), yüksek düzeyde Pb, Zn, Cd, Cu, As ve düşük düzeyde N, P ve organik madde ile bulaşık olan güney Polonya'da yetişen *Fragaria vesca* köklerindeki AM funguslardan *Glomus mosseae*, *G.intraradices* ve *G.claroideum* türleri taxon-specific primerler ile nested polymerase chain reaction (PCR) yöntemi kullanılarak, diğer türler morfolojik özellikler tanımlanarak ve yeni taxon-discriminating molecular probes geliştirilerek belirlenmiştir. Trypan blue ile boyamada en etkili koloni oluşturan türlerin *G.gerdemanni*, *G.claroideum* ve daha az yaygın olan *G.occultum* olduğu, *G.intraradices* ve *G.mosseae*'nin köklerdeki frekanslarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fungal hif içeren boyanmış kök örneklerinin % 70'inin *G.mosseae* ile kolonize olduğu bulunmuştur. Araştırmada, nested PCR metodunun hem AM fungus türünün belirlenmesinde hem de fungusun bitki köklerini kolonize etme yeteneğinin belirlenmesinde etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

### 2.7.Mikoriza ile Tuz Stresi

Mikoriza bitki köklerini diğer patojenik organizmalara karşı koruduğu gibi, çevre faktörlerinin yarattığı ağır metal toksisitesi ve tuzluluk gibi streslere karşı bitkileri korur ve dirençlerini artırır (Harley ve Smith, 1983).

Al-Karaki (2000), domates bitkisini değişen düzeydeki tuz koşullarında, AMF (*G.mosseae*) tarafından kolonize edilerek, düşük P'lu, steril toprak-kum karışımında yetiştirmiştir. Araştırmacı sulama suyu ile toprağa eklenen NaCl ile ECE 1.4 (kontrol), 4.7 (orta tuzlu) ve 7.4 (yüksek tuzlu) dS.m<sup>-1</sup> değerlerinde tuzluluk elde etmiş ve bitkilerde fungal kolonizasyon, büyüme ve mineral madde alımını incelemiştir. Mikorizal kolonizasyon kontrolde tuzlu toprak koşullarından daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacı, *G.mosseae* ile infekte edilen bitkilerin kontrole göre daha fazla kolonizasyon gerçekleştirdiğini ve tuzlu topraklardaki ürün kaybını azalttığını bildirmiştir. Gövde ve kökün kuru madde miktarı ve yaprak alanı mikorizalılarda mikorizasız bitkilerden daha yüksek bulunmuştur. Hem kontrolde

hem orta düzeydeki tuzlulukta, bitkilerde P, Zn, Cu ve Fe birikiminin mikorizalı bitkilerde mikorizasızlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tuzlu toprak koşullarında yetiştirilen mikorizalı bitkilerde gövde Na içeriği mikorizasız bitkilerden daha düşük bulunmuştur. Araştırmacı mikorizal infeksiyonun bitki gelişmesi ve besin maddesi alımında artış sağlayarak domates bitkisini tuz stresine karşı koruduğunu belirtmiştir. Araştırmanın sonuçları çorak ve yarı çorak arazilerde tuz stresine karşı bitkileri korumak için AMF kolonizasyonunun etkili olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Ruiz-Lozano ve Azcón (2000), tuzlu topraklardan izole edilen *Glomus* spp. ve tuzlu olmayan topraklardan izole edilen *Glomus deserticola*'nın 3 tuz konsantrasyonuna sahip (0.25, 0.50 ve 0.75 g NaCl.kg<sup>-1</sup> kuru toprak) toprakta yetiştirilen lahana bitkilerinde simbiyozizim durumu ve misel infeksiyonunu test etmişler ve şu sonuçları elde etmişlerdir: Her iki AMF, konukçu bitkileri tuzluluğa karşı korumuş ancak gövde kuru ağırlığı ve besin içeriği sonuçlarına bakıldığında özellikle 2 yüksek tuz seviyesinde her iki AMF'in simbiyotik etkinliği değişmiştir. *Glomus* spp.'nin kolonize ettiği bitkiler yüksek mikoriza miktarına rağmen daha az büyümüş ve daha az N ve P biriktirmiştir. *Glomus* spp. bitki kök gelişmesini stimüle ederek, *G.deserticola* ise bitki beslenmesini düzelterek tuzun zararlı etkilerinden bitkileri korumuştur. *G.deserticola*'nın oluşturduğu misel ağı daha büyük olduğundan toprak tuzluluğundaki artış, *Glomus* spp.'nin hif büyümesini ve/veya canlılığını *G.deserticola*'dan daha fazla azaltmıştır.

Al-Karaki ve ark. (2001), iki domates çeşidinin mikoriza ile tuza dayanıklılık ilişkisini araştırdıkları çalışmalarda, çeşitlerin mikorizal bağımlılıklarının farklı olabileceğini belirtmişlerdir.

Hildebrant ve ark. (2001), Orta Avrupa'nın iç kısmında ve kıyı bölgelerindeki tuz bataklıklarında yetişen halofitlerde AM fungusların kolonileşme durumunu inceledikleri bir araştırmada kolonizasyonun farklı familyalarda kuvvetli olduğunu, ancak kolonizasyon derecesinin bitkilere ve vegetasyon dönemine bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmada tipik mikorizasız familyalardan *Plumbaginaceae*'de *Armeria maritima*, *Chenopodiaceae*'de *Salicornia europaea*



türlerinin özellikle daha kuru tuz bataklıklarında kolonize edildiğini saptamışlardır. Bu sporların % 80'inin RFLP yöntemi ile *G.geosporum* sporları olduğu görülmüş ve korunmuş habitatlarda sadece morfolojik özellikleri zorlukla tanımlanabilen mikorizal fungusların tanımlanmasında RFLP analizlerinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Toprak tuzluluğunun 7.3 dS/m'den 92 dS/m'ye değiştiği İran'ın Tabriz ovasındaki AMF dağılışı ve miktarı belirlenmiştir. *Allium cepa* L., *Medicago sativa* L., *Triticum aestivum* L. ve *Hordeum vulgare* L. glikofitleri ile *Salicornia* sp. ve *Salsola* sp. halofitlerinin rizosferinden alınan toprak ve kök örneklerinde topraktaki spor sayısı, kökte AMF kolonizasyonu ve toprakta bazı fiziksel ve kimyasal özellikler analiz edilmiştir. AMF sporlarının sayısı toprak tuzluluğu ile ilişkili bulunmamış, fakat bazı katyon ve anyonların birikimi zıt etkilere neden olmuştur. Korelasyon analizlerinde kök kolonizasyonunun toprak tuzluluğu ve iyon konsantrasyonlarından çok, toprak pH'sı, kum ve kil yüzdesi ve topraktaki yarayışlı P'un spor sayısı ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Glikofitlerdeki kolonize edilmiş kök uzunluğu yüzdesi toprak tuzluluğunun artışı ile azalmıştır. Yüksek tuz içeren topraklarda (~20 dS/m) arpanın kökleri % 5 mikorizal kolonizasyon göstermiştir. Halofit kökleri mikorizal olmadığı halde rizosferlerinde, rizosfer olmayan topraktakinden daha fazla spor bulunmuştur (Aliasgharzadeh ve ark., 2001).

### **2.8.Mikoriza ile Organik Madde**

Mikoriza gelişmesi ve spor oluşturması organik maddenin yüksek olduğu tropikal ormanlarda organik maddenin varlığı ile direkt ilgili olduğu halde, tarla topraklarında artan organik madde ile spor oluşumu arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır (Johnson ve Micheline, 1974). Redhead (1977), hasat sonrası toprakta kalan bitki köklerinin özellikle de parçalanması sonucu oluşan organik bileşiklerin spor sayısını ve spor infeksiyonunu artırdığını ve Bagyaraj (1991), toprakta organik madde oranının % 1-2 arasında olması durumunda maksimum düzeyde spor oluşumu sağlandığını bildirmişlerdir.

Köse ve ark. (1998), biberde bitki gelişmesi, verim, element alımı, mikorizal infeksiyon ve rizosferdeki spor miktarını en çok toprağa ilave edilen kompostun artırdığını, bunu sırasıyla hayvan gübresi, mineral gübreleme ve kontrol uygulamalarının takip ettiğini belirlemişlerdir.

### 2.9.Mikoriza ile Bitki Yetiştiriciliği

Menge ve ark. (1978)'nin bildirdiğine göre, genellikle fidelere erken ve sağlıklı büyümeyi sağlamak amacıyla bol miktarda fosforlu gübre verilmektedir. Bu durum rizosferdeki yüksek fosfor seviyeleri dokulardaki fosfor seviyesini artırarak mikorizanın kök sistemi içerisindeki gelişimini ve yayılmasını engellemektedir. Birçok araştırmada, şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonunun ürün üniformitesi ve gelişmeyi artırdığı ve böylece şaşırtma sırasındaki fide kaybını azalttığı belirlenmiştir (Barrow ve ark., 1977; Bierman ve Linderman, 1983; Menge, 1983). Ayrıca bitkilerin mikoriza ile fide döneminde inokule edilmesi ile şaşırtma döneminde inokulasyonundan daha az mikorizal mantar gerektirmiştir. Bazı araştırmacılar, mikorizanın bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırarak ve köklerin ömrünü arttırarak fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırdığını ifade etmişlerdir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992).

Arazi koşullarında, domates, biber ve patlıcanda mikoriza inokulasyonu ürünü, bitkinin Zn ve Cu alımını arttırmıştır (Şimşek ve ark., 1998).

Sarmısakta yapılan denemede toprakta fosfor içeriği yüksek olduğundan mikorizal inokulasyon veya fosfat uygulaması büyüme ve ürünü arttırmamıştır (Sarı ve ark., 2002).

Çetiner ve ark. (1999), tatlı mısırdaki 3 farklı fosfor (0, 5 ve 10 kg/da) dozlarını *G.mosseae* varlığında denemişlerdir. *G.mosseae*'nin tatlı mısırdaki verimde bir miktar artış sağladığını, bunun fosfor uygulanmayan parsellerde daha belirgin olduğunu belirlemişlerdir. Mikoriza bitki gelişimini ve Zn alımını arttırmıştır.

Mısır bitkisinde yapılan diğer bir araştırmada mikorizal inokulasyonun düşük fosforda ürünü ve N, P, K, Zn ve Mn alımını artırdığı halde Fe ve Cu alımını arttırmadığı belirlenmiştir (Ortaş ve Sarı, 2003).

Mohandas (1987)'ın, domateste tarla koşullarında yaptığı çalışmada bitkilerin *G. fasciculatum* ve *A. vinelandii* ile tek tek veya birlikte inokulasyonu, bitki yaprak alanını, gövde kuru ağırlığını, azot ve fosfor kapsamı ile verimini inokulasyonsuz bitkilere göre arttırmıştır. Sadece mikoriza inokulasyonu bitki gelişmesi, azot ve fosfor kapsamı ile verimi arttırırken, *A.vinelandii* ise yaprak alanı, gövde kuru ağırlığı, fosfor kapsamı ve verimin artması gibi yararlar sağlamıştır.

Al-Raddad (1987), tarla koşullarında yerel *Glomus* türlerinden *G. fasciculatum*, *G. monosporum* ve *G.mossea*'yı domates, patlıcan ve biber bitkilerine inokule etmiştir. Patlıcanın gövde yaş ağırlığı (% 47, % 28 ve % 29) ve toplam verimi (% 47, % 23 ve % 9) *G. mossea*, *G.monosporum* ve *G.fasciculatum* inokulasyonu sırasına göre artmıştır. Domates gövde yaş ağırlığını sırasıyla % 59, % 48 ve % 9 oranında artmıştır. Biberin toplam verimi % 22, % 21 ve % 27 oranında aynı sıralamaya göre artmıştır. Sonuçlar bu türler içerisinde en etkilisinin *G.mossea* olduğunu göstermiştir.

Srivastava ve Mukerji (1995), saksı denemesinde *G.macrocarpum* ve *G.fasciculatum* ile tek tek inokule edilmiş *Medicago sativa* var. local bitkilerinden tohumlar toplamışlar ve bahçe toprağına ekilen tohumların çimlenme yüzdeleri, bitkilerin genel sağlığı ve verimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, çimlenme yüzdesi ve ürün yönünden en yüksek değerleri *G.macrocarpum* ile inokule edilmiş ebeveynlerin tohumlarından elde etmişler, bunu *G.fasciculatum* ile inokule edilenler izlemiş ve en düşük değerler mikoriza ile inokule edilmeyen bitkilerin tohumlarından elde etmişlerdir.

Azaizeh ve ark. (1995), toprakta yetişen mısır (*Zea mays* L. cv. Alize) bitkilerinin büyümesi, mineral gübre alımı ve kök salgısı üzerine VAMF [*Glomus mosseae* (Nicol. ve Gerd.) Gerdemann ve Trappel] ve diğer toprak mikroorganizmalarının etkilerini incelemişlerdir. Yapılan denemede VAM bitkileri VAM'sız bitkilerden daha fazla gövde:kök oranına sahip olmuştur. Altı hafta sonra yapılan hasatta kök ve gövdede P, Zn ve Cu konsantrasyonları VAM kolonizasyonu ile önemli derecede artarken Mn konsantrasyonu azalmıştır. VAM'lı ve VAM'sız bitkilerden altı hafta sonra toplanan benzer bileşimdeki kök salgıları % 72-73 azalan

şekerler, % 17-18 fenolikler, % 7 organik asitler ve % 3 amino asitlerden oluşmuştur. Antibiyotikli ve antibiyotiksiz agar levhaları üzerinde VAM'lı ve VAM'sız bitkilerden toplanmış kök salgılarında benzer miktarlarda aminoasitler ve karbonhidratlar bulunmuştur. Fakat agar levhalarına antibiyotik eklenerek 3-6 kat daha fazla miktarlarda karbonhidratlar, aminoasitler ve fenolikler elde edilmiştir.

Shihari ve ark. (2000), mikorizal funguslar *Glomus etunicatum* ve *Gigaspora margarita* varlığında soya fasulyesinin [*Glycine max* (L.) Mirr.] super nodül olan 5, nodül olmayan 7 mutantının mikorizal kolonizasyon durumlarını kontrol etmişlerdir. 2 süper nodül, mutant yabancı tiplerinden 2.4-4.5 kez daha fazla arbüskül oluşturmuş ve kolonize olmuştur. Bunlardan En6500 mutantında artan mikorizasyon P alımını da arttırmıştır. Nodül olmayan mutantlar mikorizal parametrelerde azalma göstermiş veya bazı mutantlarda aborte olmuş enfeksiyon gözlenmiştir.

Adjourd-Sadadou ve Halli-Hargas (2000), güney Cezayir'de 3 farklı bölgedeki 15, 17 yaşlı ve 50 yaştan büyük 4 okaliptus türünde yaptıkları araştırmada, gelişmelerinin ilk aşaması sırasında okaliptus fidelerinde hem endo hem ektomikoriza oluşmasına rağmen yaşlı okaliptus köklerinde hiç arbüsküler mikorizaya rastlamamışlardır. Onbeş yaşlı *E.camaldulensis* türlerinde % 42 oranında kök kolonizasyonu belirlemişlerdir.

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. ve *Zea mays* L.'nin büyümesi ve AM oluşumunda tohum rezervlerinin rolü incelenmiştir. Tohum rezervleri olmayan bitkilerin büyüme oranları ilk aşamada her ne kadar düşük olsa da bu bitkiler sonraki aşamalar boyunca daha yüksek gelişim oranları göstermiştir. Tohum rezervlerinin yalnızca fide gelişimi için değil mikorizal oluşum ve nodulasyon için de önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Muthukumar ve Udaiyan, 2000).

Heijden (2001), çift mikorizal bitki olan *Salix repens* için hem ektomikoriza hem AM'nin etkilerini 3 farklı derim döneminde incelemiştir. Düşük AM (*Glomus mosseae*) kolonizasyonundan kısa vadede, yüksek ektomikoriza (*Hebeloma leucosarx*) kolonizasyonundan uzun vadede faydalar sağlanmıştır. *Hebeloma leucosarx* ile kolonizasyon ve mikorizal olmayan uygulamalarda değişik tarihlerde

13. YÜZYIL  
F. 13. YÜZYIL

alınan çelikler arasında farklılıklar olmadığı halde, AM kolonizasyonu daha yüksek gövde P'u, gövde büyümesi ve kök büyümesi göstermiştir.

Polycyclic aromatik hidrokarbonlar (PAH) bulunan bir toprakta yetiştirilen yonca ve çavdar bitkilerinde AM fungusun (*G.mosseae*) etkileri incelenmiştir. Yoncanın kök ve gövde büyümesini AM arttırmış, fakat PAH azaltmıştır. Yoncanın kök kolonizasyonu PAH ile yarıya inmiş ve P alımını PAH ve AM değiştirmedeği halde mikorizasız uygulama P alımını azaltmıştır. Çavdarda ise benzer sonuçlar elde edilmemiştir (Joner ve Leyval, 2001).



### 3.MATERYAL VE METOD

Araştırma, 1998-2001 yılları arasında Hatay-Samandağ' da kurulu bulunan Samandağ Meslek Yüksekokulu seralarında yürütülmüştür. Bitki ve toprak analizleri Ç.. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ile Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarları ve M.K.. Ziraat Fakültesi ile Samandağ Meslek Yüksekokulu Laboratuvarlarında yürütülmüştür.

#### 3.1.Materyal

Araştırmada sonbahar ve ilkbahar yetiştiriciliğine uygun Seraset F<sub>1</sub> hıyar çeşidi kullanılmıştır.

Seraset F<sub>1</sub>; cam ve plastik seralarda ilkbahar ve sonbahar yetiştiriciliğine uygun, çok erkenci ve her boğumda birden fazla meyve veren yüksek verimli bir hibrittir. Orta kuvvette gelişen bitki, yüksek sıcaklığa dayanıklıdır ve yan dallanma yapmaz. Meyveleri 16-20 cm uzunlukta, partenokarpik, silindirik, hafif prztl, parlak ve nakliyeeye dayanıklıdır. Hıyar Mozaik Virüsü'ne toleranslı olduğu bildirilmektedir.

Çalışmada Ürgüp tf + toprak + kompost + bitki kökleri + spor karışımından oluşan farklı 4 mikoriza türü *Glomus mossea*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum* ile bunların karışımı ile elde edilen Kokteyl mikoriza türü kullanılmış ve mikoriza türlerinin retimi Ortaş, (1997a) tarafından yapılmıştır.

#### 3.2.Metod

##### 3.2.1.Saksı Denemesi

Hıyar türünde en iyi çalışan mikoriza türünü ve spor yoğunluğu ile uygulama biçimini belirlemek amacıyla yapılan ilk çalışmaya 1998 yılı ocak ayında saksı denemeleri ile başlanmıştır. Saksı denemesi Ocak 1998-Eylül 1998 arasındaki dönemde yapılmış ve kontrol uygulamasına ilaveten 5 mikoriza türü denemeye alınan hıyar çeşidine 3 farklı spor yoğunluğunda ve 3 farklı uygulama biçiminde 3 yinelemeli olarak aşılanmıştır (5x3x3=45+1 Kontrol=46 Uygulama, her uygulamada 4'er bitki ile çalışılmış, her bitki bir saksıya dikilmiştir). Araştırma Samandağ Meslek Yüksekokulu seralarında, ısıtmasız sera koşullarında yürütülmüş ve denemeye

10.06.1998 tarihinde tohum ekimi yapılarak başlanmıştır. Çalışmada kullanılan mikoriza türleri; *Glomus mossea*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum*'dur. Bu mikoriza türleri ayrı ayrı denenmiş ve ayrıca bu dört mikoriza türünün etkileşimini belirlemek amacıyla mikorizaların eşit spor yoğunluğunda karışımı olan *Kokteyl* mikoriza kullanılmıştır. Denenen spor miktarı; 0, 1000, 2000 ve 3000 spor/bitkidir. Mikoriza türlerinin uygulama biçimini belirlemek amacıyla mikorizalar tohum ekiminde ekim harcına (MT), şaşırtma esnasında fide dikim ukuruna (MF) ve üçüncü uygulama olarak spor miktarının yarısı tohum ekiminde fide harcına kalan yarısı şaşırtma esnasında fide dikim ukuruna (MT+F) aşılanmış ve fideler mikorizasız kontrol (M0) uygulamasıyla karşılaştırılmıştır. Tohumlar 1 gün 25 °C'de petriker içerisinde n çimlendirildikten sonra 1:1:2 oranında toprak:çiftlik gübresi:kum karışımından oluşan otoklavda steril edilen harç içeren 8x10 cm boyutlarındaki saksılara ekilmiştir. Fideler dikim büyüklüğüne gelince 20x17 cm boyutlarındaki daha büyük saksılara şaşırtılmışlardır. Tohum imlenmesinden 10 gün sonra başlayarak, 15'er gün zaman aralıkları ile bitkilerde ana gövde uzunluğu llmştir. Bitkiler dikimden 3 ay sonra sökülmüş ve bitkilerde ana gövde uzunluğu (cm), kök boğazı kalınlığı (mm), boğum sayısı (adet), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), yaprak yaş ağırlığı (g), yaprak kuru ağırlığı (g), ana kök uzunluğu (cm), toplam kök uzunluğu (cm), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) llmş ve kökte mikorizal infeksiyon oranı (%) belirlenmiştir.

### 3.2.2.Sera Denemeleri

Sera denemeleri 1999-2000 yılında ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde olmak üzere iki kez tekrarlanmış ve aşağıda verilen uygulamalar yapılmıştır:

Fosfor ve azot dozları olarak Zuang (1982)'in sera hıyar yetiştiriciliği için önerdiği doz en yüksek doz olarak alınmıştır. Gbrelemelerde toprak analizleri dikkate alınmamış ve yetiştiricilerin uygulamasına benzer olarak belirlenen dozlar uygulanmıştır.

Mikoriza-Azot etkileşimini incelemek amacıyla parsellere N0 (0 kg/da), N1 (10 kg/da), N2 (20 kg/da) ve N3 (30 kg/da) olmak üzere 4 azot dozu en az 4 kısma bölünerek uygulanmıştır.

Mikoriza-Fosfor etkileşimini incelemek amacıyla parsellere P0 (0 kg/da), P1 (10 kg/da), P2 (20 kg/da) ve P3 (30 kg/da) olmak üzere 4 fosfor dozu toprak hazırlığı sırasında uygulanmıştır.

Denemenin sonbahar döneminde, 2 da'lık seranın yaklaşık 1 da'ı kullanılmış ve ilkbahar döneminde kullanılacak olan 1 da'lık alan gübre birikimini önlemek amacıyla boş bırakılmıştır.

Çalışmada, her dönem için seçilen çeşitten I.Dönem (Eylül 1999-Ocak 2000) 2688'er adet, II. Dönem (Ocak 2000-Haziran 2000) 2304 adet bitki yetiştirilmiş ve tohumlar 1 gün 25 °C'de petriker içerisinde ön çimlendirildikten sonra sonbahar yetiştiriciliğinde eylül, ilkbahar yetiştiriciliğinde aralık ayında 1:1:1 oranında bahçe toprağı:kum:çiftlik gübresi karışımıyla doldurulmuş olan 8x10 cm boyutlarındaki saksılara ekilmiştir. Tohum ekimi yapılan saksıların yarısına ön çalışmalarla belirlenmiş olan mikoriza mantarı yine belirlenen yoğunluk ve aşılama biçimi ile uygulanmıştır. Tohum ekimi öncesinde kullanılacak harç metil bromid tüpü patlatılarak steril edilmiştir.

Yetiştiricilik sırasında bütün parsellere eşit olarak 60 kg/da K<sub>2</sub>O (Zuang, 1982) toprak analizine takviye edilecek biçimde verilmiştir. Dikim öncesinde yaklaşık 6 ton/da olacak şekilde organik gübreleme yapılmıştır. Gübrelemelerde topraktaki azot ve fosfor düzeyleri N0 ve P0 olarak kabul edilmiş ve diğer dozlar normal şekilde uygulanmıştır. Sulamalar mikorizanın parseller arasındaki taşınmasını önlemek amacıyla damla sulama sistemiyle yapılmıştır.

Fideler, dikim büyüklüğüne ulaştınca çift sıralı olarak birinci yıl güz yetiştiriciliğinde (100 x 40 cm) x 30 cm (Yüksel, 1992) mesafelerde dikilmiş, ilkbahar döneminde ise bitkinin geniş yaprak alanı nedeniyle bu mesafeler (90 x 50 cm) x 40 cm sıra arası ve sıra üzeri olacak şekilde değiştirilmiştir. Resim 3.1'de deneme fidelerinin dikimden sonraki durumları, Resim 3.2'de ise bitki gelişiminin ileri dönemlerindeki sera görünümünü sunulmuştur. Bitkilere gerekli bakım işlemleri





Resim 3.1. Deneme fidelerinin dikimden sonraki durumları



Resim 3.2. Bakımı yapılan deneme bitkileri

yapılmış ve bitkiler askıya alınarak yetiştirilmiştir. Çizelge 3.1'de ise sera denemelerine ait çalışma takvimi verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sera denemelerinin takvimi

	I.DENEME GÜZ	II.DENEME BAHAR
Ekim tarihleri	18.09.1999	25.12.1999
Dikim tarihleri	10.10.1999	06.03.2000
Toplam bitki sayısı	2688 bitki	2304 bitki
Fide dikim mesafeleri	(100 x 40) x 30 cm	(90 x 50) x 40 cm
Parseldeki bitki sayısı	14	12
Parsel büyüklüğü	2.94 m <sup>2</sup>	3.36 m <sup>2</sup>
Verim alınan parselinin büyüklüğü	2.10 m <sup>2</sup>	2.80 m <sup>2</sup>
Toplam parsel sayısı	192 adet	192 adet
Toplam parsel alanı	564.48 m <sup>2</sup>	645.12 m <sup>2</sup>
Biyomas için sökülme tarihleri	18-22.12. 1999	12-16.05. 2000
Yapılan uygulamalar	4N, 4P, 4M	4N, 4P, 4M
Azot (N) uygulama dönemleri	1/4'ü taban gübresi, 3/4'ü üst gübre (3'e bölünmüş)	1/4'ü taban gübresi, 3/4'ü üst gübre (3'e bölünmüş)
Fosfor (P) uygulama dönemleri	Tamamı taban gübresi	Tamamı taban gübresi
Mikoriza uygulama zamanları	M0, MT, MF, MT+F	M0, MT, MF, MT+F

Her iki denemede uygulamaların bitki gelişimine olan etkisini incelemek amacıyla dikimden 2 ay sonra biyomas ölçümleri yapılmıştır. Her ölçüm tarihinde her parselden 2'şer adet bitki sökülmüş ve bu bitkilerde toplam biyomas ile toplam yaprak ağırlığı, toplam bitki ağırlığı belirlenmiş ve ana gövde uzunluğu (cm), boğum sayısı (adet), kök boğazı kalınlığı (mm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), yaprak yaş ağırlığı (g), yaprak kuru ağırlığı (g), meyve yaş ağırlığı (g), meyve kuru ağırlığı (g), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) ve köklerde mikorizal infeksiyon oranları (%) gibi ölçüm, tartım ve gözlemler yapılmıştır. Bu bitkilerden alınan yapraklarda N, P ve K gibi makroelementlerin düzeyleri belirlenmiştir.

**3.2.2.1.Bitkisel Ölçümler:** Toplam bitki biyomasını ve gelişme durumunu belirlemek amacıyla aşağıdaki ölçümler yapılmıştır:

**3.2.2.1.1.Toplam bitki ağırlığı (g):** Dikimden 2 ay sonra sökülen bitkilerin kök, gövde, meyve ve yaprak ağırlıklarının toplamı toplam biyoması vermiştir.

**3.2.2.1.2.Toplam meyve ağırlığı (g):** Dikimden 2 ay sonrasına kadar her parselde verim düzeyini belirlemede kullanılan bitkilerin dışında 2 bitkiden elde edilen meyveler tartılmıştır. Dikimden 2 ay sonra bu bitkiler sökülmüş ve bitki üzerindeki meyveler tartılarak bu tartıma ilave edilmiştir. Böylece bir bitkinin biyomasındaki toplam meyve ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

**3.2.2.1.3.Toplam yaprak ağırlığı (g):** Dikimden 2 ay sonrasına kadar her parselde verim düzeyini belirlemede kullanılan bitkilerin dışında 2 bitkiden elde edilen budama artıkları tartılmıştır. Dikimden 2 ay sonra bu bitkiler sökülmüş ve bitki üzerindeki yaprak ve yan sürgünler tartılarak bu tartıma ilave edilmiştir. Böylece bir bitkinin biyomasındaki toplam yaprak ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

**3.2.2.1.4.Ana gövde uzunluğu (cm):** Bitkinin gövde uzunluğu toprak seviyesinden itibaren en uç kısmına kadar bir metre ( $\pm 1$  mm) yardımıyla ölçülmüştür.

**3.2.2.1.5.Boğum sayısı (adet):** Bitkinin ana gövdesi üzerinde bulunan boğumlar sayılarak belirlenmiştir.

**3.2.2.1.6.Kök boğazı kalınlığı (mm):** Bitkinin gövde ile kök arasında kalan, kök boğazı kısmı toprak seviyesinden itibaren  $\pm 0.01$  mm duyarlılıktaki dijital bir kompas yardımıyla ölçülmüştür.

**3.2.2.1.7.Gövde yaş ağırlığı (g):** Sökülen bitkilerin gövdeleri  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak gövdelerin yaş ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.8.Gövde kuru ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı alınan gövdeler kağıt torbalara yerleştirilip  $65^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde kuru ağırlıkları sabitleşene kadar kurutulduktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak gövdelerin kuru ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.9.Yaprak yaş ağırlığı (g):** Sökülen bitkilerin yaprakları önce normal suyla sonra saf suyla yıkanarak bir filtre kağıdının üzerinde kurutulup nemi

alındıktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak yaprakların yaş ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.10.Yaprak kuru ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı alınan yapraklar kağıt torbalara yerleştirilip  $65^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde kuru ağırlıkları sabitleşene kadar kurutulduktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak yaprakların kuru ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.11.Meyve yaş ağırlığı (g):** Sökülen bitkilerdeki meyveler  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak meyvelerin yaş ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.12.Meyve kuru ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı alınan meyveler kağıt torbalara yerleştirilip  $65^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde kuru ağırlıkları sabitleşene kadar kurutulduktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak meyvelerin kuru ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.13.Kök yaş ağırlığı (g):** Sökülen bitkilerin kökleri önce normal suyla sonra saf suyla yıkanarak bir filtre kağıdının üzerinde kurutulup nemi alındıktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak köklerin yaş ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.14.Kök kuru ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı alınan kökler kağıt torbalara yerleştirilip  $65^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde kuru ağırlıkları sabitleşene kadar kurutulduktan sonra  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde dijital bir terazide tartılarak köklerin kuru ağırlıkları alınmıştır.

**3.2.2.1.15.Ana kök uzunluğu (cm):** Ana kök uzunluğu, kökler topraklarından temizlenip yılandıktan sonra çimlenme sonucunda oluşan ana kökünün uzunluğu bir cetvel yardımıyla ölçülerek bulunmuştur.

**3.2.2.1.16.Toplam kök uzunluğu (cm):** Toplam kök uzunluğu düzenli grid aralığındaki kök sayıları üzerinden tahmin edilmektedir (Newman, 1966 ve Tennant, 1975).

**3.2.2.1.17.Yaprak alanı ( $\text{cm}^2$ ):** Sökülen bitkilerin u kısmından itibaren belirgin olan yapraklar sayılarak aşağıya doğru olan, gelişmesini tamamlamış 7. yaprak alınmış, bir kağıt üzerine yerleştirilip yaprağın şekli çizilmiştir. Çizilen bu

ekiller dijital bir alan ölçer (planimetre) yardımıyla ölçülmüş ve yaprakların alanları belirlenmiştir.

**3.2.2.1.18.Kökte mikorizal infeksiyon oranı (%):** Mikoriza tesbiti için bitki kökleri topraktan arındırıldıktan sonra önce bol eme suyuyla sonra da saf suyla yıkanmıştır. Bitki kök yüzeylerindeki fazla su kurutma kağıdı ile alındıktan sonra kök ya ağırlığı kaydedilmiş ve mikorizal infeksiyonun yoğun olduğu tahmin edilen kılcal köklerden bir miktar ayrılıp bu kökler Orta ve ark. (1996)'na göre hazırlanan Etanol, Glacial Acetic Asit ve Formalin'den oluşan çözeltide korumaya alınmıştır. Kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'ya göre yapılmıştır. Koruma sıvısındaki köklerden bir miktar alınıp boyama tüplerine yerleştirilmiş ve üzerine kökleri örtecek kadar % 10'luk KOH ilave edilmiştir. Bu tüpler 65 °C'lik etüvde 1 saat bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplerdeki KOH boaltılmı yerine 2 N HCl konulmuş ve tüpler yine 65 °C'lik etüvde 1 saat bırakılmıştır. HCl'i dökülen tüplerin içine % 0.1'lik Trypanblau zeltisi ilave edilmiş 65 °C'lik etüvde 10-15 dakika bekletilerek köklerin boyanması sağlanmıştır. Boya zeltisinin ardından tüplere Lactic acid (Milchsauere) ilave edilmiş ve 65-70 °C'lik etüvde 10-15 dakika bekletilmiştir. Bu işlemlerin ardından her tüpteki kökler petri kutularına alınmış ve 1'er cm uzunluğunda kesilmiştir. Bu kök parçaları her lama 10 kökçük yan yana yerleştirilmiş ve üzerlerine lamel kapatılarak mikroskop altında 40-100 büyütmeyle mikorizal infeksiyonun varlığı (%) tesbit edilmiştir.

**3.2.2.2.Verim:** Her yinelemede bitkisel ölçümler için ayrılan ve dikimden 2 ay sonra sökülen bitkiler dışında her parselde 10'ar bitki bulunduğundan dolayı verim değerleri için, bu bitkilerden hasat edilen meyvelerin toplam ağırlıkları ve meyve sayıları alınarak ikişer haftalık verim değerleri hesaplanmış ve erkencilik kriteri olarak değerlendirmeye alınmıştır. Hasadlar sonucunda elde edilen verim değerlerinin toplam ise toplam verimi vermiştir.

**3.2.2.3.Meyve Pomolojik Analizleri:** Meyve pomolojik analizleri için 1999 göz döneminde 6., 7., 10. ve 12. hasatlarda, 2000 bahar döneminde 13. hasatta her

parselden tesadüfen alınan 10'ar adet meyve kullanılmıştır. Bunlarda; meyve ağırlığı (g), meyve çapı (cm), meyve yüksekliği (cm) gibi meyve özellikleri ölçülmüş ve tartılmıştır.

#### 3.2.2.4.Yaprak Analizleri

Biyomas lmleri için sökülen bitkilerden alınan yapraklar yıkanmış, kurutulup öğütülmüş ve yaprak analizlerinde kullanılmıştır. Yaprak analizleri sonucunda yapraktaki N, P, K düzeyleri belirlenmiştir. Azot (N) değerleri rnekler Bremner (1965)'e göre hazırlanarak Kjeldahl aleti ile ölçülmüş, Olsen ve Watanable (1957)'e göre hazırlanan szklerden maviye boyama ile Spektrofotometrede fosfor (P) değerleri okunmuş, yine aynı szklerden Atomik Absorbsiyon Aletinde K lmleri Murphy ve Rilley (1966)'e göre yapılmıştır.

Deneme bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde kurulmuştur. Saksı denemesinde ana parsellere mikoriza türü, alt parsellere mikoriza spor yoğunluğu ve mini parsellere mikoriza uygulama zamanları yerleştirilmiştir. Sera denemelerinde ana parselleri azot dozları, alt parselleri fosfor dozları ve mini parselleri mikoriza uygulama zamanları oluşturmuştur. Sonuçlar Tukey testi kullanılarak Anova'da analiz edilmiş, interaksiyonların analizinde SPSS programından yararlanılmış ve analizler Duncan testi kullanılarak yapılmıştır.

Sonuç olarak saksı denemeleri ile hıyar için elverişli mikoriza türü, spor yoğunluğu ve uygulama şekli; sera denemeleri ile ise erkenci ve toplam verim ( $\text{kg/m}^2$ ), toplam meyve sayısı ( $\text{adet/m}^2$ ), toplam bitki ağırlıkları ile diğer bitkisel gözlemler, meyve pomolojik analiz sonuçları ile yapraktaki makro besin maddeleri saptanarak, sera hıyar yetiştiriciliğinde mikorizanın farklı düzeylerde gübre kullanımında etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek uygulamaların bitki gelişimine olan etkileri araştırılmıştır.

## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

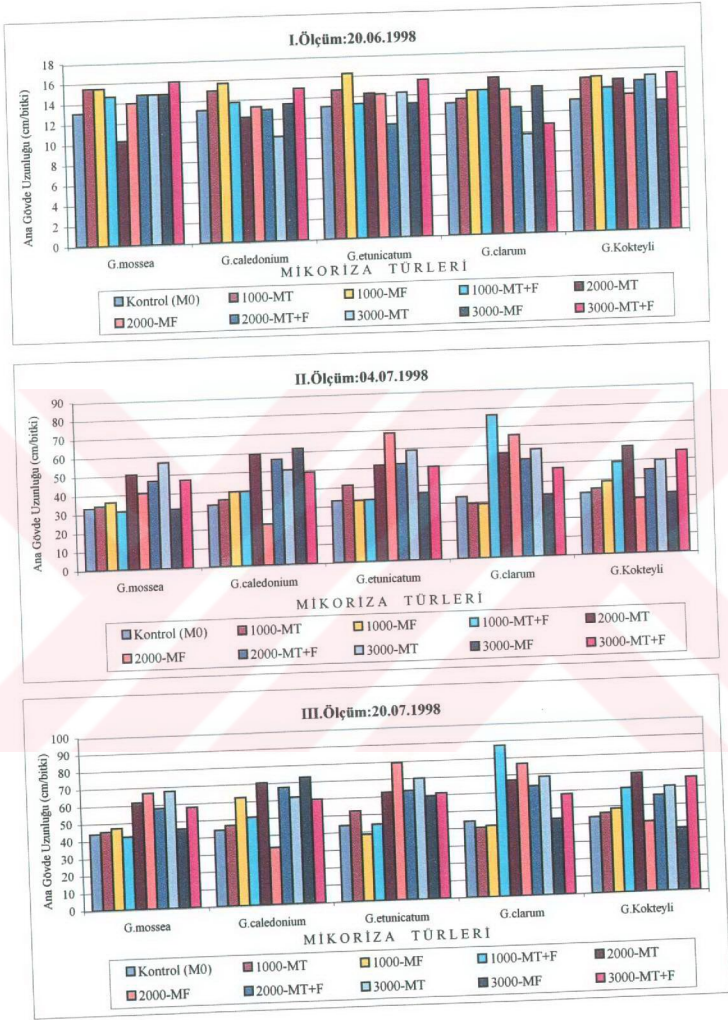
### 4.1.Saksı Denemesi

Seraset F1 hıyar çeşidinde, *Glomus mosseae*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum* mikoriza türleri ile bunların eşit spor yoğunluğunda karışımından oluşan *Glomus Kokteyli*'nin 1000, 2000 ve 3000 spor/bitki yoğunluğu tohum ekiminde (MT), fide dikiminde (MF) ve uygulanacak spor miktarının yarısı tohum ekimi yarısı fide dikiminde (MT+F) aşılanmıştır. Kontrol bitkilerine (M0) hiçbir mikoriza aşılanmamıştır.

Bu çalışmada ölçülen ana gövde uzunluğu yönünden istatistiksel analiz sonuçlarına göre en iyi büyüme oranı *Glomus etunicatum* türü (177.3 cm), 2000 spor/bitki (195.0 cm) yoğunluğunda, MT+F (181.2 cm) döneminde uygulandığında elde edilmiştir (Şekil 4.1).

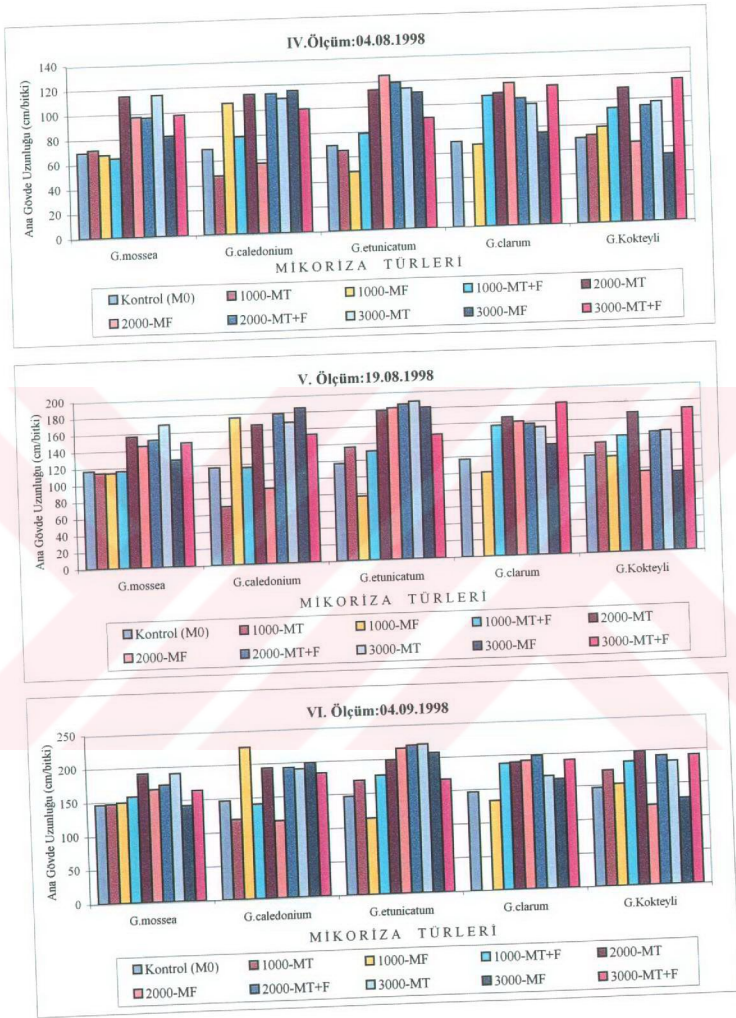
Heijden (2001), *Salix repens* çeliklerinde, Mohandas (1987), domateste, mikoriza uygulamasının bitki büyümesini artırdığını belirlemişlerdir. Barrow ve ark. (1977), Bierman ve Linderman (1983), Menge (1983), şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonunun ürün üniformitesi ve gelişmeyi artırarak, şaşırtma sırasındaki fide kaybını azalttığını, bitkilerin fideliklerde inokule edilmesi ile tarla inokulasyonundan daha az mikorizal mantara gereksinim duyulduğunu belirtmişlerdir. Harley ve Smith (1983) ile Malajczuk ve ark. (1992)'na göre, mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir.

Kök boğazı kalınlığı ve boğum sayısı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Kök boğazı kalınlığı yönünden en iyi türün *Glomus mosseae* (3.43 mm) olduğu belirlenmiş olup, bunu *Glomus etunicatum* ve *Glomus caledonium* (sırasıyla 3.28 ve 3.23 mm) türleri takip etmiştir. Kök boğazı kalınlığı için en iyi spor yoğunluğunun 2000 spor/bitki olduğu, mikoriza uygulama zamanları arasında ise istatistiksel bir fark olmadığı belirlenmiştir. Yapılan interaksiyon testinde ise en yüksek değer (4.15 mm), *Glomus etunicatum*'un 2000 spor/bitki spor yoğunluğunda MT döneminde uygulanmasından elde edildiği belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Saksı denemesinde yapılan ölçümlerde elde edilen ana gövde uzunlukları





Şekil 4.1'in devamı. Saksı denemesinde yapılan ölçümlerde elde edilen ana gövde uzunlukları

Çizelge 4.1. Saksı denemesinde kök boğazı kalınlıkları (mm) ve boğum sayıları (adet)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Kök Boğazı Kalınlıkları (mm)						Boğum Sayıları (adet)					
		Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort.	Mikor. Türü Ort.	Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort.	Mikor. Türü Ort.		
		M0	MT	MF			MT+F	M0	MT			MF	MT+F
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	3.02 j	3.81 d	3.29 j	3.46 hi	3.40 b		23.7 g	23.7 g	22.0 g	23.0 g	23.1 b	
	2000 sp/bitki	3.02 j	3.64 f	3.72 de	3.34 i	3.43 a	3.43 a	23.7 g	28.0 d	26.0 g	26.3 ef	26.0 a	24.7 ab
	3000 sp/bitki	3.02 j	3.98 ab	3.59 g	3.28 j	3.47 b	3.47 b	23.7 g	27.3 d	23.0 g	26.0 g	25.0 a	
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	3.02 j	2.75 j	3.85 bc	3.30 j	3.23 b		23.7 g	19.0 g	32.0 a	20.5 g	23.8 b	
	2000 sp/bitki	3.02 j	3.63 f	2.99 j	3.67 ef	3.33 a	3.23 ab	23.7 g	27.5 d	18.0 g	29.0 c	24.6 a	24.9 ab
	3000 sp/bitki	3.02 j	2.92 j	3.05 j	3.52 gh	3.13 b	3.23 ab	23.7 g	27.3 d	28.5 d	26.0 g	26.4 a	
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	3.02 j	3.22 j	2.63 j	3.22 j	3.02 b		23.7 g	26.0 g	19.0 g	26.0 g	23.7 b	
	2000 sp/bitki	3.02 j	4.15 a	3.82 cd	3.15 j	3.54 a	3.28 ab	23.7 g	29.0 c	30.0 b	29.0 c	27.9 a	26.1 a
	3000 sp/bitki	3.02 j	3.40 i	3.33 i	3.39 i	3.29 b	3.28 ab	23.7 g	30.1 ab	28.5 d	25.0 g	26.8 a	
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	3.02 j	----* k	3.04 j	3.07 j	2.28 b		23.7 g	----* h	21.0 g	26.0 e	17.7 b	
	2000 sp/bitki	3.02 j	3.31 ij	3.35 i	3.05 j	3.18 a	2.76 c	23.7 g	29.0 c	27.0 de	29.0 bc	27.2 a	23.1 b
	3000 sp/bitki	3.02 j	2.46 j	2.61 j	3.24 j	2.83 b	2.76 c	23.7 g	23.0 g	23.0 g	28.0 d	24.4 a	
Kokteyl	1000 sp/bitki	3.02 j	3.22 j	2.67 j	3.11 j	3.01 b		23.7 g	25.5 g	23.3 g	26.0 fg	24.6 b	
Mikor.	2000 sp/bitki	3.02 j	3.59 fg	3.09 j	2.72 j	3.11 a	3.03 bc	23.7 g	28.3 d	19.0 g	26.7 e	24.4 a	24.4 ab
	3000 sp/bitki	3.02 j	3.03 j	2.66 j	3.16 j	2.97 b	3.03 bc	23.7 g	25.0 g	18.3 g	28.5 cd	24.1 a	
	Mikor.Uyg.Zamanı Ort.	3.02	3.14	3.18	3.25			23.7 b	24.6 ab	23.9 ab	26.3 a		

## Boğum Sayıları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):2.63

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.):2.58

D % 5 (Mikoriza Türü):2.62

## Kök Boğazı Kalınlıkları

D % 5 (Mikoriza Uyg. Zamanı):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.):0.17

D % 1 (Mikoriza Türü):0.33

\* Bu parselde ölçüm yapılacak bitki bulunamamıştır.

Boğum sayısı yönünden ana gövde uzunluğuna benzer sonuçlar elde edilmiştir (izelge 4.1). *Glomus etunicatum* mikoriza türünün (26.1 adet), 2000 spor yoğunluğunda (27.9 adet), MT+F döneminde (26.3 adet) uygulaması en iyi sonucu vermiştir. *Glomus etunicatum*'un 2000 spor/bitki ve MF (30.0 adet), 3000 spor/bitki MT (30.0 adet) uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir. Ancak interaksiyon testinde *Glomus caledonium*'un 1000 spor/bitki, MF dönemi uygulaması en yüksek sonucu vermiş, bunu *Glomus etunicatum*'un 3000 spor/bitki, MT ve 2000 spor/bitki, MF uygulamaları takip etmiştir.

Ortaş (1996), pırasada *G.etunicatum*'un daha fazla spor ürettiğini, uygulanan spor miktarındaki artışın (18 g/saksıya kadar) bitkisel değerleri ve infeksiyon oranını artırdığını belirlemiştir.

Çizelge 4.2'de verilen kök yaş ve kök kuru ağırlıkları incelendiğinde en iyi türlerin sırasıyla *Glomus mossea*, *Glomus caledonium* ve *Glomus etunicatum* olduğu, spor yoğunluğu arasında istatistiksel bir fark gözlenmediği ve mikoriza uygulanmayan bitkilerden en yüksek değerler alındığı görülebilmektedir. İnteraksiyon analizlerinde de hem kök yaş hem kök kuru ağırlıklarında en yüksek değerlerin *Glomus mosseae* 1000 spor/bitki MT ve 2000 spor/bitki MF uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir.

Mikoriza uygulanmayan bitkilerden en yüksek kök yaş ve kuru ağırlıklarının elde edilmesi mikorizanın ekili olması nedeniyle hıyarda besin alımının mikoriza hifleri ile gerçekleşmesi sonucu bitki köklerinin tembelleştiği ve gelişmelerinin mikoriza tarafından engellendiğini düşündürmektedir.

Gövde yaş ve kuru ağırlıkları izelge 4.3'te verilmiştir. Her iki ölçüm değerleri yönünden *Glomus mossea* türünde en yüksek sonuçlar (sırasıyla 11.76 g ve 1.47 g) elde edilmiş, bunu *Glomus caledonium* ve *Glomus etunicatum* türleri takip etmiştir. Gövde yaş ağırlığında *Glomus mossea* 3000 spor/bitki spor yoğunluğu (13.11 g) ve MT+F (11.50 g) uygulamaları en iyi değerleri verirken, gövde kuru ağırlığında mikorizanın hem MT+F (1.37 g) hem de MT (1.32 g) döneminde uygulamalarından en yüksek değerler elde edildiği halde spor yoğunlukları yönünden istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Gövde yaş ağırlıklarının interaksiyonlarında en

Çizelge 4.2. Saksı denemesinde kök yaş ve kök kuru ağırlıkları (g)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Kök Yaş Ağırlıkları (g)						Kök Kuru Ağırlıkları (g)					
		Mikoriza Uygulama Zamanı						Mikoriza Uygulama Zamanı					
		M0	MT	MF	MT+F	Mikor. Spor Yoğ. Ort.	Mikor. Türü Ort.	M0	MT	MF	MT+F	Mikor. Spor Yoğ. Ort.	Mikor. Türü Ort.
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	1.03 f	1.86 a	1.38 bc	0.61 j	1.22		0.06 h	0.11 a	0.06 fg	0.04 ij	0.07	
	2000 sp/bitki	1.03 f	1.45ab	1.80 a	0.28 j	1.14	1.10 a	0.06 h	0.08 d	0.10 ab	0.04 j	0.07	0.07 a
	3000 sp/bitki	1.03 f	1.01 fg	0.70 ij	1.02 f	0.94		0.06 h	0.05 i	0.05 i	0.09 bc	0.06	
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	1.03 f	0.26 j	0.70 j	0.86 i	0.71		0.06 h	0.01 j	0.05 i	0.05 i	0.04	
	2000 sp/bitki	1.03 f	1.26 cd	0.48 j	0.40 j	0.79	0.82 ab	0.06 h	0.08 cd	0.02 j	0.06 hi	0.06	0.05 ab
	3000 sp/bitki	1.03 f	0.93 h	0.91 h	0.91 h	0.95		0.06 h	0.05 i	0.07 de	0.06 h	0.06	
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	1.03 f	0.14 j	0.30 j	0.36 j	0.46		0.06 h	0.05 i	0.02 j	0.02 j	0.04	
	2000 sp/bitki	1.03 f	0.66 j	1.20 de	0.34 j	0.81	0.70 ab	0.06 h	0.06 gh	0.05 i	0.04 i	0.06	0.05 ab
	3000 sp/bitki	1.03 f	0.95 gh	0.85 i	0.53 j	0.84		0.06 h	0.05 i	0.05 i	0.05 i	0.05	
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	1.03 f	----* j	0.62 j	0.64 j	0.57		0.06 h	----* j	0.04 j	0.05 i	0.04	
	2000 sp/bitki	1.03 f	0.88 i	1.25 d	0.24 j	0.85	0.64 ab	0.06 h	0.03 j	0.07 ef	0.03 j	0.05	0.04 b
	3000 sp/bitki	1.03 f	0.31 j	0.31 j	0.38 j	0.51		0.06 h	0.02 j	0.02 j	0.02 j	0.03	
Kökteyl Mikor.	1000 sp/bitki	1.03 f	0.35 j	0.24 j	0.25 j	0.47		0.06 h	0.05 i	0.01 j	0.02 j	0.04	
	2000 sp/bitki	1.03 f	0.35 j	0.28 j	0.26 j	0.48	0.55 b	0.06 h	0.04 j	0.03 j	0.02 j	0.04	0.04 b
	3000 sp/bitki	1.03 f	0.57 j	0.35 j	0.88 hi	0.71		0.06 h	0.04 j	0.02 j	0.04 j	0.04	
Mikor. Uyg. Zamanı Ort.		1.03 a	0.73 b	0.76 b	0.53 b			0.06 a	0.05 ab	0.04 b	0.04 b		

## Kök Yaş Ağırlıkları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):0.25

D % 5 (Spor Yoğunluğu):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Türü):0.51

## Kök Kuru Ağırlıkları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):0.02

D % 5 (Spor Yoğunluğu):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Türü):0.03

\* Bu parselede ölçüm yapılacak bitki bulunamamıştır.

Çizelge 4.3. Saksı denemesinde gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Gövde Yaş Ağırlıkları (g)						Gövde Kuru Ağırlıkları (g)					
		Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort.	Mikor. Türü Ort.	Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort	Mikor. Türü Ort.		
		M0	MT	MF			MT+F	M0	MT			MF	MT+F
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	9.88 k	12.20 hi	12.42 gh	11.29 k	11.45 b	11.76 a	1.06 o	1.63 gh	1.80 e	1.65 fg	1.54	1.47 a
	2000 sp/bitki	9.88 k	10.40 k	10.62 k	11.92 i	10.71 ab		1.06 o	2.06 ab	1.74 f	1.01 o	1.47	
	3000 sp/bitki	9.88 k	14.82 d	12.03 i	15.71 bc	13.11 a		1.06 o	1.44 kl	1.21 mn	1.84 de	1.39	
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	9.88 k	5.71 k	18.74 a	9.83 k	11.04 b	11.28 ab	1.06 o	1.01 o	2.22 a	1.65 g	1.49	1.38 a
	2000 sp/bitki	9.88 k	14.81 d	6.36 k	8.54 k	9.90 ab		1.06 o	2.21 a	0.57 op	1.48 k	1.33	
	3000 sp/bitki	9.88 k	11.02 k	16.81 ab	13.90 e	12.90 a		1.06 o	1.06 o	1.74 ef	1.43 l	1.32	
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	9.88 k	11.77 ij	5.97 k	7.75 k	8.84 b	10.97 abc	1.06 o	1.60 i	0.85 o	1.62 hi	1.28	1.30 ab
	2000 sp/bitki	9.88 k	9.59 k	12.14 i	13.60 ef	11.30 ab		1.06 o	1.86 cd	1.65 g	1.20 n	1.44	
	3000 sp/bitki	9.88 k	14.74 d	14.83 cd	11.57 j	12.76 a		1.06 o	1.19 n	1.36 lm	1.11 o	1.18	
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	9.88 k	----* l	6.69 k	8.28 k	6.21 b	9.02 c	1.06 o	----* p	1.07 o	1.93 bc	1.02	1.08 bc
	2000 sp/bitki	9.88 k	12.27 h	11.32 jk	12.51 fg	11.50 ab		1.06 o	1.58 ij	1.10 o	0.95 o	1.17	
	3000 sp/bitki	9.88 k	6.61 k	7.20 k	13.76 e	9.36 a		1.06 o	0.70 o	0.92 o	1.50 jk	1.05	
Kokteyl Mikor.	1000 sp/bitki	9.88 k	8.33 k	7.51 k	9.53 k	8.81 b	9.25 bc	1.06 o	1.19 n	1.11 no	1.17 n	1.13	1.02 c
	2000 sp/bitki	9.88 k	9.05 k	6.89 k	10.22 k	9.01 ab		1.06 o	1.53 k	0.83 o	0.90 o	1.08	
	3000 sp/bitki	9.88 k	9.71 k	6.01 k	14.12 de	9.93 a		1.06 o	0.75 o	0.45 p	1.17 n	0.86	
Mikor. Uyg. Zamanı Ort.		9.88 b	10.07 ab	10.37 ab	11.50 a		1.06 b	1.32 a	1.24 ab	1.37 a			

## Gövde Yaş Ağırlıkları

D % 5 (Mikoriza Uyg. Zamanı):1.62

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.):1.62

D % 1 (Mikoriza Türü):2.20

## Gövde Kuru Ağırlıkları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):0.24

D % 5 (Mikoriza Spor Yoğ.):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Türü):0.25

\* Bu parselde ölçüm yapılacak bitki bulunmamıştır.

yüksek sonuçlar *Glomus caledonium* 1000 ve 3000 spor/bitki MF, gövde kuru ağırlıklarının interaksyonlarında aynı türün 1000 spor/bitki MF ve 2000 spor/bitki MT uygulamalarından elde edilmiştir.

Üç yerel *Glomus* türünü domates, patlıcan ve biber bitkilerinde uygulayan Al-Raddad (1987), gövde yaş ağırlığı ve toplam verimi mikorizaların farklı oranlarda arttırdığını ve en etkili türün *G. mossea* olduğunu bulmuştur. Waterer ve Coltman (1989), şaşırtma öncesi mikorizal inokulasyonun toplam meyve verimini ve gövde yaş ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir.

Yaprak yaş ve kuru ağırlığında da en iyi tür olarak *Glomus mossea* bulunmuş (sırasıyla 14.67 g ve 3.22 g) ve bunu *G. etunicatum* (13.81 ve 3.07) ve *G. caledonium* (12.82 ve 3.08 g) türleri izlenmiştir (Çizelge 4.4). Spor yoğunluğu yönünden yaprak yaş ağırlığında 3000 spor/bitki, yaprak kuru ağırlığında 2000 spor/bitki'den yüksek sonuçlar alınmıştır. Yaprak yaş ağırlığında, mikoriza uygulama zamanı istatistiksel bir fark oluşturmadığı halde, yaprak kuru ağırlığında mikorizanın MT+F uygulama zamanından en iyi sonuçlar elde edilmiştir. İnteraksiyon analizi sonuçları, yaprak yaş ağırlığında *Glomus caledonium* 1000 spor/bitki MF ve *Glomus etunicatum* 3000 spor/bitki MT'nin; yaprak kuru ağırlığında *Glomus caledonium* 1000 spor/bitki MF ve *Glomus mosseae* 2000 spor/bitki MT'nin en yüksek değerleri verdiğini göstermektedir.

Hıyar bitkisinde tohumun çimlenmesi aşamasında oluşan ana kökün uzunluğunun ölçülmesi sonucunda en uzun köklerin sırasıyla *G.mosseae*, *G.caledonium* ve *G.etunicatum* türlerinden, 2000 spor/bitki uygulamasından elde edildiği ve mikoriza uygulama zamanları arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). İnteraksiyonlarda ise *G.etunicatum* 2000 spor/bitki MF'nin en yüksek değerleri verdiği görülebilmektedir. Kök infeksiyon oranının belirlenmesi esnasında hesaplanan toplam kök uzunluğu yönünden en iyi sonuçlar M0'dan elde edilmiş, mikoriza türü ve spor yoğunluğu arasında istatistiksel bir fark oluşmamıştır.

Mikorizasız uygulamaların istatistiksel analizlerde kök uzunluğu yönünden yüksek değerleri vermesi, hıyarda mikorizanın bitki kök gelişimini engellediğini düşündürmektedir. Khalil ve ark. (1999), mikorizal bağımlılığı yüksek olan soyada

Çizelge 4.4. Saksı denemesinde yaprak yaş ve kuru ağırlıkları (g)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Yaprak Yaş Ağırlıkları (g)						Yaprak Kuru Ağırlıkları (g)						Mikor. Türü Ort.
		Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort.			Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikor. Spor Yoğ.Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	M0	MT	MF	MT+F	M0	MT	MF	MT+F	
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	13.44 l	19.60 c	19.72 bc	15.35 hi	17.03 ab	14.67 a	2.66 k	3.34 h	3.13 i	3.36 h	3.12 b	3.22 a	
	2000 sp/bitki	13.44 l	13.81 k	6.32 no	11.97 mn	11.39 b	2.66 k	4.34 ab	3.86 f	2.94 j	3.45 a	3.10 ab		
	3000 sp/bitki	13.44 l	17.05 ef	14.14 k	17.69 de	15.58 a	2.66 k	3.23 h	2.85 jk	3.66 g	3.10 ab			
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	13.44 l	9.31 n	26.27 a	11.13 n	15.04 ab	12.82 ab	2.66 k	1.69 k	4.91 a	2.74 k		3.00 b	3.08 ab
	2000 sp/bitki	13.44 l	14.06 k	4.75 o	6.98 n	9.81 b	2.66 k	4.26 bc	1.69 k	3.85 e	3.12 a	3.11 ab		
	3000 sp/bitki	13.44 l	11.74 n	13.01 l	16.22 gh	13.60 a	2.66 k	2.69 k	3.71 fg	3.37 h	3.11 ab			
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	13.44 l	18.08 d	10.52 n	12.37 lm	13.60 ab	13.81 ab	2.66 k	3.19 hi	1.51 k	3.40 gh		2.69 b	3.07 ab
	2000 sp/bitki	13.44 l	8.96 n	5.59 o	14.66 ij	10.66 b	2.66 k	3.81 ef	3.88 de	3.35 h	3.43 a	3.08 ab		
	3000 sp/bitki	13.44 l	22.28 ab	18.58 cd	14.34 jk	17.16 a	2.66 k	3.36 h	3.29 h	3.01 ij	3.08 ab			
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	13.44 l	----* o	9.99 n	11.30 n	8.68 ab	10.94 b	2.66 k	----* l	1.96 k	3.13 i		1.94 b	2.47 c
	2000 sp/bitki	13.44 l	13.25 l	13.21 l	16.27 fg	14.04 b	2.66 k	2.99 j	2.85 k	2.82 k	2.83 a	2.63 ab		
	3000 sp/bitki	13.44 l	9.22 n	8.74 n	8.98 n	10.10 a	2.66 k	2.29 k	2.61 k	2.96 j	2.63 ab			
Kokteyl Mikor.	1000 sp/bitki	13.44 l	9.86 n	9.96 n	13.11 l	11.59 ab	11.42 b	2.66 k	2.46 k	2.37 k	2.69 k		2.55 b	2.58 bc
	2000 sp/bitki	13.44 l	8.53 n	8.74 n	7.76 n	9.62 b	2.66 k	2.88 j	2.22 k	2.40 k	2.54 a	2.64 ab		
	3000 sp/bitki	13.44 l	14.18 k	8.37 n	16.18 h	13.04 a	2.66 k	2.40 k	1.38 k	4.10 cd	2.64 ab			
Mikor. Uyg. Zamanı Ort.	13.44	12.66	11.86	12.95		2.66 b	2.86 ab	2.81 ab	3.19 a					

## Yaprak Yaş Ağırlıkları

D % 5 (Mikoriza Uyg. Zamanı):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.):2.29

D % 5 (Mikoriza Türü):3.17

## Yaprak Kuru Ağırlıkları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):0.50

D % 5 (Mikoriza Spor Yoğ.):0.34

D % 1 (Mikoriza Türü):0.59

\* Bu parselde ölçüm yapılacak bitki bulunamamıştır.

Çizelge 4.5. Saksı denemesinde ana kök ve toplam kök uzunlukları (cm)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Ana Kök Uzunlukları (cm)						Toplam Kök Uzunlukları (cm)						Mikor. Türü Ort.
		Mikoriza Uygulama Zamanı						Mikoriza Uygulama Zamanı						
		M0	MT	MF	MT+F	M0	MT	MF	MT+F					
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	39.2 m	53.3 c	33.7 m	27.3 m	38.4 b	58594.1	66244.7	42164.5	7935.7	43734.8	34299.3		
	2000 sp/bitki	39.2 m	57.3 b	46.5 gh	50.2 ef	48.3 a	58594.1	17477.6	29515.9	5291.3	27719.7			
	3000 sp/bitki	39.2 m	42.3 ij	25.7 m	40.0 i	36.8 ab	58594.1	19541.7	12193.1	35445.0	31443.5			
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	39.2 m	47.0 fg	26.0 m	32.0 m	36.1 b	58594.1	7236.7	17600.0	10535.0	23491.5	25963.9		
	2000 sp/bitki	39.2 m	39.0 m	23.7 m	58.0 ab	40.0 a	58594.1	24222.3	7964.3	9933.3	25178.5			
	3000 sp/bitki	39.2 m	35.7 m	52.3 de	50.0 f	44.3 ab	58594.1	23206.7	13634.9	21450.5	29221.6			
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	39.2 m	26.0 m	16.5 n	23.0 m	26.2 b	58594.1	6020.0	10737.5	9930.8	21320.6	24590.7		
	2000 sp/bitki	39.2 m	42.0 k	68.5 a	53.0 cd	50.7 a	58594.1	14421.1	20351.0	11921.9	26322.0			
	3000 sp/bitki	39.2 m	30.3 m	50.0 f	45.7 hi	41.3 ab	58594.1	29168.5	4886.6	11869.3	26129.6			
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	39.2 m	---* n	19.0 mn	26.0 m	21.1 b	58594.1	----*	22650.0	12238.0	23370.5	22454.8		
	2000 sp/bitki	39.2 m	44.0 i	30.0 m	40.0 kl	38.3 a	58594.1	21218.0	15015.0	5817.0	25161.0			
	3000 sp/bitki	39.2 m	24.5 m	42.2 jk	44.5 i	37.6 ab	58594.1	3694.0	5068.5	7974.5	18832.8			
Kokteyl Mikor.	1000 sp/bitki	39.2 m	54.5 bc	33.0 m	21.0 m	36.9 b	58594.1	12260.0	4739.4	3228.5	19705.5	20585.5		
	2000 sp/bitki	39.2 m	45.0 i	24.0 m	37.0 m	36.3 a	58594.1	5103.0	3875.3	2444.6	17504.3			
	3000 sp/bitki	39.2 m	25.7 m	18.7 n	33.0 m	29.2 ab	58594.1	6992.5	9929.7	22670.9	24546.8			
Mikor. Uyg. Zamanı Ort.		39.2	37.8	34.0	38.7		58594.1 a	17120.5 b	14688.4 b	11912.4 b				

Toplam Kök Uzunlukları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı):9187.7

D % 5 (Mikoriza Spor Yoğ.):Ö.D.

D % 5 (Mikoriza Türü):Ö.D.

Ana Kök Uzunlukları

D % 5 (Mikoriza Uyg. Zamanı):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.): 7.5

D % 5 (Mikoriza Türü): 7.4

\* Bu parselde ölçüm yapılacak bitki bulunamamıştır.



simbiyozisin hızlı olduğunu ve kök uzunluğunun mikorizal bağımlılığı düşük olan çeşitlerden daha kısa, lateral köklerin çapının daha büyük olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kök uzunluğu ve kök yüzey bölgeleri mikorizal bağımlılık ile negatif korelasyonlu bulunmuştur. Aksine *Salix repens* eliklerinde AM kolonizasyonu daha yüksek kök büyümesiyle sonuçlanmıştır (Heijden, 2001).

Yaprak alanı ve kökte mikorizal infeksiyon oranlarının verildiği izelge 4.6 incelendiğinde yaprak alanının en yüksek değerlerinin M0 uygulamasından (103.61 cm<sup>2</sup>) elde edildiği, en iyi mikoriza türlerinin sırasıyla *G.mosseae*, *G.etunicatum* ve *G.caledonium* (sırasıyla 98.2 cm<sup>2</sup>, 87.0 cm<sup>2</sup> ve 85.5 cm<sup>2</sup>) olduğu ve mikorizanın 3000 spor/bitki uygulamalarından en yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir. *G.mosseae* 3000 spor/bitki MT+F ve *G.etunicatum* 3000 spor/bitki MT uygulamaları interaksiyonlarda önemli çıkmıştır. Al-Karaki (2000), sulama suyu ve toprak tuzluluğunda mikorizal kolonizasyon durumunda mikorizalı bitkilerde yaprak alanının mikorizasızlardan daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Tinker (1980) ise mikorizalı bitkilerde yaprakların yüzey alanı ve renginin farklı olduğunu vurgulamıştır.

Kökte mikorizal infeksiyon oranları yönünden en iyi türlerin *G.caledonium* (% 63.0), *G.etunicatum* (%51.4) ve *G.clarum* (%51.4) olduğu, spor yoğunlukları arasında istatistiksel fark olmadığı ve en iyi uygulama zamanlarının MF (% 59.9) ve MT+F (% 58.2) olduğu belirlenmiştir. *G.etunicatum* 3000 spor/bitki MT+F'nin interaksiyonlarda en yüksek infeksiyon değerini verdiği belirlenmiştir. Ahiabor ve Hirata (2001), *Glomus etunicatum* ve *Gigaspora margarita* ile inokule edilen baklagil türlerinde yüksek kök kolonizasyonu elde etmişler, ancak düşük kök infeksiyonu olan türlerde de infeksiyonun büyümeyi artırdığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar biyomas değerlerinin inokulasyonla arttığını ve mikoriza türlerinden *Glomus etunicatum*'un daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Barrow ve ark. (1977), Bierman ve Linderman (1983) ile Menge (1983), şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonunun ürün üniformitesi ve gelişmeyi arttırarak, şaşırtma sırasındaki fide kaybını azalttığını, ayrıca bitkilerin fideliklerde inokule edilmesi ile daha az mikorizal mantara gereksinim duyulacağını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.6. Saksı denemesinde yaprak alanları (cm<sup>2</sup>) ve mikorizal infeksiyon oranları (%)

Mikor. Türü	Mikoriza Spor Yoğunluğu	Yaprak Alanları (cm <sup>2</sup> )						Mikorizal İnfeksiyon Oranları (%)					
		Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikoriza Uygulama Zamanı			Mikoriza Uygulama Zamanı		
		M0	MT	MF	MT+F	M0	MT	MF	MT+F	M0	MT	MF	MT+F
<i>Glom. mos.</i>	1000 sp/bitki	103.6 g	99.8 gh	80.5 m	99.4 h	95.8 b	98.2 a	41.5 h	80.7 bc	68.5 h	37.8 h	57.1	49.8 ab
	2000 sp/bitki	103.6 g	66.7 o	53.5 o	90.7 hi	78.6 b	41.5 h	42.8 h	70.2 gh	53.0 h	51.9		
	3000 sp/bitki	103.6 g	119.5 bc	114.0 cd	143.4 a	120.1 a	41.5 h	54.7 h	33.6 h	31.7 h	40.4		
<i>Glom. cal.</i>	1000 sp/bitki	103.6 g	60.6 o	89.7 ij	57.9 o	78.0 b	85.5 ab	41.5 h	54.5 h	77.5 d	78.8 cd	63.1	63.0 a
	2000 sp/bitki	103.6 g	85.7 jk	51.6 o	70.5 o	77.9 b	41.5 h	46.6 h	70.1 h	83.9 b	60.5		
	3000 sp/bitki	103.6 g	79.3 mn	109.8 e	109.9 de	100.7 a	41.5 h	75.5 de	69.5 h	74.9 e	65.4		
<i>Glom. etun.</i>	1000 sp/bitki	103.6 g	65.2 o	67.8 o	56.9 o	73.4 b	87.0 ab	41.5 h	49.6 h	60.0 h	60.7 h	53.0	51.4 ab
	2000 sp/bitki	103.6 g	75.9 no	56.5 o	73.3 o	77.3 b	41.5 h	39.9 h	37.5 h	44.2 h	40.8		
	3000 sp/bitki	103.6 g	127.9 ab	107.9 ef	101.5 g	110.2 a	41.5 h	74.3 ef	37.3 h	89.2 a	60.6		
<i>Glom. clar.</i>	1000 sp/bitki	103.6 g	----* p	52.9 o	59.1 o	53.9 b	73.7 b	41.5 h	----* i	75.5 e	74.9 e	48.0	51.4 ab
	2000 sp/bitki	103.6 g	53.9 o	87.7 j	89.1 j	83.6 b	41.5 h	72.3 fg	84.7 ab	35.4 h	58.5		
	3000 sp/bitki	103.6 g	81.3 m	64.9 o	85.1 k	83.7 a	41.5 h	37.4 h	56.3 h	55.8 h	47.8		
Kokteyl Mikor.	1000 sp/bitki	103.6 g	52.3 o	58.1 o	64.8 o	69.7 b	76.1 b	41.5 h	32.7 h	56.0 h	41.6 h	43.0	46.4 b
	2000 sp/bitki	103.6 g	57.9 o	61.3 o	70.2 o	73.3 b	41.5 h	45.0 h	46.9 h	54.7 h	47.0		
	3000 sp/bitki	103.6 g	81.9 lm	73.4 o	82.3 kl	85.3 a	41.5 h	43.6 h	54.3 h	57.0 h	49.1		
Mikor.Uyg. Zamanı Ort.		103.6 a	73.9 c	75.3 bc	83.6 b		41.5 b	50.0 ab	59.9 a	58.2 a			

## Yaprak Alanları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı): 8.6

D % 1 (Mikoriza Spor Yoğ.): 8.1

D % 1 (Mikoriza Türü):14.0

## Mikorizal İnfeksiyon Oranları

D % 1 (Mikoriza Uyg. Zamanı) : 9.0

D % 5 (Mikoriza Spor Yoğ.):Ö.D.

D % 1 (Mikoriza Türü): 9.0

\* Bu parselde ölçüm yapılacak bitki bulunamamıştır.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, bitkinin vegetatif gelişmesinde önemli bir kriter olan ana gövde uzunluğu ve boğum sayısı yönünden en iyi sonuçların *G.etunicatum* türünün 2000 ve 3000 spor dozunun MT+F döneminde uygulanmasından elde edildiği, diğer kriterler yönünden ise *G.etunicatum* türünün *G.mosseae* ve *G.caledonium* türlerinden sonra geldiği ve genelde MT+F dönemi uygulamasının en yüksek değerlerle sonuçlandığı görülmektedir. Dinç ve ark. (1978), verimliliğin doğrudan doğruya kaliteli fide kullanımıyla ilgili olduğunu vurgulamışlardır. Harley ve Smith (1983) ile Malajczuk ve ark. (1992), mikorizanın bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırdığını ifade etmişlerdir.

Saksı denemesi sonucu olarak bitki gelişmesini en fazla etkileyen *G.etunicatum* türünün hıyarda 2000 spor yoğunluğunda, MT+F döneminde uygulanmasından en iyi değerler alındığı için sera denemeleri bu sonuçlar temel alınarak kurulmuştur.

#### 4.2. Sera Denemeleri

Sera denemelerinde, saksı denemelerinde Seraset hıyar çeşidi için belirlenmiş olan mikoriza türü (*Glomus etunicatum*), mikoriza spor yoğunluğu (2000 spor/bitki) yine MT, MF, MT+F dönemlerinde uygulanarak sonuçlar mikorizasız (M0) uygulamalar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca azotun 4 farklı dozu (N0=0 kg/da, N1=10 kg/da, N2=20 kg/da, N3=30 kg/da) ile fosforun 4 farklı dozu (P0=0 kg/da, P1=10 kg/da, P2=20 kg/da, P3=30 kg/da) da denemeye dahil edilmiş ve hıyarda azot, fosfor, mikoriza interaksyonu belirlenmiştir (4 N x 4 P x 4 Mikoriza uygulama zamanı x 3 Tekerrür = 192 parselde çalışılmıştır). Sera denemeleri 1 yıl boyunca sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde olmak üzere 2 defa yapılmış ve düzenli olarak hasad yapılarak 2'şer haftalık ve toplam verim (kg/m<sup>2</sup>) ile meyve sayısı belirlenmiştir. Dikimden 2 ay sonrasına kadar ilk dönem hariç diğer dönemde, her parselde verim düzeyini belirlemede kullanılan bitkilerin dışında 2 bitkiden elde edilen budama artıkları ve meyve miktarları tartılmıştır. Dikimden 2 ay sonra bu bitkiler sökülmüş ve bitki üzerindeki yaprak ve meyveler tartılarak bu toplama ilave edilmiştir. Böylece bir

bitkinin biyomasındaki toplam meyve ve yaprak değerleri elde edilmiştir. İlk dönemde sadece dikimden 2 ay sonra sökülen bitkilerdeki değerler alınmıştır. Ayrıca bu bitkilerde ana gövde uzunluğu, boğum sayısı, kök boğazı kalınlığı, gövde, yaprak, meyve ve kökte yaş ve kuru ağırlıklar, kökte mikorizal infeksiyon oranı, yaprak alanı, meyve çapı ve meyve boyu ölçülmüştür. Bu bitkilerden alınan yapraklar yıkayıp kurutulmuş ve öğütüldükten sonra bu yapraklarda azot, fosfor ve potasyum içerikleri ölçülmüştür.

#### 4.2.1.Toplam Verim

Sonbahar yetiştiriciliğinde uygulanan azot dozları verim yönünden istatistiksel bir fark oluşturmamış, fosfor dozlarından P3 ve mikoriza uygulama zamanlarından MT+F en iyi sonuçları vermiştir (Çizelge 4.7). İlbahar yetiştiriciliğinde azot dozları yine istatistiksel bir fark oluşturmamış, fosfor dozlarından P1 ve mikoriza uygulama zamanlarından MT+F en iyi sonuçları vermiştir. Sonbahar yetiştiriciliğinde mikoriza uygulama şekli ve azot arasında interaksiyon olduğu belirlenmiş ve N1P3M0 (5.22 kg/m<sup>2</sup>) ile N3P3MT+F (5.03 kg/m<sup>2</sup>), ilbahar yetiştiriciliğinde ise mikoriza uygulama şekli ve fosfor arasında interaksiyon olduğu belirlenmiş ve N3P1MT+F (14.83 kg/m<sup>2</sup>) ile N1P1M0 (14.64 kg/m<sup>2</sup>) en yüksek değerleri vermiştir.

Mikoriza varlığı verim ve biyomasta artışa neden olmuştur ve mikorizanın MT+F döneminde uygulanmasından iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sonbaharda en iyi değerlerin elde edildiği P2 ve P3'ten ilbaharda düşük değerler alınması dikkati çekmiştir.

İlbahar dönemi hasad sonuçları sonbahar döneminden yaklaşık 3 kat daha fazla olmuş ve bu hıyar bitkilerinin ve mikorizanın düşük sıcaklıkta daha yavaş gelişmeleriyle açıklanmıştır

Al-Raddad (1987) domates, patlıcan ve biberde, Mohandas (1987) domateste, Waterer ve Coltman (1989) biberde mikoriza inokulasyonunun verimi inokulasyonsuz bitkilere göre arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama verim (kg / m<sup>2</sup>)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR				
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F					
N0	P0	3.36 i	2.87 i	2.52 i	4.55 de	3.33 b	3.49	12.27 d	12.62 d	13.27 d	13.04 d	12.81 ab	12.39			
	P1	2.91 i	3.00 i	2.28 i	3.73 i	2.98 b		13.48 d	13.28 d	13.69 cd	13.82 c	13.56 a				
	P2	3.19 i	3.13 i	3.40 i	4.39 f	3.53 ab		12.25 d	12.50 d	11.40 d	12.25 d	12.11 ab				
	P3	4.12 i	4.01 i	3.69 i	4.70 cd	4.13 a		11.33 d	11.14 d	10.48 d	11.40 d	11.09 b				
N1	P0	4.02 i	3.86 i	3.46 i	3.26 i	3.65 b	3.84	12.93 d	12.79 d	13.81 c	14.06 bc	13.40 ab	12.94			
	P1	4.12 i	3.72 i	2.71 i	3.37 i	3.48 b		14.62 ab	13.02 d	12.96 d	13.40 d	13.50 a				
	P2	4.71 d	4.12 hi	3.59 i	3.64 i	4.02 ab		13.59 d	12.90 d	12.55 d	11.36 d	12.60 ab				
	P3	5.21 a	4.17 h	3.75 i	3.66 i	4.20 a		12.60 d	12.23 d	11.43 d	12.78 d	12.26 b				
N2	P0	4.18 gh	3.89 i	3.58 i	3.58 i	3.81 b	4.20	11.77 d	12.04 d	12.06 d	12.32 d	12.06 ab	11.83			
	P1	4.05 i	4.29 g	3.91 i	3.36 i	3.90 b		12.90 d	12.20 d	12.24 d	12.56 d	12.47 a				
	P2	4.33 fg	4.40 ef	4.38 f	4.61 d	4.43 ab		12.98 d	11.51 d	11.01 d	11.16 d	11.67 ab				
	P3	4.53 e	4.58 d	4.49 e	4.97 bc	4.64 a		11.52 d	11.63 d	10.49 d	10.78 d	11.11 b				
N3	P0	2.97 i	2.57 i	2.61 i	4.26 g	3.10 b	3.46	11.60 d	12.48 d	13.24 d	13.04 d	12.59 ab	12.67			
	P1	3.40 i	2.40 i	2.94 i	3.71 i	3.12 b		13.65 d	12.43 d	13.42 d	14.83 a	13.58 a				
	P2	2.92 i	3.18 i	3.64 i	4.50 e	3.56 ab		13.22 d	12.18 d	12.39 d	12.68 d	12.62 ab				
	P3	3.13 i	4.06 i	4.05 i	5.04 ab	4.07 a		11.38 d	11.55 d	12.35 d	12.30 d	11.90 b				
Mikoriza Ortal.		3.82 ab	3.64 b	3.44 b	4.08 a		12.64	12.28	12.30	12.61						

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 0.42

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 0.71

D % 1 (Fosfor): 1.49

D % 5 (Azot): Ö.D.

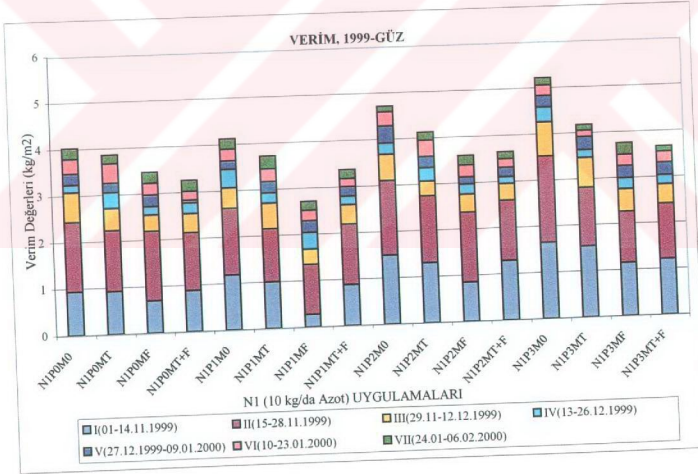
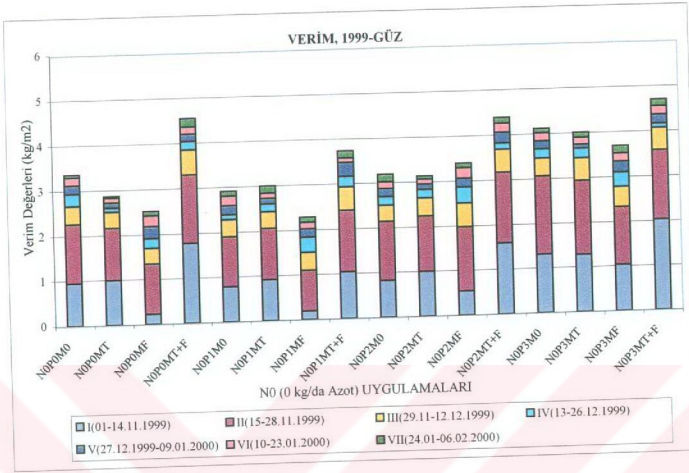
D % 5 (Azot): Ö.D.

#### 4.2.2.Erkenci Verim

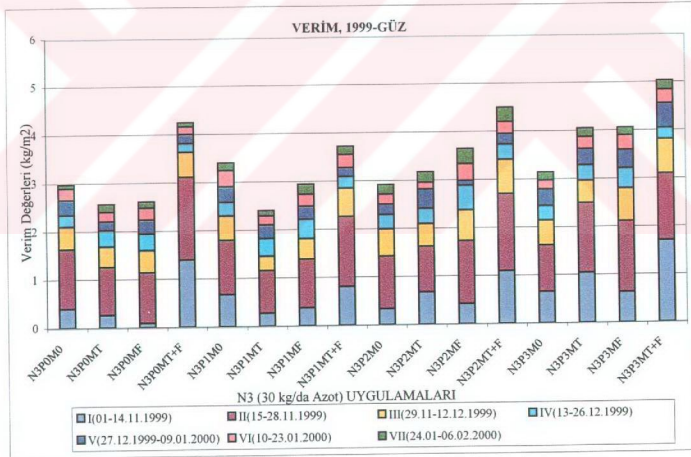
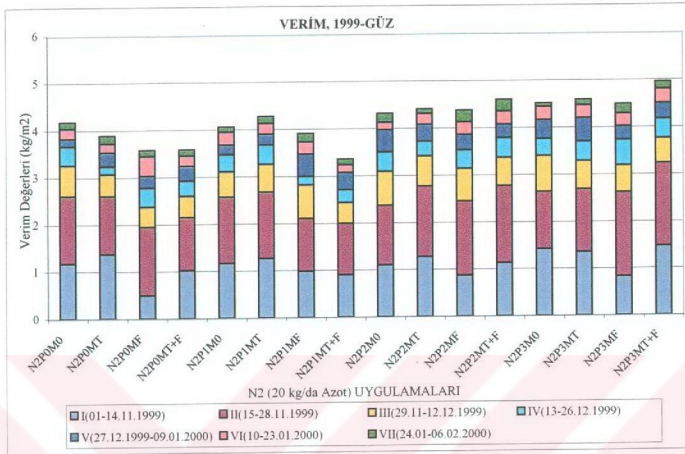
Şekil 4.2 incelendiğinde ilk ay hasad değerlerinin yüksek olduğu, sonraki aylarda giderek azaldığı görülmektedir.

N0 ve N3'te MT+F'li kombinasyonlarda verim artarken, N1'de azalmıştır. N2'de ise P0 ve P1'li kombinasyonlarda mikoriza verimi arttırmamış, P2 ve P3'te ise mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda verim yüksek olmuştur. En yüksek değerler sırasıyla N1P3M0 (5.22 kg/m<sup>2</sup>), N3P3MT+F (5.03 kg/m<sup>2</sup>) ve N2P3MT+F (4.96 kg/m<sup>2</sup>)'den elde edilmiştir. Erkenci verim olan ilk bir aylık verimde de aynı uygulamalar ilk sıralarda yer almıştır. Erkencilikte ilk sıralarda yer alan uygulamalar, N0P3MT+F (3.57 kg/m<sup>2</sup>), N1P3M0 (3.52 kg/m<sup>2</sup>), N0P0MT+F (3.30 kg/m<sup>2</sup>), N2P3MT+F (3.28 kg/m<sup>2</sup>), N0P2MT+F (3.17 kg/m<sup>2</sup>), N3P0MT+F (3.11 kg/m<sup>2</sup>), N1P2M0 (3.10 kg/m<sup>2</sup>), N3P3MT+F (3.09 kg/m<sup>2</sup>), N0P3M0 (3.06 kg/m<sup>2</sup>) olmuştur.

Şekil 4.3'e göre ilk 2 haftalık hasad değerleri düşük olmuş, sonraki bir ay süresince verimde artış gerçekleşmiş, bunu bir azalma ve artışın ardından yine bir azalma takip etmiştir. N0'da P0 ve P1 dozları diğer fosfor dozlarından daha yüksek değerler vermiş, P1'e doğru artan verim P3'e gidildikçe azalmıştır. Genelde mikorizalı uygulamalarda verim yüksek olmuştur. N1'de P0'ın MF ve MT+F uygulaması ile P1'in M0 uygulaması yüksek değerler vermiştir. P2 ve P3'e doğru verim azalmıştır. P0 dışında diğer P uygulamalarında mikorizasız uygulamalarda verim daha yüksek bulunmuştur. N2'nin P0 ve P1 uygulamalarından yüksek değerler alınmış, ancak mikorizasız olanlar genelde mikorizalılarından ya daha yüksek ya da benzer değerler vermiştir. N3'te ise yine P1'e gidildikçe verimde artış olmuş, mikorizalıları da yüksek değerler elde edilmiştir. P3'e doğru verim azalmıştır. En yüksek sonuçlar N3P1MT+F (14.83 kg/m<sup>2</sup>), N1P1M0 (14.64 kg/m<sup>2</sup>) ve N1P0MT+F (14.06 kg/m<sup>2</sup>) uygulamalarından elde edilmiştir. Erkenci verim olan ilk bir aylık verimde bu uygulamalar da ilk sıralarda yer almıştır. Erkencilikte ilk sıralarda yer alan uygulamalar, N0P1MT+F (4.88 kg/m<sup>2</sup>), N1P2M0 (4.49 kg/m<sup>2</sup>), N1P1M0 (4.21 kg/m<sup>2</sup>), N1P2MT (4.18 kg/m<sup>2</sup>), N0P1MT (4.15 kg/m<sup>2</sup>), N1P1MT+F (4.02 kg/m<sup>2</sup>), N1P0MT+F (3.99 kg/m<sup>2</sup>), N0P2M0 (3.96 kg/m<sup>2</sup>), N3P1MT+F (3,90 kg/m<sup>2</sup>), N0P1MF (3.88 kg/m<sup>2</sup>) olmuştur.

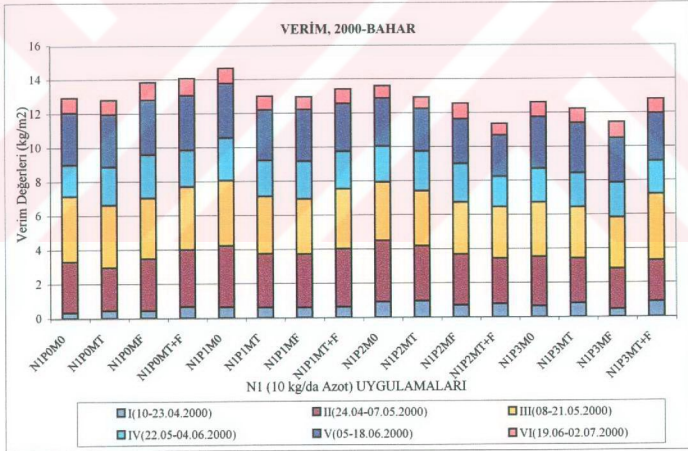
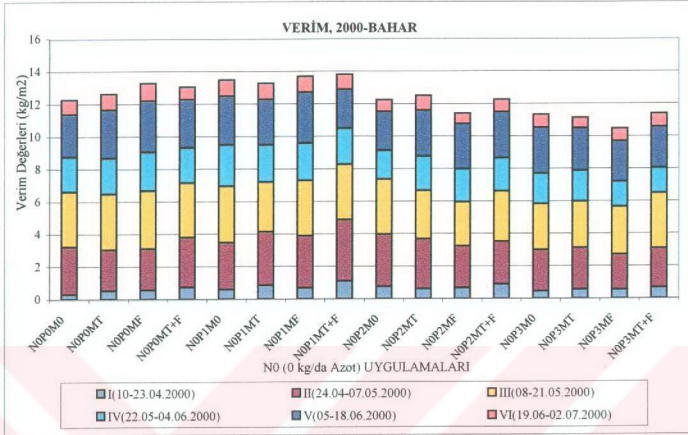


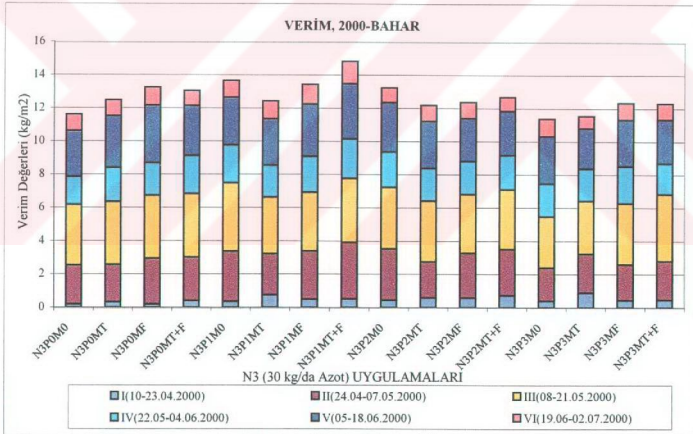
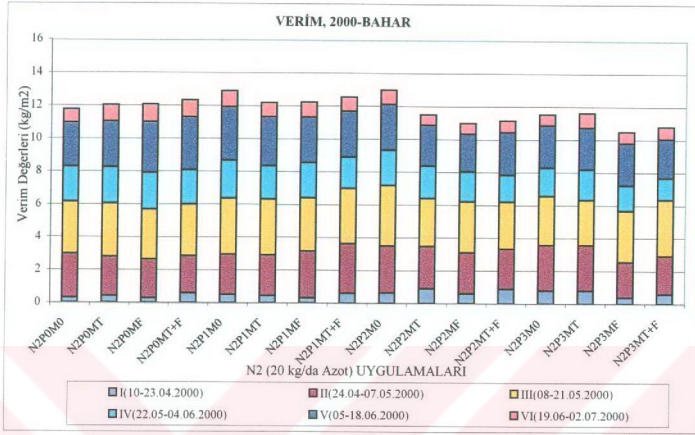
Şekil 4.2. Sonbahar denemesinde 2'şer haftalık verim



Şekil 4.2'nin devamı. Sonbahar denemesinde 2'şer haftalık verim



Şekil 4.3. İlkbahar denemesinde 2<sup>şer</sup> haftalık verim



Şekil 4.3'ün devamı. İlkbahar denemesinde 2'ser haftalık verim

Sonbahar döneminde sonraki haftalarda hasad değerlerinde azalmanın nedeni olarak o dönemde gerçekleşen düşük sıcaklıklar gösterilebilir. Çünkü kış dönemindeki düşük sıcaklıklar hem bitki gelişmesini hem de mikorizal gelişmeyi yavaşlatmaktadır. Schenck ve Schroder (1974), mikoriza gelişmesi ve oluşumunun 30 °C’de, en fazla hif oluşumu ve yüzey alanının 28-34 °C arasında gerçekleştiğini bildirmektedir. Addy ve ark. (1994) ise, bitki köklerinin varlığında bazı VAM hiflerinin toprak donduktan sonra hayatta kalabildiklerini belirlemişlerdir.

#### 4.2.3.Meyve Sayısı

Sonbahar yetiştiriciliğinde mikoriza uygulama zamanlarından MT+F (38.59 adet/m<sup>2</sup>), fosfor dozlarından P3 dozu en iyi sonuçları vermiş ve azot dozları arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir (izelge 4.8). En fazla meyve sayılarının interaksiyon analizleri doğrultusunda N3P3MT+F (46.98 adet/m<sup>2</sup>) ve N1P3M0’dan (46.67 adet/m<sup>2</sup>) elde edildiği belirlenmiştir.

İlkbahar yetiştiriciliğinde ise mikoriza uygulama zamanları ve azot dozları arasında istatistiksel fark belirlenmediği halde fosfor dozlarından P2 en iyi sonucu vermiş ve N1P1M0 ve N3P1MT+F uygulamaları en yüksek değerlerle sonlanmıştır (sırasıyla 142.02 adet/m<sup>2</sup> ve 140.71 adet/m<sup>2</sup> ). Uygulamalar arasında interaksiyon belirlenmemiştir.

#### 4.2.4.Toplam Bitki Ağırlıkları

Sonbahar döneminde sadece dikimden 2 ay sonra sökülen bitkilerdeki kök, gövde, yaprak ve meyve ağırlıklarının toplamı alındığı halde ilkbahar döneminde bu toplama dikimden itibaren budama artıkları ve hasad edilen meyvelerin ağırlıkları da ilave edilmiştir (izelge 4.9). Toplam bitki ağırlıklarını her iki dönem azot dozları etkilememişken, fosfor dozlarından ilk dönem P3, ikinci dönem P1 istatistiksel öneme sahip olmuştur. Mikoriza uygulama şeklinde sadece I.Dönem MF önemli etkiye sahip olmuş, II.Dönemde herhangi istatistiksel etki görülmemiş olmasına rağmen en yüksek değerleri MT+F vermiştir. En yüksek değerler I.Dönem sırasıyla N2P1MF (220 g), N2P3MF (210 g) ve N3P3MT+F (210 g), II.Dönem belirlenen

Çizelge 4.8 Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve sayıları (adet / m<sup>2</sup>)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR									
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.						
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F										
N0	P0	32.22 h	26.67 h	24.13 h	45.56 b	32.15 ab	32.44	127.98	131.19	135.12	131.19	131.37 ab	125.20								
	P1	26.83 h	28.73 h	20.48 h	35.40 h	27.86 b		134.29	132.62	136.67	134.52	134.53 a									
	P2	30.00 h	28.89 h	29.37 h	40.63 f	32.22 ab		115.95	125.71	115.95	122.98	120.15 ab									
	P3	37.62 h	34.76 h	33.97 h	43.81 c	37.54 a		114.05	118.69	107.50	118.81	114.76 b									
N1	P0	37.94 h	35.08 h	31.90 h	30.32 h	33.81 ab	32.52	124.88	131.07	135.71	139.05	132.68 ab	127.64								
	P1	38.57 g	34.92 h	25.40 h	32.70 h	32.90 b		142.02	122.98	123.21	132.50	130.18 a									
	P2	40.63 f	37.94 h	33.65 h	34.13 h	36.59 ab		127.38	130.83	125.12	112.02	123.84 ab									
	P3	46.67 a	37.30 h	36.51 h	34.60 h	38.77 a		126.43	124.52	118.45	125.95	123.84 b									
N2	P0	40.00 fg	38.25 g	34.76 h	35.56 h	37.15 ab	39.60	116.55	116.90	120.60	123.81	119.47 ab	117.78								
	P1	38.41 g	40.79 f	35.56 h	32.54 h	36.83 b		127.74	121.31	122.86	116.67	122.15 a									
	P2	39.84 g	42.06 d	39.37 g	41.75 de	40.76 ab		124.40	116.67	111.43	112.62	116.28 ab									
	P3	43.81 c	43.97 bc	40.79 ef	46.03 ab	43.65 a		113.57	116.07	111.31	111.90	113.21 b									
N3	P0	26.83 h	23.17 h	22.38 h	39.05 g	27.86 ab	32.04	118.69	127.26	130.83	132.14	127.23 ab	126.50								
	P1	32.38 h	22.86 h	28.57 h	36.19 h	30.00 b		132.50	123.21	132.50	140.71	132.23 a									
	P2	25.87 h	29.52 h	32.06 h	42.22 cd	32.42 ab		128.45	125.12	122.50	126.19	125.57 ab									
	P3	29.68 h	37.94 gh	36.98 h	46.98 a	37.90 a		114.29	114.29	130.12	125.12	120.96 b									
Mikoriza Ortal.		35.46 ab	33.93 b	31.62 b	38.59 a			124.32	123.65	123.74	125.39										

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 4.05

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 6.71

D % 5 (Fosfor): 11.06

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.9. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama bitki ağırlıkları (g / bitki)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										ILKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	M0		MT	MF	MT+F							
N0	P0	120	100	120	100	110 ab	110	2480 h	2600 h	2160 h	2190 h	2360 b	2370				
	P1	80	90	170	80	110 b		2.480 h	2350 h	2470 h	3230 bc			2630 a			
	P2	90	80	120	110	100 b		1810 h	2510 h	2580 h	2270 h			2290 ab			
	P3	120	140	110	150	130 a		2700 h	1670 h	2040 h	2290 h			2180 b			
N1	P0	110	120	140	100	120 ab	130	2570 h	2210 h	2780 g	2270 h	2460 b	2550				
	P1	120	120	150	110	130 b		2760 gh	3020 de	2640 h	3200 cd			2910 a			
	P2	140	100	130	110	120 b		2910 fg	2460 h	2340 h	2050 h			2440 ab			
	P3	170	140	160	130	150 a		2500 h	1980 h	2310 h	2700 h			2370 b			
N2	P0	150	180	140	140	150 ab	160	1920 h	2100 h	2320 h	1990 h	2080 b	2200				
	P1	170	160	220	90	160 b		2300 h	2200 h	2170 h	2740 h			2350 a			
	P2	150	120	170	150	150 b		2200 h	2360 h	2250 h	2110 h			2230 ab			
	P3	170	150	210	140	170 a		2010 h	1970 h	2270 h	2330 h			2150 b			
N3	P0	140	130	180	140	150 ab	150	2470 h	2280 h	2690 h	2180 h	2410 b	2640				
	P1	110	100	120	140	120 b		2690 h	2940 f	2980 ef	3420 a			3010 a			
	P2	120	140	150	140	140 b		2490 h	2490 h	2770 g	2360 h			2530 ab			
	P3	140	170	170	210	170 a		1900 h	2350 h	2860 g	3360 ab			2620 b			
Mikoriza Ortal.		130 ab	130 b	150 a	130 b		2390	2340	2480	2540							

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 0.02

ILKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): 0.02

D % 1 (Fosfor): 0.39

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

interaksiyon sonucuna göre N3P1MT+F (3420 g), N3P3MT+F (3360 g) uygulamalarından elde edilmiştir.

#### 4.2.5.Toplam Meyve Ağırlığı

Toplam meyve ağırlığının alındığı ilkbahar denemesinde fosforun P1 dozu en yüksek değerleri verirken, azot dozlarında ve mikoriza uygulama zamanında istatistiksel fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.10). Ancak mikoriza uygulama şekli ile fosfor arasında interaksiyon belirlenmiş ve yapılan analiz sonucunda en yüksek değerlerin N3P1MT+F (2690 g) ve N1P1MT+F (2560 g) uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir.

#### 4.2.6.Toplam Yaprak Ağırlığı

Toplam yaprak ağırlığı yönünden her üç faktörün etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve interaksiyon belirlenmemiş olduğu halde N3P3MT+F'nin en yüksek değeri (600 g) verdiği dikkat çekmiştir (Çizelge 4.10).

#### 4.2.7.Ana Gövde Uzunluğu

Çizelge 4.11'deki ana gövde uzunluğu değerleri incelendiğinde sonbahar yetiştiriciliğinde sadece fosforun ve fosfor dozlarından P3'ün etkili olduğu görülmektedir. Azot ve mikoriza uygulama zamanı istatistiksel etkiye sahip olmamıştır. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise her 3 faktörün istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Her iki dönemde önemli olmadığı halde mikorizasız uygulamaların daha düşük değerler verdiği dikkati çekmektedir. İnteraksiyon sonuçlarına göre birinci dönem N1P3MF (236.67 cm) ve N3P3MF (233.83 cm), ikinci dönem N3P3MF (306.67 cm) N3P3MT+F (303.83 cm) uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir.

Onguene ve Habte (1995), VAMF'in, şaşırtma öncesi uygulandığında bitki boyunu arttırdığını, şaşırtma öncesi ortama eklenen N:P gübrelerinin oranları ve şaşırtma sonrası gövdede gözlenen N:P oranları ile kök kolonizasyonu arasında bir ilişkinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. İlkbahar denemesinde toplam meyve ve yaprak ağırlıkları (g / bitki)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	İLKBAHAR (Toplam Meyve)						İLKBAHAR (Toplam Yaprak)					
		Mikoriza Uygulama Şekli			Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Azot Ort.
		M0	MT	MF		MT+MF	M0	MT		MF	MT+MF		
N0	P0	1790 h	1890 h	1510 h	1540 h	1680 b	1710	440	480	430	430	450	430
	P1	1750 h	1760 h	1820 h	2560 bc	1970 a		480	380	430	430	430	
	P2	1270 h	1850 h	1900 h	1650 h	1670 ab		360	450	440	400	410	
	P3	2000 h	1140 h	1370 h	1620 h	1530 b		470	350	440	410	420	
N1	P0	1840 h	1550 h	2000 h	1650 h	1760 b	1860	490	450	540	430	480	460
	P1	1990 h	2260 f	1920 h	2560 ab	2180 a		520	510	480	420	480	
	P2	2070 g	1830 h	1700 h	1490 h	1770 ab		560	410	410	380	440	
	P3	1870 h	1330 h	1620 h	2010 gh	1710 b		420	430	470	440	440	
N2	P0	1410 h	1550 h	1700 h	1440 h	1530 b	1620	330	370	400	370	370	390
	P1	1650 h	1630 h	1550 h	2090 g	1730 a		430	370	400	440	410	
	P2	1670 h	1810 h	1690 h	1550 h	1680 ab		380	360	370	360	370	
	P3	1470 h	1410 h	1630 h	1630 h	1540 b		350	360	420	460	400	
N3	P0	1850 h	1620 h	2000 h	1610 h	1770 b	1960	410	430	470	370	420	450
	P1	2080 g	2290 de	2260 ef	2690 a	2330 a		390	430	500	480	450	
	P2	1730 h	1770 h	2060 g	1740 h	1830 ab		510	480	470	430	470	
	P3	1400 h	1680 h	2100 fg	2470 cd	1910 b		320	440	500	600	470	
Mikoriza Ortal.		1740	1710	1800	1890		430	420	450	430			

İLKBAHAR (Toplam Meyve): D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 0.32

D % 5 (Azot): Ö.D.

İLKBAHAR (Toplam Yaprak): D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.1.1. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama ana gövde uzunlukları (cm)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR									
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.								
		M0	MT	MF	MT+F	M0		MT	MF	MT+F											
N0	P0	196.67 h	174.00 h	175.33 h	193.83 h	184.96 b	190.97	269.67 d	262.17 d	260.00 d	273.33 d	266.29	268.79								
	P1	174.83 h	176.17 h	172.83 h	197.67 h	180.38 b		278.00 c	274.00 d	267.83 d	258.00 d	269.46									
	P2	182.00 h	180.33 h	196.67 h	203.50 h	190.63 b		254.00 d	268.33 d	279.83 c	272.17 d	268.58									
	P3	195.50 h	212.50 f	209.17 f	214.50 f	207.92 a		272.17 d	247.33 d	285.33 c	278.50 c	270.83									
N1	P0	191.83 h	187.83 h	201.00 h	189.50 h	192.54 b	206.05	290.17 bc	270.83 d	284.67 c	257.17 d	275.71	276.25								
	P1	205.00 h	199.17 h	192.67 h	190.67 h	196.88 b		278.33 c	282.50 c	287.67 c	266.67 d	278.79									
	P2	203.67 h	191.67 h	217.17 f	220.33 de	208.21 b		279.17 c	269.50 d	270.00 d	260.50 d	269.79									
	P3	224.50 cd	219.67 ef	236.67 a	225.50 c	226.59 a		276.33 d	277.83 c	279.67 c	289.00 c	280.71									
N2	P0	197.00 h	209.17 h	195.83 h	183.00 h	196.25 b	198.09	256.33 d	256.83 d	266.17 d	263.50 d	260.71	260.65								
	P1	183.83 h	187.83 h	201.50 h	171.83 h	186.25 b		287.33 c	244.67 d	263.17 d	251.17 d	261.59									
	P2	206.50 gh	210.83 f	207.50 f	180.83 h	201.42 b		231.50 d	257.33 d	256.83 d	270.67 d	254.08									
	P3	208.33 f	207.00 gf	207.67 f	210.83 f	208.46 a		262.33 d	249.17 d	267.67 d	285.50 c	266.17									
N3	P0	159.67 h	177.17 h	192.67 h	205.67 h	183.80 b	194.58	269.67 d	280.33 c	282.83 c	287.50 c	280.08	278.46								
	P1	159.00 h	172.30 h	179.83 h	199.17 h	177.58 b		283.83 c	280.67 c	276.50 cd	270.33 d	277.83									
	P2	179.67 h	186.67 h	200.67 h	209.17 f	194.05 b		274.33 d	275.33 d	269.67 d	267.83 d	271.79									
	P3	212.33 f	218.17 f	233.83 ab	227.33 bc	222.92 a		254.50 d	271.50 d	306.67 a	303.83 ab	284.13									
Mikoriza Ortal.		192.52	194.41	201.31	201.46		269.85	266.78	275.28	272.23											

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 16.42

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.



Mikoriza uygulamaları farklı bitkilerde gelişmeyi olumlu olarak etkilemiştir. Heijden (2001) *Salix repens* çeliklerinde, Mohandas (1987) domateste, Charron ve ark. (2001) soğanda mikoriza uygulamasının bitki gelişmesini artırdığını belirlemişlerdir. Barrow ve ark. (1977), Bierman ve Linderman (1983), Menge (1983), şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonunun bitki gelişmesini artırdığını saptamışlardır. Mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992). Mosse (1981)'ye göre, mikorizalı bitkilerde büyüme ve P içeriğinde artış olmakta, fotosentez ürünlerinin yapraklar tarafından daha iyi değerlendirilmesi sonucu köklere daha az fotosentez ürünü transfer edilmekte ve gövde:kök oranı daha fazla olmaktadır.

Genellikle fidelere erken ve sağlıklı büyümeyi sağlamak amacıyla bol miktarda fosforlu gübre verilir. Buna karşılık rizosferdeki yüksek fosfor seviyeleri dokulardaki fosfor seviyesini arttırarak mikorizanın kök sistemi içerisinde gelişimini ve yayılmasını engeller (Menge ve ark., 1978). Mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir (Harley ve Smith, 1983 ve Malajczuk ve ark., 1992).

#### **4.2.8.Boğum Sayısı**

Bitki başına boğum sayısının verildiği Çizelge 4.12'den her iki yetiştiricilik dönemlerinde bütün faktörler arasında istatistiksel fark bulunmadığı, uygulamaların genelinde birbirine yakın değerlerin olduğu görülmektedir. Birinci dönem değerler 26.00-32.17 adet arasında olmuş ve 28.33-37.33 adet arasında olan ikinci dönem değerleri birinci dönemden daha yüksek bulunmuştur.

#### **4.2.9.Kök Boğazı Kalınlığı**

Çizelge 4.13'te verilen kök boğazı kalınlığı yönünden sonbahar döneminde fosfor ve azot, ilkbaharda ise mikoriza ve azot uygulamaları istatistiksel etkiye sahip

Çizelge 4.12. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama boğum sayıları (adet)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	Fosfor Ort.		M0	MT	MF	MT+F	Fosfor Ort.					
N0	P0	28.67	28.00	26.83	32.17	28.92	28.76	34.83	34.67	32.17	33.67	33.84	33.90				
	P1	27.33	28.17	26.00	29.67	27.79		35.33	34.83	34.50	33.17	34.46					
	P2	28.00	29.33	28.50	30.33	29.04		31.17	35.50	35.33	35.00	34.25					
	P3	28.83	27.00	30.33	31.00	29.29		33.83	29.17	34.83	34.33	33.04					
N1	P0	28.67	28.17	28.00	30.50	28.84	29.52	36.33	33.50	35.83	32.50	34.54	34.39				
	P1	31.17	28.50	26.50	30.50	29.17		33.33	34.83	36.00	33.83	34.50					
	P2	29.67	30.33	29.83	29.50	29.83		37.17	32.67	34.33	33.67	34.46					
	P3	30.00	30.67	31.00	29.33	30.25		34.17	33.33	32.67	36.00	34.04					
N2	P0	27.83	31.00	28.17	29.83	29.21	30.20	32.50	31.17	32.33	33.67	32.42	32.80				
	P1	30.67	31.50	29.67	28.50	30.09		36.33	32.67	32.00	32.17	33.29					
	P2	31.17	30.00	30.33	29.83	30.33		28.83	32.33	33.00	34.00	32.04					
	P3	32.00	31.67	31.50	29.50	31.17		31.83	32.17	34.50	35.33	33.46					
N3	P0	30.50	28.50	29.50	31.00	29.88	29.88	32.67	34.17	36.17	34.00	34.25	34.77				
	P1	28.00	27.83	29.50	30.50	28.96		34.67	34.83	35.50	35.83	35.21					
	P2	31.17	28.33	29.83	30.50	29.96		35.67	36.00	34.83	33.33	34.96					
	P3	31.67	29.00	30.67	31.50	30.71		30.33	33.67	37.33	37.17	34.63					
Mikoriza Ortal.		29.71	29.25	29.14	30.26		33.69	33.48	34.46	34.23							

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.13. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök boğazı kalınlıkları (mm)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli				Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F						
N0	P0	10.97 e	9.92 f	9.80 f	9.93 f	10.16			12.80	12.09	12.91	12.11	12.48 b				
	P1	10.75 f	9.69 f	10.62 f	9.96 f	10.26	10.37		13.75	13.82	13.39	14.51	13.87 a	13.55			
	P2	10.37 f	10.82 f	11.68 a	9.92 f	10.70			12.70	14.38	13.74	13.50	13.58 ab				
	P3	10.43 f	10.02 f	10.63 f	10.30 f	10.35			14.25	13.28	14.49	15.08	14.28 a				
N1	P0	10.30 f	9.86 f	10.92 f	9.88 f	10.24			12.82	13.32	13.30	12.89	13.08 b				
	P1	10.69 f	10.24 f	11.09 cd	10.98 e	10.75	10.33		13.40	13.64	13.88	14.19	13.78 a	13.69			
	P2	9.35 f	8.95 f	10.31 f	11.16 bc	9.94			15.60	13.71	14.47	12.91	14.17 ab				
	P3	10.11 f	9.05 f	11.43 ab	10.90 f	10.37			14.25	13.01	14.24	13.37	13.72 a				
N2	P0	10.22 f	9.82 f	10.56 f	10.39 f	10.25			12.33	12.60	13.03	12.35	12.58 b				
	P1	10.14 f	10.23 f	10.77 f	10.17 f	10.33	10.17		14.14	13.63	14.47	12.93	13.79 a	12.95			
	P2	10.39 f	9.75 f	9.95 f	9.23 f	9.83			12.38	12.27	12.11	12.60	12.34 ab				
	P3	10.94 ef	10.25 f	10.17 f	9.63 f	10.25			12.79	13.01	13.29	13.35	13.11 a				
N3	P0	8.86 f	9.59 f	10.74 f	10.50 f	9.92			13.48	14.16	13.92	13.87	13.86 b				
	P1	9.59 f	9.53 f	9.99 f	10.94 f	10.01	10.16		13.34	14.24	14.83	14.55	14.24 a	14.39			
	P2	9.76 f	9.59 f	10.19 f	10.16 f	9.93			15.72	14.63	15.19	14.40	14.99 ab				
	P3	11.02 d	10.25 f	10.95 e	10.83 f	10.76			12.67	14.53	14.87	15.79	14.47 a				
Mikoriza Ortal.		10.24 ab	9.85 b	10.61 a	10.31 ab			13.53	13.52	13.88	13.65						

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 0.57  
 İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): 0.82

D % 5 (Fosfor): Ö.D.  
 D % 5 (Fosfor): 0.82

D % 5 (Azot): Ö.D.  
 D % 5 (Azot): Ö.D.

olmamıştır. Sonbaharda etkili olan mikoriza uygulama zamanlarından en iyilerinin MF ve MT+F, ilkbaharda etkili olan fosfor dozlarından en iyilerinin P1 ve P3 olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık her iki dönemde 30 kg/da  $P_2O_5$  ve 30 kg/da  $N_2$  uygulamaları ile en kalın kök boğazının olduğu, en düşük değerlerin ise P0 ve P2'den elde edildiği saptanmıştır.

Sonbaharda interaksiyon belirlenmiş ve N0P2MF (11.68 mm) ile N1P3MF (11.43 mm), ilkbaharda interaksiyon belirlenmemiş ve N3P3MT+F (15.79 mm) ve N3P2M0 (15.72 mm) en yüksek değerleri vermiştir. İlkbaharda kök boğazı kalınlığı (12.09-15.79 mm) sonbahardan (8.86-11.68 mm) daha yüksek olmuştur.

#### 4.2.10.Gövde Yaş Ağırlığı

Sonbahar yetiştiriciliğinde gövde yaş ağırlığına azot dozlarının istatistiksel etkisi olmamış, fosfor dozlarından P3, mikoriza uygulama zamanından MF en yüksek değerleri vermiştir (Çizelge 4.14). İnteraksiyon sonucunda en iyi sonuçları N3P3MF (127.47 g), N3P0MF (117.09 g) vermiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise azotun N3 dozu 228.28 g/bitki ile en yüksek değeri vermiş, diğer faktörler istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır. İnteraksiyonda N3P3MT+F (298.33 g) ve N1P2M0 (270.83 g) uygulamaları en iyi sonuçları vermiştir.

Azaizeh ve ark. (1995), VAM'lı mısır bitkilerinde gövde:kök oranının daha fazla olduğunu, Al-Raddad (1987), domates, patlıcan ve biber bitkilerinde, Weissenhorn ve ark. (1995), ağır metal ile bulaşık toprakta mısırdaki, Waterer ve Coltman (1989), biber bitkilerinde mikorizanın gövde yaş ağırlığını arttırdığını bildirmektedirler. Mosse (1981)'e göre, mikorizalı bitkilerde büyüme ve P içeriğinde artış olmakta, fotosentez ürünlerinin yapraklar tarafından daha iyi değerlendirilmesi sonucu köklere daha az fotosentez ürünü transfer edilmekte ve gövde:kök oranı daha fazla olmaktadır. Liu ve ark. (2000), mikorizalı ve mikrogübreli uygulamalarda gövde biyomasının arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama gövde yaş ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF	MT+F	MT			MF	MT+F							
N0	P0	91.63 j	70.41 j	66.89 j	72.33 j	75.32 b	75.86	247.50 ef	223.33 h	223.33 h	216.67 i	227.71	221.72 ab				
	P1	59.05 j	60.84 j	79.05 j	62.97 j	65.48 b		243.33 h	216.67 i	216.67 i	238.33 h	228.75					
	P2	68.19 j	69.23 j	72.72 j	79.69 j	72.46 b		178.33 i	211.67 i	235.00 h	211.67 i	209.17					
	P3	77.90 j	99.92 h	96.22 ij	86.79 j	90.21 a		222.50 h	175.83 i	234.17 h	252.50 e	221.25					
N1	P0	76.54 j	80.61 j	84.38 j	69.64 j	77.79 b	85.46	239.17 h	209.17 i	238.33 h	185.83 i	218.13	227.08 ab				
	P1	86.28 j	65.36 j	83.32 j	85.75 j	80.18 b		245.00 g	245.83 fg	238.33 h	217.50 h	236.67					
	P2	66.51 j	70.53 j	91.02 j	89.00 j	79.27 b		270.83 ab	227.50 h	231.67 h	185.83 i	228.96					
	P3	111.46 c	97.57 hi	112.08 bc	97.36 i	104.62 a		215.00 i	209.17 i	216.67 hi	257.50 bc	224.59					
N2	P0	92.33 j	95.04 j	103.39 f	97.18 i	96.99 b	91.41	180.00 i	179.17 i	212.00 i	180.00 i	187.79	196.29 b				
	P1	83.72 j	109.81 cd	88.93 j	75.87 j	89.58 b		223.33 h	195.33 i	211.67 i	204.17 i	208.63					
	P2	93.82 j	87.36 j	100.73 gh	65.22 j	86.78 b		150.83 i	180.83 i	187.50 i	195.00 i	178.54					
	P3	94.64 j	77.70 j	104.84 ef	91.95 j	92.28 a		187.50 i	191.67 i	220.83 h	240.83 h	210.21					
N3	P0	63.08 j	74.29 j	117.09 ab	101.56 fg	89.01 b	91.32	209.17 i	227.50 h	221.67 h	202.50 i	215.21	228.28 a				
	P1	57.09 j	75.77 j	95.69 j	93.71 j	80.57 b		221.67 h	219.17 h	225.83 h	252.50 de	229.79					
	P2	76.96 j	91.94 j	86.86 j	91.28 j	86.76 b		243.33 gh	233.33 h	234.17 h	195.00 i	226.46					
	P3	91.73 j	108.04 e	127.47 a	108.66 de	108.98 a		189.17 i	223.33 h	255.83 cd	298.33 a	241.67					
Mikoriza Ortal.		80.68 b	83.40 ab	94.42 a	85.56 ab		216.67	210.59	225.23	220.89							

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza):11.37

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 13.61

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): 31.14

#### 4.2.11.Gövde Kuru Ağırlığı

Sonbahar ve ilkbahar yetiştiriciliğinde azot, fosfor ve mikoriza uygulama zamanı faktörleri gövde kuru ağırlığı yönünden istatistiksel etki göstermemiş fakat ilkbahar döneminde interaksiyon belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Sonbaharda N2P3MF (10.65 g), ilkbaharda N3P3MT+F (19.72 g) ve N3P1MT+F (17.80 g) uygulamaları en iyi sonuçları vermiştir.

Al-Karaki (2000), su ve toprak tuzluluğunda, Onguene ve Habte (1995), şaşırtma öncesi VAMF uygulamasında mikorizal kolonizasyonun gövde kuru madde miktarının mikorizasızlardan daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

#### 4.2.12.Yaprak Yaş Ağırlığı

Yaprak yaş ağırlığı yönünden her iki yetiştiricilik sezonunda mikoriza uygulama zamanı ve azot dozlarının istatistiksel etkisi olmamış, fakat fosforda etkili dozun sonbahar yetiştiriciliğinde P3, ilkbahar yetiştiriciliğinde P0 ve P1 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Her iki dönem gözlenen interaksiyonlarda en yüksek değerlerin sonbaharda N3P0MF (33.12 g) ve N2P3MT (32.70 g), ilkbaharda ise N1P0MF (220.50 g), N1P0MT (220.00 g) ve N1P0M0 (211.67 g) uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir.

#### 4.2.13.Yaprak Kuru Ağırlığı

Bu özellik yönünden en yüksek değerler sonbahar yetiştiriciliğinde fosforun P0, ilkbahar yetiştiriciliğinde P0 ve P1 dozlarından elde edilmiş, mikoriza uygulama zamanı ve azot dozlarının her iki dönemde istatistiksel etkisi olmamıştır (Çizelge 4.17). Her iki dönemde belirlenen interaksiyon sonucunda en yüksek değerler sonbaharda N2P3MT (3.56 g) ve N3P0MF (3.39 g) ve ilkbaharda N3P1MT+F (20.70 g) ve N1P1MT+F (17.88 g) uygulamalarından elde edilmiştir.

#### 4.2.14.Meyve Yaş Ağırlığı

Sonbahar yetiştiriciliğinde istatistiksel yönden etkili olan fosforun P0 dozu dışında her iki dönemde hiçbir uygulama etkili bulunmamıştır (Çizelge 4.18). Meyve

Çizelge 4.15. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama gövde kuru ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR						İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF			MT+MF	M0	MT			MF	MT+MF
N0	P0	7.77	7.75	6.31	8.51	7.59	7.78	14.58 g	14.88 g	14.07 g	13.79 g	14.33	15.06
	P1	7.02	7.19	8.61	7.82	7.66		16.73 e	15.46 f	16.69 e	16.71 e	16.39	
	P2	7.81	8.18	7.48	6.34	7.45		12.82 g	15.65 f	15.49 f	15.09 g	14.76	
	P3	8.40	7.42	8.88	9.02	8.43		15.07 g	13.29 g	15.65 f	15.08 g	14.77	
N1	P0	7.09	8.32	8.89	7.13	7.86	8.42	15.36 f	12.37 g	13.92 g	12.20 g	13.47	14.45
	P1	8.63	8.85	8.82	8.21	8.63		15.15 g	14.58 g	15.83 ef	14.81 g	15.09	
	P2	8.40	8.08	8.38	7.33	8.05		17.69 bc	13.66 g	13.61 g	12.24 g	14.30	
	P3	9.54	9.43	9.37	8.21	9.14		14.48 g	13.68 g	14.69 g	16.96 de	14.95	
N2	P0	8.57	9.15	9.95	8.61	9.07	9.27	11.84 g	11.65 g	13.90 g	12.08 g	12.37	12.71
	P1	9.17	10.37	9.23	7.51	9.07		14.14 g	9.99 g	13.16 g	13.71 g	12.75	
	P2	9.54	8.95	9.53	8.88	9.23		10.90 g	13.03 g	12.69 g	13.11 g	12.43	
	P3	10.33	9.25	10.65	8.56	9.70		11.85 g	13.22 g	13.12 g	14.93 g	13.28	
N3	P0	8.40	7.95	8.89	10.16	8.85	8.94	12.89 g	13.41 g	13.56 g	12.79 g	13.16	14.60
	P1	6.22	7.74	9.01	8.94	7.98		12.85 g	12.74 g	14.65 g	17.80 ab	14.51	
	P2	9.33	8.09	9.42	8.80	8.91		17.23 cd	15.14 g	15.22 fg	14.69 g	15.57	
	P3	10.48	9.01	10.18	10.45	10.03		10.97 g	14.43 g	15.43 f	19.72 a	15.14	
Mikoriza Ortal.		8.54	8.48	8.98	8.41		14.03	13.57	14.48	14.73			

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.16. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak yaş ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	M0		MT	MF	MT+F							
N0	P0	14.41 h	15.00 h	16.39 h	12.23 h	14.51 ab	168.33 n	208.33 bc	174.17 m	165.83 n	179.17 a	15.70 b	179.17 a	153.02			
	P1	14.26 h	17.88 h	14.51 h	17.62 h	16.07 b	179.171	155.83 n	160.83 n	138.33 n	158.54 a						
	P2	16.57 h	12.65 h	14.52 h	16.60 h	15.09 ab	146.67 n	145.83 n	132.50 n	136.67 n	140.42 b						
	P3	16.18 h	20.47 h	14.53 h	17.30 h	17.12 a	138.33 n	124.17 n	138.33 n	135.00 n	133.96 b						
N1	P0	13.56 h	22.32 h	17.52 h	17.76 h	17.79 ab	211.67 b	220.00 ab	222.50 a	184.17 ij	209.59 a	17.01 ab	209.59 a	175.78			
	P1	14.81 h	16.91 h	18.00 h	19.29 h	17.25 b	190.00 g	206.67 cd	185.83 hi	192.50 g	193.75 a						
	P2	15.61 h	16.03 h	16.83 h	14.88 h	15.84 ab	180.83 k	139.17 n	139.17 n	130.00 n	147.29 b						
	P3	19.16 h	18.62 h	14.09 h	16.70 h	17.14 a	135.83 n	140.00 n	165.83 n	168.33 n	152.50 b						
N2	P0	18.55 h	19.89 h	18.54 h	17.06 h	18.51 ab	141.67 n	161.67 n	155.83 n	160.00 n	154.79 a	20.41 ab	154.79 a	142.55			
	P1	14.65 h	20.79 h	17.19 h	14.03 h	16.67 b	179.171	165.83 n	163.33 n	180.00 k	172.08 a						
	P2	20.10 h	18.06 h	23.54 gh	18.31 h	20.00 ab	120.83 n	117.50 n	115.00 n	106.67 n	115.00 b						
	P3	31.48 bc	32.70 ab	19.51 h	22.22 h	26.48 a	119.17 n	113.33 n	138.33 n	142.50 n	128.33 b						
N3	P0	15.18 h	16.44 h	33.12 a	21.55 h	21.57 ab	179.17 kl	181.67 jk	203.67 ef	205.83 de	192.59 a	21.56 a	192.59 a	181.63			
	P1	18.23 h	18.42 h	16.14 h	20.03 h	18.21 b	185.67 i	188.33 h	193.33 fg	187.50 h	188.71 a						
	P2	20.43 h	21.13 h	17.91 h	22.31 h	20.45 ab	189.17 gh	160.83 n	170.83 mn	135.83 n	164.17 b						
	P3	25.80 ef	27.05 cd	24.42 fg	26.86 de	26.03 a	146.67 n	175.00 lm	188.33 h	214.17 b	181.04 b						
Mikoriza Ortal.		18.06	19.65	18.55	18.42		163.27	162.76	165.49	161.46							

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 4.64

D % 1 (Fosfor): 27.94

D % 5 (Azot): 5.15

D % 5 (Azot): Ö.D.



Çizelge 4.17. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak kuru ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR							
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.					Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.				
		M0	MT	MF	MT+F	Azot Ort.	M0	MT	MF	MT+F	Azot Ort.	M0	MT	MF	MT+F	Azot Ort.			
N0	P0	1.66 f	1.89 f	1.65 f	1.38 f	1.65	12.47 i	16.95 g	16.07 g	14.87 i	15.09 a	1.70	15.77 gh	13.08 i	13.36 i	13.07 i	13.82 a	13.37	
	P1	1.41 f	1.82 f	1.72 f	1.55 f	1.63	13.38 i	13.19 i	11.73 i	12.59 i	12.72 b		12.28 i	11.03 i	11.98 i	12.10 i	11.85 b		
	P2	2.08 f	1.66 f	1.66 f	1.60 f	1.75	15.31 i	14.81 i	17.18 ef	13.77 i	15.27 a		16.31 g	15.62 hi	14.79 i	17.88 ab	16.15 a		14.09
	P3	1.83 f	1.85 f	1.62 f	1.80 f	1.78	15.54 i	11.51 i	11.06 i	9.77 i	11.97 b		11.77 i	11.22 i	14.28 i	14.69 i	12.99 b		
N1	P0	1.45 f	2.38 f	2.26 f	1.97 f	2.02	10.92 i	16.09 g	17.76 c	13.16 i	14.48 a	1.89	16.59 g	15.96 g	15.74 h	17.77 bc	16.51 a	14.00	
	P1	1.83 f	1.88 f	1.96 f	1.83 f	1.88	15.59 i	10.95 i	13.93 i	9.75 i	12.55 b		11.77 i	11.22 i	14.28 i	14.69 i	12.99 b		
	P2	1.61 f	1.79 f	1.87 f	1.89 f	1.79	9.54 i	13.22 i	13.03 i	13.92 i	12.43 b		10.92 i	16.09 g	17.76 c	13.16 i	14.48 a		14.00
	P3	2.10 f	1.99 f	1.32 f	2.06 f	1.87	15.88 g	12.59 i	17.44 cd	15.15 i	15.27 a		16.59 g	15.96 g	15.74 h	17.77 bc	16.51 a		14.00
N2	P0	1.88 f	2.63 f	2.07 f	2.04 f	2.16	15.58 i	17.00 fg	17.29 de	20.70 a	17.64 a	2.36	16.73 g	13.50 i	15.27 i	11.80 i	14.32 b	14.43	
	P1	2.03 f	2.22 f	2.03 f	1.90 f	2.05	11.55 i	14.70 i	15.21 i	16.44 g	14.48 b		15.59 i	10.95 i	13.93 i	9.75 i	12.55 b		14.00
	P2	2.39 f	2.11 f	2.80 e	2.22 f	2.38	14.07	13.84	14.76	14.22	14.48 b		9.54 i	13.22 i	13.03 i	13.92 i	12.43 b		14.00
	P3	3.29 bc	3.56 a	2.15 f	2.48 f	2.87	14.07	13.84	14.76	14.22	14.48 b		15.88 g	12.59 i	17.44 cd	15.15 i	15.27 a		14.43
N3	P0	1.73 f	1.93 f	3.39 ab	2.36 f	2.35	15.58 i	17.00 fg	17.29 de	20.70 a	17.64 a	2.45	16.73 g	13.50 i	15.27 i	11.80 i	14.32 b	14.43	
	P1	2.31 f	2.27 f	2.01 f	2.54 f	2.28	11.55 i	14.70 i	15.21 i	16.44 g	14.48 b		15.58 i	17.00 fg	17.29 de	20.70 a	17.64 a		14.43
	P2	2.42 f	2.57 f	2.02 f	2.70 ef	2.43	14.07	13.84	14.76	14.22	14.48 b		16.73 g	13.50 i	15.27 i	11.80 i	14.32 b		14.43
	P3	2.68 f	2.81 de	2.49 f	2.88 cd	2.72	14.07	13.84	14.76	14.22	14.48 b		11.55 i	14.70 i	15.21 i	16.44 g	14.48 b		14.43
Mikoriza Ortal.		2.04	2.21	2.06	2.08		14.07	13.84	14.76	14.22		14.07	13.84	14.76	14.22				

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 2.09

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.18. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve yaş ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F						
N0	P0	36.20	21.56	47.43	36.83	35.51 a	36.23	290.83	253.33	300.00	325.00	292.29	271.20				
	P1	20.79	30.73	71.37	60.92	45.95 ab		167.50	248.33	278.33	292.50	246.67					
	P2	40.97	16.50	57.11	19.76	33.59 b		288.33	230.83	228.33	240.00	246.87					
	P3	31.46	23.61	41.22	45.08	35.34 b		273.33	265.00	270.00	387.50	298.96					
N1	P0	55.83	71.41	71.31	29.05	56.90 a	39.06	274.17	271.67	372.50	237.50	288.96	268.26				
	P1	40.03	62.04	31.24	21.85	38.79 ab		199.17	302.50	204.17	204.17	227.50					
	P2	27.48	28.40	5.78	43.46	26.28 b		272.17	220.00	285.83	224.17	250.54					
	P3	16.75	27.79	55.02	37.46	34.26 b		265.83	247.50	341.67	369.17	306.04					
N2	P0	56.68	38.81	43.06	64.09	50.66 a	32.16	155.83	166.67	198.33	232.50	188.33	177.19				
	P1	25.85	20.77	26.78	58.46	32.97 ab		145.00	147.50	128.33	188.33	152.29					
	P2	27.99	39.39	27.48	36.04	32.73 b		149.17	145.83	188.33	190.83	168.54					
	P3	10.33	7.61	10.73	20.50	12.29 b		153.33	205.00	174.17	265.83	199.58					
N3	P0	70.83	72.92	79.06	42.87	66.42 a	42.03	314.17	270.83	287.50	311.67	296.04	268.70				
	P1	30.68	49.45	13.91	65.35	39.85 ab		408.33	337.50	319.17	267.50	333.13					
	P2	13.60	42.06	64.48	24.65	36.20 b		241.67	221.67	164.17	186.67	203.55					
	P3	27.82	37.68	12.01	25.08	25.65 b		193.33	246.67	299.17	229.17	242.09					
Mikoriza Ortal.		31.96	36.92	41.12	39.47			237.01	236.30	252.50	259.53						

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 18.26

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

yaş ağırlıkları sonbaharda 5.78-79.06 g, ilkbaharda 128.33-408.33 g arasında değişmiştir.

#### 4.2.15.Meyve Kuru Ağırlığı

Sonbahar yetiştiriciliğinde sadece fosforun P0 dozu, ilkbahar yetiştiriciliğinde azotun N0 dozu (7.89 g/bitki) istatistiksel olarak önemli bulunmuş, diğer uygulamalar daha düşük rakamlar göstermişlerdir (Çizelge 4.19). Meyve kuru ağırlıkları sonbaharda 0.35-2.95 g, ilkbaharda 3.41-10.62 g arasında değişmiştir.

#### 4.2.16.Kök Yaş Ağırlığı

Her iki sezon incelenen bütün faktörlerin kök yaş ağırlığına istatistiksel etkisi olmamasına rağmen interaksiyon bulunmuştur (Çizelge 4.20). Sonbaharda N0P2M0 (3.27 g) ve N3P0MT+F (3.16 g), ilkbaharda N3P3MT+F (3.01 g) ve N1P3MF (2.63 g) uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir.

Heijden (2001), *Salix repens*'te mikorizanın kök büyümesini arttırdığını, Weissenhorn ve ark. (1995), ağır metal ile bulaşık toprakta mısırdaki mikoriza ile kök biyomasının 10 kat arttığını buldukları halde bizim bulgularımızda mikoriza kök ağırlığında bir değişim yaratmamıştır.

#### 4.2.17.Kök Kuru Ağırlığı

Sonbahar yetiştiriciliğinde mikoriza uygulama zamanı ve azot dozu kök kuru ağırlığı üzerinde etki göstermezken, fosforun P3 dozu önemli bir etkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.21). İlkbahar yetiştiriciliğinde azotun N1, fosforun P3, mikoriza uygulama zamanının MF (0.39 g/bitki) uygulamaları etkili bulunmuştur.

Al-Karaki (2000), tuzluluk koşullarında mikorizal kolonizasyonun kökün kuru madde miktarını mikorizasızlara oranla arttırdığını belirtmektedir.

#### 4.2.18.Kökte Mikorizal İnfeksiyon Oranı

Her iki dönemde mikorizanın başarıyla infeksiyon sağladığı belirlenmiştir. (Çizelge 4.22). Birinci dönemde % 8.3-96.7, ikinci dönemde % 24.2-100.0 arasında

Çizelge 4.19 Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve kuru ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F						
N0	P0	1.22	0.85	1.07	1.15	1.07 a	1.32	9.03	8.10	8.02	8.76	8.48	7.89 a				
	P1	1.02	1.15	2.22	1.45	1.46 ab		4.92	6.17	7.62	10.09	7.20					
	P2	1.17	0.72	1.43	0.93	1.06 b		9.49	6.76	6.90	6.83	7.50					
	P3	1.68	1.12	1.62	2.30	1.68 b		7.40	7.54	10.01	8.58	8.38					
N1	P0	1.10	2.60	2.03	1.17	1.73 a	1.34	6.48	6.55	7.33	5.24	6.40	6.56 ab				
	P1	0.87	2.10	0.72	0.73	1.11 ab		4.47	8.39	5.45	5.75	6.02					
	P2	1.18	1.00	0.35	2.13	1.17 b		7.87	5.62	6.72	5.17	6.35					
	P3	0.63	1.33	1.95	1.48	1.35 b		5.79	5.95	8.16	9.98	7.47					
N2	P0	1.85	2.12	1.90	3.23	2.28 a	1.32	4.52	5.47	5.70	5.38	5.27	4.60 b				
	P1	1.13	0.92	1.10	2.17	1.33 ab		3.65	3.68	3.41	4.45	3.80					
	P2	0.92	0.60	1.78	1.20	1.13 b		4.44	4.65	4.83	4.00	4.48					
	P3	0.40	0.42	0.48	0.95	0.56 b		4.04	4.45	4.65	6.28	4.86					
N3	P0	2.95	2.55	2.37	2.05	2.48 a	1.68	6.58	7.75	7.38	5.45	6.79	6.89 ab				
	P1	1.18	2.38	0.48	2.30	1.59 ab		9.17	9.99	10.62	8.76	9.64					
	P2	0.85	1.32	2.35	1.63	1.54 b		7.02	5.38	4.91	6.01	5.83					
	P3	1.23	1.62	0.45	1.12	1.11 b		4.71	6.66	4.14	5.75	5.32					
Mikoriza Ortal.		1.21	1.42	1.39	1.63			6.22	6.44	6.62	6.65						

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): 0.64

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): 3.18

Çizelge 4.20. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök yaş ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR				
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF	MT+F	M0		MT	MF	MT+F						
N0	P0	2.78 d	1.77 d	1.84 d	2.00 d	2.10	2.36	1.62 f	1.37 f	1.60 f	1.47 f	1.52	1.69			
	P1	2.48 d	2.08 d	2.06 d	2.09 d	2.18		1.81 f	1.47 f	1.63 f	1.14 f	1.51				
	P2	3.27 a	2.57 d	2.03 d	2.50 d	2.59		1.76 f	1.55 f	1.68 f	2.28 e	1.82				
	P3	2.58 d	2.17 d	2.86 d	2.61 d	2.56		1.56 f	1.77 f	1.98 f	2.24 e	1.89				
N1	P0	1.78 d	2.17 d	2.10 d	2.33 d	2.10	2.21	1.77 f	1.80 f	1.78 f	2.07 f	1.86	1.92			
	P1	2.38 d	2.14 d	1.80 d	2.70 d	2.26		1.65 f	1.92 f	2.41 de	1.44 f	1.86				
	P2	1.83 d	1.60 d	1.98 d	2.61 d	2.01		2.32 e	2.13 f	1.52 f	1.73 f	1.93				
	P3	2.74 d	2.08 d	2.77 d	2.32 d	2.48		1.71 f	1.64 f	2.63 ab	2.10 f	2.02				
N2	P0	2.46 d	2.61 d	2.40 d	2.58 d	2.51	2.52	1.96 f	2.16 f	2.17 f	1.42 f	1.93	2.01			
	P1	2.41 d	2.69 d	2.68 d	2.49 d	2.57		2.04 f	1.71 f	1.87 f	2.15 f	1.94				
	P2	2.82 d	2.88 d	2.07 d	2.36 d	2.53		1.62 f	1.77 f	1.96 f	2.24 e	1.90				
	P3	2.80 d	2.81 d	2.07 d	2.24 d	2.48		2.03 f	2.36 e	2.09 f	2.61 cd	2.27				
N3	P0	1.93 d	2.43 d	2.52 d	3.16 ab	2.51	2.45	1.82 f	1.79 f	2.23 e	1.57 f	1.85	2.09			
	P1	2.07 d	1.88 d	1.84 d	2.36 d	2.04		1.74 f	1.97 f	2.06 f	2.23 e	2.00				
	P2	2.33 d	2.13 d	2.43 d	2.97 bc	2.47		2.62 bc	2.11 f	2.08 f	2.05 f	2.22				
	P3	2.82 d	2.40 d	2.91 cd	2.95 c	2.77		1.90 f	2.18 ef	2.08 f	3.01 a	2.29				
Mikoriza Ortal.		2.47	2.28	2.27	2.52		1.87	1.86	1.99	1.98						

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.21. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama kök kuru ağırlıkları (g)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR									
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.							
		M0	MT	MF	MT+F	M0		MT	MF	MT+F											
N0	P0	0.41	0.28	0.30	0.36	0.34 b	0.40	0.38	0.26	0.34	0.28	0.32 c	0.34 b								
	P1	0.42	0.31	0.29	0.31	0.33 b		0.36	0.28	0.35	0.27	0.32 bc									
	P2	0.48	0.54	0.39	0.40	0.45 ab		0.40	0.24	0.39	0.44	0.37 ab									
	P3	0.45	0.47	0.48	0.44	0.46 a		0.34	0.34	0.37	0.39	0.36 a									
N1	P0	0.27	0.30	0.31	0.37	0.31b	0.38	0.45	0.37	0.45	0.48	0.44 c	0.44 a								
	P1	0.36	0.39	0.34	0.42	0.38 b		0.42	0.38	0.52	0.33	0.41 bc									
	P2	0.30	0.35	0.32	0.41	0.35 ab		0.48	0.46	0.43	0.38	0.44 ab									
	P3	0.50	0.46	0.46	0.44	0.47 a		0.42	0.49	0.43	0.46	0.45 a									
N2	P0	0.39	0.36	0.35	0.39	0.37 b	0.41	0.24	0.23	0.32	0.25	0.26 c	0.32 b								
	P1	0.37	0.36	0.44	0.37	0.39 b		0.30	0.25	0.30	0.35	0.30 bc									
	P2	0.45	0.52	0.38	0.46	0.45 ab		0.25	0.35	0.36	0.31	0.32 ab									
	P3	0.54	0.47	0.39	0.37	0.44 a		0.36	0.40	0.41	0.41	0.40 a									
N3	P0	0.31	0.36	0.38	0.46	0.38 b	0.39	0.26	0.19	0.41	0.30	0.29 c	0.36 ab								
	P1	0.31	0.30	0.32	0.33	0.32 b		0.27	0.32	0.39	0.43	0.35 bc									
	P2	0.39	0.34	0.47	0.41	0.40 ab		0.48	0.43	0.42	0.36	0.42 ab									
	P3	0.44	0.53	0.42	0.48	0.47 a		0.31	0.41	0.36	0.43	0.38 a									
Mikoriza Ortal.		0.40	0.40	0.38	0.40		0.36 ab	0.34 b	0.39 a	0.37 ab											

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): 0.05

D % 1 (Fosfor): 0.08

D % 1 (Fosfor): 0.05

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): 0.09

Çizelge 4.22. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde kökte mikorizal enfeksiyon oranları (%)\*

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR									
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.						
		M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F										
N0	P0	33.3	78.3	88.3	88.3	72.1	70.8	46.7	gh	75.0	de	93.3	b	86.7	c	75.4					
	P1	28.3	90.0	96.7	90.0	76.3		45.0	i	95.0	b	70.0	e	93.3	b	75.8					
	P2	10.0	86.7	83.3	85.0	66.3		31.7	k	85.0	d	96.7	b	93.3	b	76.7					
	P3	20.0	85.0	86.7	81.7	68.4		55.0	fg	61.7	f	86.7	c	90.0	c	73.4					
N1	P0	20.0	90.0	90.0	81.7	70.4	72.6	40.0	k	95.0	b	95.0	b	93.3	b	80.8					
	P1	28.3	91.7	91.7	91.7	75.9		40.0	k	90.0	c	80.0	d	86.7	c	74.2					
	P2	23.3	91.7	83.3	91.7	72.5		30.0	k	86.7	c	98.3	a	100.0	a	78.8					
	P3	15.0	90.0	91.7	90.0	71.7		38.3	k	100.0	a	90.0	c	90.0	c	79.6					
N2	P0	20.0	95.0	86.7	95.0	74.2	73.3	41.7	ij	96.7	b	100.0	a	96.7	b	83.8					
	P1	25.0	93.3	95.0	91.7	76.3		45.0	i	100.0	a	100.0	a	100.0	a	86.3					
	P2	18.3	91.7	86.7	90.0	71.7		24.2	k	96.7	b	100.0	a	90.0	c	77.7					
	P3	8.3	91.7	93.3	90.0	70.8		38.3	k	100.0	a	96.7	b	96.7	b	82.9					
N3	P0	11.7	83.3	96.7	90.0	70.4	70.1	26.7	k	90.0	c	88.3	c	96.7	b	75.4					
	P1	11.7	91.7	91.7	95.0	72.5		63.3	ef	85.0	cd	95.0	b	91.7	bc	83.8					
	P2	15.0	81.7	91.7	81.7	67.5		38.3	k	98.3	a	96.7	b	98.3	a	82.9					
	P3	13.3	86.7	86.7	93.3	70.0		43.3	i	98.3	a	95.0	b	93.3	b	82.5					
Mikoriza Ortal.		18.8	b	88.7	a	90.0	a	89.2	a	40.5	b	90.8	a	92.6	a	93.5	a				

SONBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 6.24

İLKBAHAR : D % 1 (Mikoriza): 5.41

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): 9.12

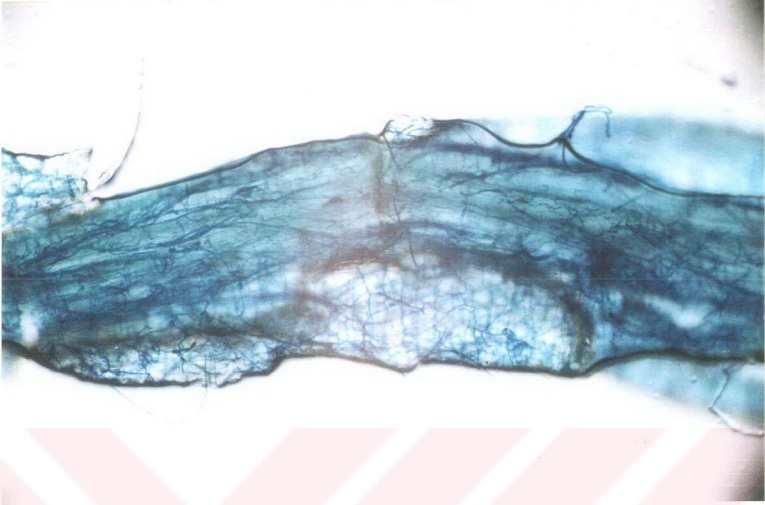
\*Yüzde değerlerin istatistiksel analizlerinde açığı transformasyonlarından yararlanılmıştır.

değişen oldukça yüksek infeksiyon değerleri elde edilmiştir. Birinci dönemde azot ve fosfor dozlarının infeksiyon üzerine istatistiksel bir etkisi olmamışken, mikoriza uygulanmış parseller en yüksek ve mikoriza uygulanmamış parseller en düşük değerleri vermiştir. İkinci dönemde fosfor uygulamalarının istatistiksel etkisi olmamış, mikoriza ve azot uygulamaları ise önemli bulunmuştur. Azotun N<sub>2</sub> dozu ile mikoriza uygulamalarının tamamında yüksek infeksiyon değerleri belirlenmiştir. İlkbahar döneminde interaksiyon varlığı belirlenmiş ve % 100 ve % 100'e yakın değerler mikoriza uygulamalarından elde edilmiştir.

Birinci ve ikinci dönemde hem mikoriza uygulanan parsellerde hem de mikoriza uygulanmayan parsellerde mikorizal infeksiyon gerçekleşmiştir. Resim 4.1 ve 4.2'de mikoriza ile infekte olmuş ve hifli hıyar bitkisi kök parçaları gösterilmiştir. Ancak infeksiyonun düzeyi ve etkinliği oluşan hif miktarı, vesikül ve arbüskül oluşumuyla bağlantılı olarak değişmektedir. Kontrol uygulamalarında infeksiyonun büyük kısmı sadece hif oluşumu dönemindeyken diğer uygulamalarda vesikül ve arbüskül oluşumu da gerçekleşmiş veya yoğun hif oluşumu gözlenmiştir. Mikoriza sporlarının kontrol uygulamalarına mikorizanın toprağın derinlerinde kalan sporlardan bulaştığı tahmin edilmekte, bu sporların düşük sıcaklık ve solarizasyondan kaynaklanan yüksek sıcaklıklara dayanarak canlılıklarını korudukları düşünülmektedir. Schenck ve Schroder (1974), mikoriza gelişmesi ve oluşumu için 30 °C, en fazla hif oluşumu ve yüzey alanı için 28-34 °C sıcaklıkların gerektiğini, Addy ve ark. (1994), bitki köklerinin varlığında bazı VAM hiflerinin toprak donduktan sonra hayatta kalabildiklerini saptamışlardır.

Joner (2000), mikorizal oluşumun fosfor gübresi verilmeyen topraklarda veya çiftlik gübresi ve düşük düzeyde fosfor uygulamalarında gerçekleştiğini, mikorizasız mineral madde gübrelemesinde bitki gelişimi ve fosfor alımının azaldığını belirlemiştir. Camel ve ark. (1991), VAM misellerinin kökten 9 cm daha uzağa kadar ulaşabileceğini bildirmektedir.





Resim 4.1.Denemeye alınan mikorizal fungusun infekte ettiği hifli kök parçası  
(Büyütme:100X)



Resim 4.2.Denemeye alınan mikorizal fungusun infekte ettiği kök parçaları  
(Büyütme:40X)

#### 4.2.19.Yaprak Alanı

Yaprak alanının verildiği Çizelge 4.23 incelendiğinde, her iki sezonda fosfor faktörü dışındaki faktörlerin istatistiksel yönden etkili olmadığı görülebilmektedir. Bu yönden sonbahar yetiştiriciliğinde P3, ilkbahar yetiştiriciliğinde P0 dozlarının etkili olduğu belirlenmiş ve sadece ilkbahar döneminde interaksiyon gerçekleşmiştir. Sonbaharda en yüksek değerleri N3P3M0 (269.40 cm<sup>2</sup>) ve N3P3MT (259.83 cm<sup>2</sup>) ve ilkbaharda N1P0MT+F (310.63 cm<sup>2</sup>) ve N3P2MT (302.65 cm<sup>2</sup>) uygulamaları vermiştir.

Tinker (1980)'e göre mikorizalı bitkilerde yaprakların yüzey alanı ve rengi de farklı olmaktadır. Al-Karaki (2000), sulama suyu ve toprak tuzluluğunda mikorizalı bitkilerde yaprak alanının mikorizasızlardan daha yüksek olduğunu, Davies ve Linderman (1991), AM'li bitkilerde yaprak alanlarının arttığını belirlemişlerdir.

#### 4.2.20.Meyve Çapı

Sonbahar yetiştiriciliğinde 6., 7., 10. ve 12. hasatlarda ve ilkbahar yetiştiriciliğinde 13. hasatta elde edilen ve her parselden tesadüfen seçilen 10'ar meyvede yapılan çap ölçümleri yönünden sonbahar yetiştiriciliğinde her 3 faktörün, ilkbahar yetiştiriciliğinde ise fosfor (P1 dozu) dışındaki faktörlerin istatistiksel etkisi olmamıştır (Çizelge 4.24). Bu özellik yönünden değerler sonbaharda 22.78-34.14 mm, ilkbaharda 34.45-38.26 mm arasında değişmiştir.

#### 4.2.21.Meyve Boyu

Meyve boyu yönünden de sonbahar yetiştiriciliğinde bütün faktörlerin, ilkbahar yetiştiriciliğinde fosfor (P1 dozu) dışındaki faktörlerin istatistiksel etkisi olmamıştır (Çizelge 4.25). Meyve boyu yönünden değerler sonbaharda 11.02-16.24 cm, ilkbaharda 15.07-17.66 cm arasında değişmiştir.

#### 4.2.22.Yaprakta Azot (N)

Yaprak analizleri sonucunda elde edilen azot değerlerinin verildiği Çizelge 4.26 incelendiğinde sonbahar yetiştiriciliğinde etkili olan fosfor (P0) faktörü

Çizelge 4.23. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama yaprak alanları (cm<sup>2</sup>)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF	MT+F	MT+F		M0	MT	MF	MT+F	MT+F					
N0	P0	173.35	147.95	187.57	159.07	166.99 b	177.56	265.70 f	277.57 d	250.48 f	257.48 f	262.81 a	251.35				
	P1	136.22	171.80	198.32	207.98	178.58 b		275.03 e	275.80 de	263.92 f	266.92 f	270.42 ab					
	P2	213.43	148.47	170.50	157.10	172.38 b		228.07 f	224.48 f	240.05 f	237.07 f	232.42 b					
	P3	179.93	214.42	181.27	193.50	192.28 a		235.78 f	232.65 f	251.73 f	238.77 f	239.73 ab					
N1	P0	164.17	202.87	180.03	181.13	182.05 b	187.19	281.32 d	272.35 f	279.18 d	310.63 a	285.87 a	254.43				
	P1	181.92	161.70	196.07	165.78	176.37 b		245.90 f	287.33 cd	219.73 f	245.73 f	249.67 ab					
	P2	182.38	177.92	190.72	152.62	175.91 b		239.43 f	220.55 f	225.35 f	218.30 f	225.91 b					
	P3	251.25	209.00	182.43	215.08	214.44 a		231.22 f	253.48 f	281.80 d	258.62 f	256.28 ab					
N2	P0	162.63	214.83	168.30	155.98	175.44 b	194.04	253.55 f	268.32 f	266.52 f	218.18 f	251.64 a	238.45				
	P1	178.17	193.32	184.97	144.73	175.30 b		233.17 f	266.85 f	217.67 f	284.27 d	250.49 ab					
	P2	202.70	161.28	229.28	208.27	200.38 b		203.43 f	231.53 f	198.55 f	230.37 f	215.97 b					
	P3	226.53	232.97	224.70	215.97	225.04 a		241.22 f	214.83 f	233.55 f	253.22 f	235.71 ab					
N3	P0	158.60	169.47	199.15	173.43	175.16 b	208.58	265.10 f	257.78 f	251.97 f	228.90 f	250.94 a	261.69				
	P1	191.28	171.58	183.50	219.27	191.47 b		260.38 f	274.35 e	261.73 f	228.05 f	256.13 ab					
	P2	212.55	236.37	185.23	229.32	215.87 b		293.55 bc	302.65 ab	240.85 f	270.42 ef	276.87 b					
	P3	269.40	259.83	248.20	230.05	251.87 a		259.97 f	275.78 e	247.02 f	268.42 f	262.80 ab					
Mikoriza Ortal.		192.78	192.11	194.39	188.08		250.80	258.52	245.63	250.96							

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 21.90

D % 5 (Fosfor): 23.55

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.24. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve çapları (mm)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR										İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli					Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF	MT+F	MT+F			M0	MT	MF	MT+F	MT+F				
N0	P0	29.69	25.39	30.08	30.25	28.85	27.44	36.42	37.45	36.17	36.71	36.69	36.14				
	P1	24.76	29.08	24.63	30.09	27.14		37.48	35.52	36.52	37.57	36.77					
	P2	24.48	24.54	24.57	22.78	24.09		36.44	35.86	35.99	35.90	36.05					
	P3	30.06	28.47	30.31	29.92	29.69		34.45	35.89	35.24	34.66	35.06					
N1	P0	31.37	28.18	30.46	23.81	28.46	29.15	35.88	36.12	35.76	35.55	35.83	36.34				
	P1	31.22	27.80	29.99	27.38	29.10		36.52	36.99	36.45	38.20	37.04					
	P2	31.17	27.90	26.12	29.89	28.77		37.40	36.78	37.15	35.21	36.64					
	P3	33.12	25.09	31.85	31.01	30.27		35.47	35.15	36.22	36.66	35.88					
N2	P0	32.50	31.00	32.64	33.25	32.35	32.09	36.15	36.32	37.75	37.51	36.93	36.80				
	P1	33.95	31.14	31.47	34.14	32.68		38.26	37.06	37.83	37.83	37.75					
	P2	30.84	30.16	33.66	34.14	32.20		37.57	36.91	35.93	34.60	36.25					
	P3	30.92	31.64	30.81	31.07	31.11		36.61	35.81	36.04	36.66	36.28					
N3	P0	33.47	29.95	31.43	27.01	30.47	30.88	36.39	36.32	36.82	36.57	36.53	36.72				
	P1	34.24	30.55	32.91	30.11	31.95		37.84	38.23	37.38	37.26	37.68					
	P2	28.46	31.44	30.69	29.87	30.12		36.38	35.39	37.26	35.86	36.22					
	P3	30.80	29.93	32.25	30.87	30.96		36.05	37.22	36.39	36.14	36.45					
Mikoriza Ortal.		30.69	28.89	30.24	29.72		36.58	36.44	36.56	36.43							

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 1.34

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.25. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde ortalama meyve boyları (cm)

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR						İLKBAHAR						
		Mikoriza Uygulama Şekli			Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.				
		M0	MT	MF		MT+F	M0	MT		MF	MT+F			
N0	P0	13.81	11.70	13.47	13.87	13.21	12.61	16.49	16.99	16.63	16.51	16.66	16.36	
	P1	11.83	13.54	11.53	14.23	12.78		16.96	15.73	16.64	16.51	16.46		16.36
	P2	11.28	11.19	11.54	10.64	11.16		16.38	16.81	16.30	16.69	16.55		16.36
	P3	13.42	12.48	13.89	13.39	13.30		15.07	16.27	16.01	15.71	15.77		16.36
N1	P0	14.40	12.81	14.22	11.02	13.11	13.58	16.16	16.69	16.49	16.55	16.47	16.58	
	P1	14.13	13.34	13.74	12.94	13.54		16.96	17.03	17.39	17.33	17.18		16.58
	P2	14.98	12.94	13.10	14.04	13.77		16.42	16.95	16.44	15.54	16.34		16.58
	P3	15.39	11.68	14.76	13.70	13.88		16.01	16.06	16.31	16.83	16.30		16.58
N2	P0	15.55	13.37	14.74	15.71	14.84	14.91	16.63	16.52	17.20	17.23	16.90	16.88	
	P1	15.40	14.79	14.58	15.31	15.02		17.29	15.60	17.60	17.66	17.04		16.88
	P2	14.75	14.60	15.75	16.24	15.34		17.14	17.37	16.52	16.28	16.83		16.88
	P3	14.04	14.74	14.32	14.59	14.42		16.59	16.00	16.54	16.91	16.51		16.88
N3	P0	15.16	13.21	14.11	12.62	13.78	14.40	16.91	16.96	17.14	17.27	17.07	16.95	
	P1	15.64	14.60	15.28	14.01	14.88		17.07	17.58	17.54	17.62	17.45		16.95
	P2	13.20	14.63	14.74	14.63	14.30		16.22	17.05	16.78	16.12	16.54		16.95
	P3	14.80	14.36	14.98	14.46	14.65		16.49	17.13	16.82	16.50	16.74		16.95
Mikoriza Ortal.		14.24	13.37	14.05	13.84			16.55	16.73	16.77	16.70			

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 0.61

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

Çizelge 4.26. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda azot (N) oranları (%)\*

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR						İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.		
		M0	MT	MF			MT+F	M0	MT			MF	MT+F
N0	P0	3.44	3.50	3.10	3.60	3.41 a	3.32	2.94 d	3.18 ab	3.02 c	2.99 c	3.03	2.89
	P1	3.67	3.40	3.35	3.62	3.51 ab		3.02 c	2.90 e	2.80 e	3.26 a	3.00	
	P2	3.39	3.31	3.21	2.91	3.21 ab		2.90 e	2.63 e	2.79 e	2.91 e	2.81	
	P3	2.76	3.51	3.29	3.10	3.16 b		2.77 e	2.63 e	2.60 e	2.85 e	2.71	
N1	P0	3.58	3.56	3.87	4.08	3.77 a	3.48	2.77 e	2.81 e	2.83 e	2.56 e	2.74	2.67
	P1	3.40	3.40	3.12	3.42	3.33 ab		2.57 e	2.35 e	2.49 e	2.62 e	2.51	
	P2	3.30	3.38	3.43	3.52	3.41 ab		2.59 e	2.70 e	2.74 e	2.93 de	2.74	
	P3	3.42	3.39	3.63	3.25	3.42 b		2.50 e	2.65 e	2.71 e	2.83 e	2.67	
N2	P0	4.17	4.04	3.86	3.95	4.01 a	3.85	2.60 e	2.95 d	2.82 e	2.54 e	2.73	2.65
	P1	3.85	3.78	3.64	3.82	3.77 ab		2.87 e	2.62 e	2.63 e	2.82 e	2.74	
	P2	4.14	3.88	3.84	3.64	3.87 ab		2.81 e	2.76 e	2.61 e	2.55 e	2.68	
	P3	3.69	3.89	3.61	3.85	3.76 b		2.47 e	2.50 e	2.33 e	2.54 e	2.46	
N3	P0	4.30	3.56	3.99	3.89	3.93 a	3.82	2.55 e	2.79 e	2.78 e	2.77 e	2.72	2.83
	P1	3.84	4.13	3.54	3.93	3.86 ab		2.83 e	2.87 e	2.45 e	2.91 e	2.77	
	P2	3.83	3.66	3.62	3.88	3.75 ab		2.96 cd	2.87 e	2.81 e	3.06 bc	2.93	
	P3	3.74	3.74	3.72	3.68	3.72 b		2.97 c	2.83 e	2.98 c	2.85 e	2.91	
Mikoriza Ortal.		3.66	3.63	3.55	3.63		2.76	2.75	2.71	2.81			

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 0.402

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

\* Yüzde değerlerin istatistiksel analizlerinde açt transformasyonlarından yararlanılmıştır.

dışındaki bütün faktörlerin her iki sezonda etkili bulunmadığı görülmektedir. Azot değerleri sonbaharda % 2.76 (N0P3M0) ile % 4.30 (N3P0M0) arasında, ilkbaharda % 2.33 (N2P3MF) ile 3.26 (N0P1MT+F) arasında değişmekte olup bu değerler Bergman (1992)'ın hıyar bitkisi için belirttiği % 2.80-5.00 değerleri arasındadır veya buna yakın değerlerdir. Sadece ilkbahar döneminde interaksiyon belirlenmiş ve en yüksek değerler N0P1MT+F (% 3.26) ve N0P0MT (% 3.18) uygulamalarından elde edilmiştir.

Her iki dönem verileri incelendiğinde genelde azotun yüksek, fosforun düşük dozlarının azot alımını arttırdığı söylenebilir.

Yaprakta azot değerlerinin normal düzeyde veya sınırın altında olması, yaprak örneklerinin alındığı zaman sonbahar döneminde yüksek nem nedeniyle mildiyö, ilkbahar döneminde yüksek sıcaklık nedeniyle külleme hastalıklarının başlaması olabilir. Bilindiği gibi mikorizal fungusla zarar vermemek için bu patojen funguslara karşı sistemik fungusit yerine koruyucu fungusit kullanılmıştır.

Marschner ve Dell (1994), bitkilerin kaldırmış oldukları P'un % 80'inin, N'un % 25'inin, K'un % 10'unun, Zn'nun % 25'inin, Cu'nun % 60'ünün mikoriza hifleri aracılığıyla alındığını rapor etmişlerdir. Ames ve ark. (1983), mikorizanın fosfor alımı yanında azot alımında da etkili olduğunu, Hayman (1975), azotlu gübre uygulamasının mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. George ve ark. (1992) ile Marschner ve Dell (1994)'e göre mikorizalı bitki kaldırdığı azotun (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) % 24'ünü mikoriza hifleri ile almaktadır. Bowen ve Smith (1981) ile Bagyaraj (1991), fosfor düzeyi düşük topraklardan N<sub>2</sub> fikse eden baklagillerde mikorizal infeksiyonun nodul sayısını ve azot içeriğini birkaç kat arttırdığını belirtmişlerdir. El Shanshoury ve ark. (1989)'a göre, mikoriza varlığında domateste gövdenin ve kökün N kapsamı inokule edilmeyen bitkilerden daha fazla olmuştur. Domateste *G. fasciculatum* ile inokulasyon azot kapsamı ile verimi inokulasyonsuz bitkilere göre arttırmıştır (Mohandas, 1987). Onguene ve Habte (1995), VAMF'in şaşırtma öncesi uygulandığında doku N konsantrasyonunun önemli derecede arttığını, şaşırtma öncesi ortama eklenen N:P gübrelerinin oranları ve şaşırtma sonrası gövdede gözlenen N:P oranları ile kök kolonizasyonu arasında bir ilişki bulunmadığını

belirlemişlerdir. Charron ve ark. (2001), mikorizayı soğanda 3 azot düzeyinde steril toprakta denemişlerdir. Steril toprakta kontrol bitkileri bodur kalmış, steril olmayan toprakta bitkiler normal büyümüşür. Steril olmayan toprakta, mikorizalar soğan başının sağlam olmasını sağlamış, ancak N seviyesi arttıkça baş sertliği azalmıştır. *G.vesiforme*, N konsantrasyonunu *G.intraradices*'ten daha fazla artırmıştır. Tersine Davies ve Linderman (1991), AM'li bitkilerde N'un değişmediğini belirlemiştir.

#### 4.2.23.Yaprakta Fosfor (P)

Yaprakta fosfor değerleri yönünden sonbahar döneminde fosforun P3 dozu, mikorizanın MF döneminde uygulanması istatistiksel etkiye sahip olmuş, azot dozları etkili olmamıştır (Çizelge 4.27). İlkbahar yetiştiriciliğinde ise her 3 faktör istatistiksel etki göstermemiştir. Fosfor değerleri sonbaharda % 0.16 (N2P1M0) ile % 0.26 (N1P3MF) arasında, ilkbaharda % 0.11 (N2P2MT) ile 0.18 (N3P1M0, N3P3M0, N3P2MF, N3P0MT+F, N3P2MT+F) arasında değişmekte olup, bu değerler Bergman (1992)'ın belirttiği % 0.30-0.60 değerlerinden düşüktür.

Menge ve ark. (1978), genellikle fidelere erken ve sağlıklı büyümeyi sağlamak amacıyla bol miktarda fosforlu gübre verildiğini, buna karşılık rizosferdeki yüksek fosfor seviyeleri dokulardaki fosfor seviyesini arttırarak mikorizanın kök sistemi içerisindeki gelişimini ve yayılmasını engellediğini bildirmişlerdir.

Yaprakta fosfor değerlerinin normal düzeyde veya sınırın altında olması, yaprakta azotta olduğu gibi, yaprak örneklerinin alındığı zaman sonbahar döneminde yüksek nem nedeniyle mildiyö, ilkbahar döneminde yüksek sıcaklık nedeniyle külleme hastalıklarının başlaması olabilir.

Mikorizasız ve düşük fosforlu uygulamalarda gövde kuru ağırlığı artmış ve mikorizal duyarlılık ile negatif korelasyonlu bulunmuştur. Mikorizalı yüksek fosforlu bitkiler mikorizasız yüksek fosforlu bitkilerin biyomasının % 80'ini biriktirmiştir (Kaepler ve ark., 2000). Bu simbiyozise katkıda bulunmadığı zaman mikorizanın bitki büyümesini azaltabileceğini göstermektedir. Yüksek oranda P'lu gübrelemenin uygulandığı topraklarda mikorizal kolonizasyon düşük olmuş ve bitkilerde mikorizal



Çizelge 4.27. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda fosfor (P) oranları (%)\*

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR						İLKBAHAR						
		Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.			
		M0	MT	MF			MT+F	M0	MT			MF	MT+F	
N0	P0	0.20	0.18	0.21	0.19	0.20 b		0.13	0.12	0.12	0.12		0.12	
	P1	0.21	0.20	0.20	0.18	0.20 ab	0.21	0.14	0.13	0.15	0.14		0.14	0.14
	P2	0.17	0.21	0.24	0.23	0.21 ab		0.14	0.14	0.14	0.16		0.15	
	P3	0.22	0.23	0.25	0.23	0.23 a		0.15	0.15	0.16	0.14		0.15	
N1	P0	0.19	0.18	0.20	0.20	0.19 b		0.14	0.13	0.13	0.13		0.13	
	P1	0.20	0.21	0.20	0.22	0.21 ab	0.21	0.13	0.13	0.14	0.13		0.13	0.14
	P2	0.20	0.19	0.21	0.24	0.21 ab		0.13	0.13	0.17	0.15		0.15	
	P3	0.22	0.23	0.26	0.23	0.24 a		0.14	0.16	0.14	0.13		0.14	
N2	P0	0.21	0.18	0.20	0.18	0.19 b		0.14	0.13	0.15	0.14		0.14	
	P1	0.16	0.21	0.21	0.18	0.19 ab	0.19	0.14	0.13	0.13	0.12		0.13	0.14
	P2	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19 ab		0.15	0.11	0.16	0.13		0.14	
	P3	0.17	0.16	0.20	0.20	0.18 a		0.12	0.17	0.14	0.17		0.15	
N3	P0	0.17	0.20	0.17	0.19	0.18 b		0.15	0.16	0.13	0.18		0.16	
	P1	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19 ab	0.20	0.18	0.16	0.17	0.14		0.16	0.17
	P2	0.19	0.21	0.18	0.20	0.20 ab		0.17	0.17	0.18	0.18		0.18	
	P3	0.18	0.22	0.20	0.22	0.21 a		0.18	0.17	0.17	0.17		0.17	0.17
Mikoriza Ortal.		0.19 b	0.20 ab	0.21 a	0.20 ab			0.15	0.14	0.15	0.15			

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): 0.092

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): 0.144

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

D % 5 (Azot): Ö.D.

\*Yüzde değerlerin istatistiksel analizlerinde açılı transformasyonlarından yararlanılmıştır.

Fayda az olmuştur. Toplam kuru madde üretimini P dozları azaltmamıştır (Dekkers ve Werff, 2001).

Al-Karaki (2000), Azaizeh ve ark. (1995), Charron ve ark. (2001), El Shanshoury ve ark. (1989), Habte ve Byappanahalli (1994), Heijden (2001), Joner ve Leyval (2001), Khalil ve ark. (1999), Knight ve ark., (1989), Liu ve ark. (2000), Mohandas (1987), Olsen ve Habte (1995), Onguene ve Habte (1995), Sasai (1991), Sastry ve ark. (2000), Soedarjo ve Habte (1995), Sreenivasa ve ark. (1993), Waterer ve Coltman (1989), Davies ve Linderman (1991), VAM'lı bitkilerde yaptıkları çalışmalarda dokulardaki P'un artması dışında farklı olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Calvet ve ark. (1995), nematodlu, mikorizasız ve düşük P'lu toprakta düşük düzeylerde Al, Fe, Mn ve Zn bulunmuşlardır. Mikorizalı bitkilerde N, Ca, Mg, Mn, Cu ve Zn yönünden en yüksek değerler elde edilmiştir. Nematodlu mikorizalı bitkilerde Mn, Cu ve Zn'un yüksek seviyelerini koruduğu belirlenmiştir.

Jenings (1989), hiflerin fosforla beraber Mg ve K ve amino gibi katyon özelliğindeki bileşikler taşıdığını bildirmektedir.

#### 4.2.24.Yaprakta Potasyum (K)

Yaprakta potasyum içeriği açısından sonbahar döneminde istatistiksel etkili faktör bulunmamış, ilkbahar yetiştiriciliğinde ise azotun N<sub>3</sub>, fosforun P<sub>0</sub> dozları istatistiksel etki göstermiş ve mikoriza uygulama zamanları benzer etkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.28).

Her iki dönemde potasyum değerlerinin sonbaharda ilkbahara oranla daha yüksek olduğu ve Bergman (1992)'nin hıyar için verdiği % 2.50-5.40 değerleri arasında veya biraz altında olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum mikorizanın potasyum alımında da çok etkili olmadığını düşündürmektedir. Buna karşın Marschner ve Dell (1994), infekte olmuş bitkilerin kaldırmış oldukları K'un % 10'unun mikoriza hifleri aracılığıyla alındığını rapor etmişlerdir. Jenings (1989), hiflerin fosforla beraber Mg ve K mineralleri ve amino gibi bileşikler taşıdığını bildirmektedir. Bethlenfalvai ve ark. (1989), mikoriza türleri arasında *G.mossea*'nın

Çizelge 4.28. Sonbahar ve ilkbahar denemelerinde yapraklarda potasyum (K) oranları (%)\*

Azot Dozları	Fosfor Dozları	SONBAHAR						İLKBAHAR					
		Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.	Mikoriza Uygulama Şekli			Fosfor Ort.	Azot Ort.		
M0	MT	MF	MT+F	M0			MT	MF	MT+F				
N0	P0	3.41	3.60	3.31	3.51	3.46		2.63	2.49	2.99	2.84	2.74 a	
	P1	3.49	3.35	3.22	2.64	3.18	3.14	2.26	3.03	2.29	2.84	2.61 b	2.68 ab
	P2	2.96	2.77	3.78	2.18	2.92		3.09	2.33	2.29	3.22	2.73 ab	
	P3	2.69	3.17	3.25	2.82	2.98		2.65	2.21	2.68	2.95	2.62 ab	
N1	P0	3.07	3.32	3.29	3.42	3.28		3.48	2.46	2.45	2.62	2.75 a	
	P1	3.73	3.56	3.32	3.33	3.49	3.28	2.36	2.45	2.30	2.41	2.38 b	2.56 b
	P2	2.75	2.94	3.87	3.33	3.22		2.62	2.49	2.42	2.45	2.50 ab	
	P3	2.62	3.39	3.19	3.37	3.14		2.40	3.06	2.75	2.19	2.60 ab	
N2	P0	3.49	3.24	3.46	3.26	3.36		2.85	2.93	3.06	2.72	2.89 a	
	P1	3.60	3.54	3.63	3.57	3.59	3.36	2.97	3.04	2.19	2.59	2.70 b	2.67 ab
	P2	3.44	3.59	3.39	2.73	3.29		3.09	2.46	2.27	2.06	2.47 ab	
	P3	3.41	2.98	3.32	3.10	3.20		2.56	2.70	2.74	2.42	2.61 ab	
N3	P0	2.68	2.47	3.27	3.46	2.97		3.19	3.15	2.97	3.49	3.20 a	
	P1	2.85	3.31	3.38	3.70	3.31	3.22	3.15	1.93	2.34	2.41	2.46 b	2.91 a
	P2	3.35	3.75	2.86	3.47	3.36		2.85	2.81	2.97	2.91	2.89 ab	
	P3	3.31	3.15	3.20	3.26	3.23		3.09	3.05	3.10	3.16	3.10 ab	
Mikoriza Ortal.		3.18	3.26	3.36	3.20			2.83	2.66	2.61	2.71		

SONBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

İLKBAHAR : D % 5 (Mikoriza): Ö.D.

D % 5 (Fosfor): Ö.D.

D % 1 (Fosfor): 0.70

D % 5 (Azot): Ö.D

D % 5 (Azot): 0.69

\*Yüzde değerlerin istatistiksel analizlerinde açılı transformasyonlarından yararlanılmıştır.

K'u daha iyi değerlendirdiğini belirtmişlerdir. El Shanshoury ve ark. (1989), mikoriza varlığında domateste gövdenin N, Ca, Mg ve K'u, kökün N, P, Na, Ca, ve Fe kapsamları inokule edilmeyen bitkilerden daha fazla olduğunu, Davies ve Linderman (1991), AM'li bitkilerde K konsantrasyonunun değişmediğini belirlemişlerdir.



## 5.SONUC VE ÖNERİLER

### 5.1.SONUÇLAR

Hıyar sebze türünde en elverişli mikoriza türü ve spor yoğunluğu ve uygulama zamanını belirlemek amacıyla yapılan ilk deneme 1998 yılında saksı denemesi olarak yapılmıştır. Denemede hıyar bitkilerine *Glomus mossea*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum* mikoriza türleri ve bu dört mikoriza türünün etkileşimini belirlemek amacıyla bu mikorizaların eşit spor yoğunluğunda karışımından oluşan Kokteyl mikoriza, 1000, 2000 ve 3000 spor/bitki spor yoğunluğunda ve tohum ekiminde ekim harcına (MT), şaşırtma esnasında fide dikim çukuruna (MF) ve spor miktarının yarısı tohum ekiminde tohum harcına, kalan yarısı şaşırtma esnasında fide dikim çukuruna (MT+F) aşılansmış ve sonuçlar mikorizasız kontrol (M0) uygulamasıyla karşılaştırılmıştır. Saksı denemesinde;

- 1.En uygun mikoriza türü *Glomus etunicatum*,
- 2.En uygun spor yoğunluğu 2000 spor/bitki,
- 3.En uygun mikoriza uygulama zamanı MT+F

olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar temel alınarak denemenin ikinci kısmı olan sera denemeleri kurulmuştur. Sera denemesi 1999-2000 yılında ard arda 2 dönem şeklinde yapılmış, *Glomus etunicatum* mikoriza türü, 2000 spor/bitki spor yoğunluğunda, 4 farklı azot (0, 10, 20 ve 30 kg/da N<sub>2</sub>) ve fosfor (0, 10, 20 ve 30 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dozları ile uygulanmış ve mikorizanın bu gübrelerin ilavesi sonucunda bitki gelişimi ve verimine olan etkileri araştırılmıştır. Mikoriza, saksı denemesinde olduğu gibi MT, MF ve MT+F dönemlerinde aşılansmış ve sonuçlar M0 ile karşılaştırılmıştır.

Toplam verimi sonbaharda P3, ilkbaharda P1 fosfor uygulamaları, MT+F spor uygulama zamanı ve azotun en yüksek dozu önemli ölçüde etkilemiştir.

Mikorizalı uygulamalar erkenci verimi teşvik etmiştir. Sonbaharda N0 ve N3'te fosforun yüksek dozları, N2'de ise düşük dozları etkili olmuş, yüksek P dozları verimi azaltmıştır. İlkbaharda N1'de P0 ve P1 dozları erkencilikte etkide bulunmuştur.

Toplam bitki ağırlığı, toplam meyve ve yaprak ağırlıkları, ana gövde uzunluğu, boğum sayısı, kök boğazı kalınlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, meyve yaş ağırlığı, meyve kuru ağırlığı ve yaprak alanı (cm<sup>2</sup>) gibi değerlerde mikorizanın etkisi genelde gözlenmemiş ve dönemlere bağlı olarak değişmiştir. Bu, köklerde mikorizal infeksiyon oranlarının mikorizalı olan ve olmayan uygulamalarda yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

N, P ve K'da ise genelde uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak P dışında N ve K düzeyleri normal değerlere ulaşmış ve bu yaprak örneklerinin alındığı dönemde ortaya çıkan mildiyö ve külleme başlangıçları ile açıklanmıştır.

Bu denemede belirlemeye çalıştığımız hıyar için uygun mikoriza türü ile N ve P gübrelerinin optimizasyonu kesin olarak belirlenememekle birlikte çoğunlukla sonbaharda azot (N2 ve N3) ve fosforun yüksek dozları (P2 ve P3), ilkbaharda düşük dozları (N0 ve N1 ile P0 ve P1) ile mikorizanın MT+F uygulama döneminden iyi sonuçlar alınmıştır. Ancak literatürlere göre düşük gübre durumunda mikorizadan olumlu sonuçlar alındığından bu koşulların sağlandığı daha kontrollü ortamlarda ve tercihen topraksız kültürde mikorizanın etkinlik düzeyi konusunda çalışmalar devam etmelidir.

## 5.2.ÖNERİLER

Her iki dönem verileri incelendiğinde Hatay Samandağ koşullarında genelde azot uygulamasının önemsiz çıkması nedeniyle herhangi bir azot dozu önerilememekte, ancak uygulamaların çoğu incelendiğinde sonbahar dönemi için azot ve fosforun yüksek dozları (N2 ve N3 ile P2 ve P3), ilkbahar dönemi için düşük dozları (N0 ve N1 ile P0 ve P1) ile mikorizanın MT+F uygulama dönemi tavsiye edilebilir.

Denemeye alınamayan doğadaki diğer mikoriza türlerinin de hıyarda etkinliği denenmelidir. Etkin ve belirlenen yoğunlukta mikorizanın temini infeksiyonun başarısında çok etkili olduğundan bu konuda daha farklı çalışmalara yoğunluk verilmelidir. Bu amaçla, topraktaki canlı, sağlıklı sporların toplanması, muhafazası

ve bu sporların yine bitki kökü varlığında topraksız kültürde veya doku kültüründeki steril koşullarda çoğaltılması ile ilgili çalışmalar bu konudaki önceki çalışmalar doğrultusunda yapılabilir ve geliştirilebilir.

Bu çalışmanın ışığında farklı mikoriza türlerinin daha kontrollü koşullarda tamamının saksı denemesi veya topraksız tarım şeklinde yapılması denemeler arasındaki farklılığı ortadan kaldırma ve arazi şartlarındaki patojen, yabancı ot, gübre ve mikorizanın yıkanması gibi diğer olumsuzlukları önleme açısından önemli olacaktır. Kontrollü koşullarda uygun mikoriza türü, spor yoğunluğu, uygulama zamanının farklı azot, fosfor ve potasyum dozları ile belirlendikten sonra sera denemelerinin kurulması karşılaştırmanın sağlığı yönünden daha faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abbott, L.K., Robson, A.D., 1984. The effect of VA mycorrhiza on plant growth. pp.113-130 (Eds) C.L.I. Powell and D.J. Bagyaraj. In *VA Mycorrhiza* Chemical Rubber Publ Co., Boca Raton, FL. 1984.
- Addy, H.D., Schaffer, G.F., Miller, M.H., Peterson, R.L., 1994. Survival of external mycelium of a VAM fungus in frozen soil over winter. *Mycorrhiza*, 5(1):1-5.
- Adjourd-Sadadou, Halli-Hargas, R, 2000. Occurrence of arbuscular mycorrhiza on aged *Eucalyptus*. *Mycorrhiza*, 9(5):287-290.
- Ahiabor, B.D., Hirata, H., 2001. Characteristic responses of three tropical legumes to the inoculation of two species of VAM fungi in Andosol soils with different fertilities. *Mycorrhiza*, Abstract Volume 5 Issue 1 (1994) pp 63-70.
- Akıncı, İ.E., 1996. Kavunda Tuza Tolerans Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 157s.
- Alexander, I.J., Högberg, P., 1986. Ectomycorrhizas of tropical angiosperms trees. *New Phytologist* 102, 541-549.
- Aliasgharzadeh, N., Rastin, N.S., Towfighi, H., Alizadeh, A., 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Springer-Verlag.
- Al-Karaki, G.N., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10(2):51-54.
- Al-Karaki, G.N., Hama, D.R., Rusan, M., 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*, 11(1):43-47.
- Allen, M.F., Sexton, J.C., Moore, T.S.J.R., Christensen, M., 1981. Influence of phosphate source on vesicular-arbuscular mycorrhizae of *Bouteloua gracilis*. *New Phytologist* 87, 687-694.
- Al-Raddad, A.M., 1987. Effect of VA mycorrhizal isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in field soil. *Dirasat (Jordan)*, 14:11, 161-168.



- Al-Raddad, A.M., 1995a. Mass production of *Glomus mosseae* spores. *Mycorrhiza*, 5(3):229-231.
- Al-Raddad, A.M., 1995b. Interaction of *Glomus mosseae* and *Paecilomyces lilacinus* on *Meloidogyne javanica* of tomato. *Mycorrhiza*, 5(3):233-236.
- Ames, R.N., Reid, C.P.P., Porter, L.K., Camradella, C., 1983. Hyphal uptake and transport of nitrogen from to <sup>15</sup>N-Labelled sources by *Glomus mossea*, a vesicular-arbuskular mycorrhizal fungus. *New Phytologist*, 95:3, 381-396.
- Amijee, F., Tinker, P.B., Stribley, D.P., 1989. The development of endomycorrhizal root systems. *New Phytologist*, 111:3, 435-446.
- Anonymous, 2002. DİE Tarımsal Yapı Üretim, Fiyat, Değer 2000. T.C. Başbakanlık DİE Yay., No: 2614, Ankara.
- Asmah, A.E., 1995. Effect of phosphorus source and rate of application on VAM fungal infection and growth of maize (*Zea mays* L.). *Mycorrhiza*, 5(3):223-228.
- Azaizeh, H.A., Marschner, H., Römheld, V., Wittenmayer, L., 1995. Effects of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil-grown maize plants. *Mycorrhiza*, 5(5):321-327.
- Bagyaraj, D.J., 1991. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In *Handbook of Applied Mycology, Soil and Plants*, (Eds. by D.K. Arora., B. Rai., K.G. Mukerji., and G.R. Knudsen). Vol. 1, Marcel Decker. USA.
- Barea, J.M., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. In 'Advance in Soil Science' (Eds. Stewart, B.A.), Vol. 15, 2-23. Verlag, New York.
- Barea, J.M., Azcon-Aguilar, C., 1983. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advances in Agronomy*. 36, 1-54 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Barrow, N.J., Malajczuk, N., Shaw, T.C., 1977. A direct test of ability of vesicular arbuscular mycorrhiza to help plants take up fixed soil phosphate. *New Phytologist*. 78, 269-276.

- Bergman, W., 1992. Nutritional Disorders of Plants. G.Fisher. Nutritional Disorders of Plants, Development, Visual and Analytical Diagnosis. Jena, Stuttgart, New York. S 351.
- Bethlenfalvay, G.J., Brown, S.M., Pacovsky, R.S., 1982. Parasitic and mutualistic associations between mycorrhizal fungus and soybean: development of host plant. *Phytopathology* 72, 889-893.
- Bethlenfalvay, G.J., Franson, R.L., Brown, S.M., Mihara, K.L., 1989. The Glomus-Bradyrhizobium symbiosis. IX. Nutritional, morphological and physiological responses of nodulated soy bean to geographic isolates of the mycorrhizal fungus *Glomus moseae*. *Physiol.Plants.*,76, 226-232.
- Bethlenfalvay, G.J., 1992. Mycorrhizae and crop production. In: Mycorrhizae in Sustainable Agriculture (Eds. G.J. Bethlenfalvay and R.G. Linderman), ASA Special Publication No:54, Madison, Wisconsin, USA. pp.1-27
- Bierman, B., Linderman, R.G., 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host grow response to vesicular arbuscular mycorrhizae. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 108, 962-971.
- Bødker, L., Kjoller, R., Kristensen, K., Rosendahl, S., 2001. Interactions between indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and *Aphanomyces euteiches* in field-grown pea. *Mycorrhiza*, Springer-Verlag.
- Bolan, N.S., Robson, A.D., Barrow, N.J., Aylmore, L.A.G., 1984. Specific activity of phosphorus mycorrhizal and non-mycorrhizal plants in relation to the availability of phosphorus to plants. *Soil Biology and Biochemistry* 16, 299-304.
- Bolan, N.S., Robson, A.D., Barrow, N.J., 1987. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the availability of iron phosphates to plants. *Plant and Soil*, 99, 401-410.
- Bolan, N.S., 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 134, 189-207.
- Bowen, G.D., 1980. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In *Tropical Mycorrhiza Research* (Ed. P. Mikola), Oxford University Press.

- Bowen, G.D., Smith, S.E., 1981. The effects of mycorrhizas on nitrogen uptake by plants. *Ecological Bulletins* 33, 237-247. (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Bowen, G.D., 1987. The biology and physiology of infection and its development. In: *Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants* (Ed. G.R. Safir), CRC Pres, Boca Raton, Florida, USA. pp. 27-70.
- Bradley, R., Burt, A.J., Read D.J., 1981. Mycorrhizal infection and resistance to heavy metal toxicity in *Calluna vulgaris*. *Nature* 292, 335-337 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Bremner, J.M., 1965. *Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods*. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin 1149-1178, USA.
- Bresler, E., Mc Neal, B.L., Carter, D.L., 1982. *Saline and Sodic Soils*, New York.
- Brown, M.T., Wilkins, D.A., 1985. Zinc tolerance of mycorrhizal. *New Phytologist* 99, 101-106 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Calvet, C., Pinochet, J., Camprubi, A., Fernández, C., 1995. Increased tolerance to the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* in mycorrhizal micropropagated BA-29 quince rootstock. *Mycorrhiza*, 5(4):253-258.
- Camel, S.B., Reyes-Soils, M.G., Ferrera-Cerrato, R., Franson, R.L., Brown, M.S., Bethlenfalvay, G.J., 1991. Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium through bulk soil. *Soil Science Society of America, Journal* 55, 389-393 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Charron, G., Furlan, V., Bernier-Cardou, M., Doyon, G., 2001. Response of onion plants to arbuscular mycorrhizae. 2. Effects of nitrogen fertilization on biomass and bulb firmness. *Mycorrhiza*, Springer-Verlag.
- Coltman, R.R., Kuo, W.H., 1991. Screening for low phosphorus tolerance among tomato strains. *Development Plant Soil Science*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, Vol:45, 967-975.
- Cooper, K.M., Tinker, P.B., 1984. Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizas. IV. Effect of environmental variables on

- movement of phosphorus. *New Phytologist* 88, 327-339. (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Çetiner, B., Sarı, N., Ortaş, İ., Abak, K., 1999. VA mikoriza uygulamalarının tatlı mısırdaki P ve Zn alımı ile verim ve koçan özellikleri üzerine etkileri. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara, 969-973.
- Çevik, B., 1986. Toprak Su Koruma Mühendisliği, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yayın No:108.
- Çığışar, S., Sarı, N., Ortaş, İ., 2000. Hıyarda vesiküler-arbüsküler mikorizanın bitki büyümesi ve besin maddeleri alımı üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 24, 571-578.
- Davies, F.T.Jr., Linderman, R.G., 1991. Short term effects of phosphorus and VA mycorrhizal fungi on nutrition, growth and development of *Capsicum annuum* L., *Scientia-Horticulturae*, 45:3-4, 333-338.
- Davies, F.T.Jr., Potter, J.R., Linderman, R.G., 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. *Journal of Plant Physiology*, 139, 289-294,
- Davis, E.A., Young, J.L., 1985. Endomycorrhizal colonization of glasshouse grown wheat as influenced by fertilizer salt banded or soil mixed. *Can.J.Bot.*, 63:1196-1203.
- Dehne, H.W., 1982. Interaction between vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology*. 72: 1115-1119 (In: *Arbuscular Mycorrhizas, Physiology and Function*, Kapulnik, Y., Douds, D.D.Jr., 2000. Kluwer Academic Publishers, Netherlands).
- Dekkers, T.B.M., Werff, P.A. van der, 2001. Mutualistic functioning of indigenous arbuscular mycorrhizae in spring barley and winter wheat after cessation of long-term phosphate fertilization. *Mycorrhiza*, 10(4):195-201.
- Denny, H.J., Wilkins, D.A., 1987. Zinc tolerance in *Betula* spp. IV. The mechanism of ectomycorrhizal amelioration of zinc toxicity. *New Phytologist* 106, 545-553 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).

- Dinç, U., Gezerel, Ö., Çevik, B., Kaşka, N., 1978. Sera koşullarında kullanılan volkan tüfleri ve organik toprak materyallerinin domateste erkencilik, verim ve kaliteye etkileri üzerine ön denemeler. Ç.Ü.Z.F. Yıllığı, 9:4.
- Dodd, J.C., Thomson, B.D., 1994. The screening and selecting of inoculate arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 159, 149-158.
- Eivazi, F., Weir, C.C., 1989. Phosphorus and mycorrhizal interaction on uptake of P and trace elements by maize. *Fertiliser Research*, 21, 19-22.
- El-Shanshoury, A.R., Hassan, M.A., Abdul-Gaffar, B.A., 1989. Synergistic effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas and *Azotobacter chroococcum* on growth and the nutrient contents of tomato plants. *Phyton-Horn*, 29:2, 203-212.
- Erik, J.J., Jakobsen, I., 1993. Organic matter as a P source of mycorrhizal and non-mycorrhizal cucumber (*Cucumis sativus* L.). 9th North American Conference on Mycorrhizae, University of Guelph, Guelph, Canada.
- Finlay, R.D., Söderström, B., 1992. Mycorrhiza and carbon flow to the soil. In: *Mycorrhiza Functioning* (Ed. M.Allen), Chapman and Hall, London, UK, pp:134-160.
- Fogel, R., 1988. Interactions among soil biota in coniferous ecosystem. *Agric.Ecos. Environ.*, 24, 69-85.
- George, E., Haussler, K., Kothari, S.K., Li, X.-L., Marschner, H., 1992. Contribution of mycorrhizal hyphae to nutrient and water uptake of plants. In: *Mycorrhizas in Ecosystems*. (Eds. Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter, A.H., Alexander, I.J.), CAM International, Wallingford, Oxon, UK. 419 pp.
- George, E., Marschner, H., 1996. Nutrient and water uptake by roots of forest trees. *P.Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, 159, 11-21.
- Gerdemann, J.W., 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytophatol.* 6, 397-418.
- Gerlitz, T.G.M., Werk, W.B., 1994. Investigations on phosphate uptake and polyphosphate metabolism by mycorrhized and nonmycorrhized roots of

- beech and pine as investigated by in vivo <sup>31</sup>P-NMR. *Mycorrhiza*, 4(5):207-214.
- Gildon, A., Tinker, P.B., 1981. A heavy metal tolerant strain of the mycorrhizal fungus. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 77, 648-649.
- Gildon, A., Tinker, P.B., 1983. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza infection and heavy metals in plants. I. The effect of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytol.*, 95:247-261.
- Gilmore, A.E., 1971. The influence of endotrophic mycorrhizae on the growth of peach seedlings. *Journal of American Society for Horticulture*. 96, 35-38.
- Gnekow, M.A., Marschner, H., 1989. Role of VA-mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila* var. *domestica*) rootstock cuttings. *Plant and Soil*.
- Günay, A., 1980. Serler. Çağ Matbaası, Ankara.
- Gür, K., 1992. Vesiküler arbüsküler mikorizanın Erzurum yöresi topraklarındaki dağılımı üzerine bir araştırma. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 3:2, 127-142.
- Gür, K., Yanmaz, R., Akın, M., Özkan, V.A., 1993. Vesiküler arbüsküler mikorizanın Konya yöresi topraklarındaki dağılımı üzerine bir araştırma. 8. KÜKEM Kongresi. Özel Sayı, 16:2.
- Güzel, N., Gülüt, K.Y., Ortaş, İ., İbrikçi, H., 1992. Toprakta Verimlilik Analiz Yöntemleri Laboratuvar El Kitabı. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 117, Adana.
- Habte, M., Byappanahalli, M.N., 1994. Dependency of cassava (*Manihot esculanta* Crantz) on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 4(6):241-245.
- Habte, M., Soedarjo, M., 1995. Limitation of vesicular-arbuscular mycorrhizal activity in *Leucaena leucocephala* by Ca insufficiency in an acid Mn-rich oxisol. *Mycorrhiza*, 5(6):387-394.
- Hacskaylo, E., 1971. *Mycorrhizae*. Beltsville, Maryland.
- Hamel, C., Furlan, V., Smith, D.L., 1991. N<sub>2</sub> fixation and transfer in a field grown mycorrhizal corn and soybean intercrop. *Plant and Soil*. 133, 177-185.
- Harley, J.L., Smith, S.E., 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Pres, London, UK.

- Hashem, A.R., 1995. The role of mycorrhizal infection in the resistance of *Vaccinium macrocarpon* to manganese. *Mycorrhiza*, 5(4):289-291.
- Hayman, D.S., 1975. The occurrence of mycorrhiza in crops as affected by soil fertility. In *Endomycorrhizas* (Eds. F.E. Sanders, B. Mosse and P.B. Tinker), Academic Press, London, 1975, pp. 495-509.
- Heijden, E.W., 2001. Differential benefits of arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal infection of *Salix repens*. *Mycorrhiza*, 10(4):185-193.
- Hetrick, B.A.D., Harnett, D.C., Wilson, G.W.T., Gibson, D.J., 1994. Effects of mycorrhizae, phosphorus availability and plant density on yield relationships among competing tallgrass prairie grasses. *Canadian Journal of Botany* 72,168-176 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Hildebrandt, U., Janetta, K., Ouziad, F., Renne, B., Nawrath, K., Bothe, H., 2001. Arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes in Central European salt marshes. *Mycorrhiza*, 10(4):175-183.
- Hooker, J.E., Jaizme-Vega, M., Atkinson, D., 1994. Biocontrol of plant pathogens using arbuscular mycorrhizal fungi. In: *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems* (Eds. S.Gianninazi and Schüepp), Birkhauser, Basel, Switzerland, pp. 191-200.
- Hooker, J.E., Atkinson, D., 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi-induced alteration to tree-root architecture and longevity. *P.Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, 159. 229-234.
- Högberg, P., Pearce, G.D., 1986. Mycorrhizas in Zambian trees in relation to taxonomy, vegetation communities and successional patterns. *Journal of Ecology*. 74, 775-785.
- Jakobsen, I., Rosendahl, L., 1990. Carbon Flow Into Soil and External Hyphae from Roots of Mycorrhizal Cucumber Plants. *New Phytologist*, 115(1): 77-83.
- Jalali, B.L., Jalali, I., 1991. Mycorrhizae in plant disease control. In: *Handbook of Applied Mycology*. Vol. 1, Soil and Plants., Marcel Dekker, New York, pp 131-154.

T.C. YÜNERGÖZÜM  
BANKI

- Jayachandran, K., Schwab, A.P., Hetrick, B.A.D., 1992. Mineralization of organic phosphorus by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*. 24, 897-903.
- Jenings, D.H., 1989. Some perspective on nitrogen and phosphorous metabolism in fungi. In *Nitrogen, Phosphorous and Sulphur Utilization by Fungi* (Eds. Boddey, L., Marchant, R. And Read, D.J.), Cambridge University Presss, Cambridge.
- Joner, E.J., 2000. The effect of long-term fertilization with organic and inorganic fertilizers on mycorrhiza mediated phosphorus uptake in subterranean clover. *Biology and Fertility of Soils*. 32 (5):435-440.
- Joner, E.J. ve Leyval, C., 2001. Influence of arbuscular mycorrhiza on clover and ryegrass grown together in a soil spiked with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Mycorrhiza*, 10(4):155-159.
- Johnson, C.R., Micheline, S., 1974. Effect of mycorrhizae on container grown *Acacia*. *Proc. of the Florida State Hort. Soc.*, 87: 520-522.
- Kaeppler, S.M., Parke, J.L., Mueller, S.M., Senior, L., Stuber, C., Tracy, W. F., 2000. Variation among Maize Inbred Lines and Detection of Quantitative Trait Loci for Growth at Low Phosphorus and Responsiveness Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Crop Sceince Society of America*. 40(2):358-364.
- Kahiluoto, H., Vestberg, M., 2000. Creation of a nonmycorrhizal control for a bioassay of AM effectiveness. 2. Benomyl application and soil sampling time. *Mycorrhiza*, 9(5):259-270.
- Kaplan, M., Durceylan, E., Kadiroğlu, A., Şener, H.R., 1997. Effects of different levels of water salinity and fertilization on tomato plant grown in Greenhouse. *ISHS Symposium on Greenhouse Management for Better Yield and Quality in Mild Winter Climates*, November 3-5, Antalya-Turkey.
- Karandashov, V., Kuzovkina, I., Hawkins, H.J., George, E., 2000. Growth and sporulation of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus caledonium* in dual culture with transformed carrots roots. *Mycorrhiza*, 10(1):23-28.



- Khalil, S., Loynachan, T.E., Tabatabai, M.A., 1999. Plant determinants of mycorrhizal dependency in soybean. *American Society of Agronomy*. 91(1):135-141.
- Kitt, D.G., Daniels, B.A.H., Wilson, G.W.T., 1988. Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of mycorrhizal big bluestem in non-steril soil. *New Phytologist* 109, 473-481.
- Knight, W.G., Allen, M.F., Jurniak, J.J., Dudley, L.M., 1989. Elevated carbon dioxide on solution phosphorus in soil with vesicular-arbuscular mycorrhizal western wheatgrass. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 53, 1075-1082.
- Koide, R.T., 1991. Nutrient supply and nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytologist*, 117, 365-386.
- Koske, R.E., Gemma, J.N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VAM. *Mycological Research*, 92, 3, 486-505.
- Kothari, S.K., Marschner, H., Romheld, V., 1990. Direct and indirect effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere micro-organisms on acquisition of mineral nutrients by maize (*Zea mays* L.) in a calcareous soil. *New Phytologist* 116, 637-645.
- Kothari, S.K., Marschner, H., Romheld, V., 1991. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc in maize growth in a calcareous soil. *Plant and Soil*. 131, 177-185.
- Köse, Ö., Şimşek, D., Ortaş, İ., Kaya, Z., Sarı, N., 1998. Mikoriza inokülasyonu, kompost, hayvan gübresi ve mineral gübrelemenin biber bitkisinin büyüme ve besin elementleri alımı üzerine etkileri. *M.Şefik Yeşilsoy Int. Symp. On Arid Region Soils*, 21-24 September 1998, Menemen-İzmir, TURKEY, 730-735.
- Kucey, R.M., Janzen, H.H., 1987. Effect of VAM and reduced nutrient availability on growth and phosphorus and micronutrient uptake of wheat and field beans under greenhouse conditions. *Plant and Soil* 104, 71-78. *Science Society of America*, 55, 393-397.
- Li, X.L., Marschner, H., George, E., 1991. Acquisition of phosphorus and copper in VA mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. *Plant and Soil* 135, 49-57.

- Linderman, R.G., 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Z. Pflanzenernahr. Bodenk*, 148, 654-669.
- Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I., Ma, B.L., Smith, D.L., 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza*, 9(6):331-336.
- Malajczuk, N., Grove, T.S., Thomson, B.T., Bougher, N.L., Tommerup, I., Kuek, C., Dell, B., 1992. Ectomycorrhizas. In: *Microorganisms that Promote Plant Productivity*. Kluwer Press, Amsterdam.
- Marschner, H., 1993. Zinc Uptake from soils. In : *Zinc in Soil and Plants*. (Ed) by A. D. Robson, Kluwer Academic Publishers.
- Marschner, H., Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil (Netherlands)*, 159, 11-25.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of High Plant*. Second edition. Academic Press, London.
- Marschner, H., 1998. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. *Field Crop. Res.* 56 (1-2): 203-207.
- Medeiros, C.A.B., Clark, R.B., Ellis, J.R., 1994. Growth and nutrient uptake of sorghum cultivated with vesicular-arbuscular mycorrhiza isolates at varying pH. *Mycorrhiza*, 4(5):185-191.
- Menge, J.A., Sreirle, D., Bagyaraj, D.J., Johnson, E.L.V., Leonard, R.T., 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhabitation of mycorrhizal infection. *New Phytologist*, 80, 575-578.
- Menge, J.A., Jarrell, W.M., Labanauskas, C.K., Ojala, J.C., Husza, C., Johnson, E.L.V., Sibert, D., 1982. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer Citrange on *Glomus fasciculatum* in California citrus soils and nursery mixes. *Soil Science. Society of Amerika, Journal* 46, 762-768 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).

- Menge, J.A., 1983. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Canadian Journal of Botany* 61, 1015-1024 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Michelsen, A., Rosendahl, S., 1990. The effect of mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant and Soil*, 124, 7-13.
- Miller, R.M., Jastrow, J.D., 1992. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. In: *Mycorrhiza Functioning* (Ed. M. Allen), Chapman and hall, London, UK, 29-44.
- Mosse, B., 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. *Research Bulletin Hawaii Institute of Tropical Agricultural and Human Resources*. 82p.
- Mohandas, S., 1987. Field response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. "Pusa Ruby") to inoculation with a vesicular-arbuscular mycorrhizae fungus *Glomus fasciculatum* and with *Azotobacter vinelandii*. *Plant and Soil*, 98:2, 295-297.
- Murphy, Y., Riley, J.P., 1966. Modified Single Solition Method for Determination of Phosphate in Natural Waters. *Anal. Chem. Acta*. 27, 31-36.
- Muthukumar, T., Udaiyan, K., 2000. The role of seed reserves in arbuscular mycorrhizal formation and growth of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. and *Zea mays* L. *Mycorrhiza*, 9(6):323-330.
- Ness, R.L.L., Vlek, P.L.G., 2000. Mechanism of Calcium and Phosphate Release from Hydroxy-Apatite by Mycorrhizal Hyphae. *Soil Science Society of America Journal*. 64(3):949-955.
- Newman, E.I., 1966. A method of estimating total length of root in a sample. *Journal of Applied Ecology* 3, 139-145 (In: *Mycorrhizal Symbiosis*, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Olsen, S.R., Watanable, F.S., 1957. A Method to Determine a Phosphorus Adsorption Maximum for Soils as Measured by the Langmuir isotherm. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:144-149.

- Olsen, T., Habte, M., 1995. Mycorrhizal inoculation effect on nodulation and N accumulation in *Cajanus cajan* at soil P concentrations sufficient or inadequate for mycorrhiza-free growth. *Mycorrhiza*, 5(6):395-399.
- Onguene, N.A., Habte, M., 1995. Nitrogen and phosphorus requirements for raising mycorrhizal seedlings of *Leucaena leucocephala* in containers. *Mycorrhiza*, 5(5):347-356.
- Ortaş, İ., 1995. Mikorizanın (Mycorrhizae) Besin Elementleri (Özellikle Fosfor) Alımındaki Mekanizmaları. Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II, Ankara.
- Ortaş, İ., Harris, P.J., Rowell, D.L., 1995. The effect of different form sand rates of nitrogen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) and (NO<sub>3</sub>-N) fertilizer on rhizosphere pH and P uptake under non-irradiated soil condition with and without mycorrhiza.(Yayın için New Phytologist dergisine önerildi).
- Ortaş, İ., 1996. The influence of use of different rates of inoculum on root infection plant growth and phosphorus uptake. 27/18-20. 2935-2946. Cominacation Soil Science and Plant Analysis.
- Ortaş, İ., Harris, P.J., Rowell, D.L., 1996. Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen. *Plant and Soil*, 184, 255-264.
- Ortaş, İ., 1997a. Sürdürülebilir tarımda mikorizanın kullanımı: mikorizanın çoğaltılması ve üreticilere yönelik olarak mikorizalı fide ve fidan üretimine ilişkin bir pilot çalışma. TÜBİTAK TOGTAK Proje Öneri Formu, Adana.
- Ortaş, İ., 1997b. Mikoriza nedir? TÜBİTAK Dergisi. Şubat 1997, sayı 351, Ankara.
- Ortaş, İ., 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop. Ç.Ü. Ziraat Fak.Toprak Böl., 20-22 Mayıs 1998, Adana.
- Ortaş, İ., Köse, Ö., Şimşek, D., Sarı, N., Abak, K., 2000.The Effect Of Mycorrhizal İnoculation On Tomato, Eggplant And Pepper Growth and Nutrient Uptake Of Under Field Conditions. COST-838 “Programme of the Meeting of WG3 “Genetic and Cell Programmes” and of WG4 “Mycorrhizal Technology” Santiago de Compostela, Galicia/İspanya.

- Ortaş, İ., Sarı, N., 2003. Mycorrhizal Inoculation Enhanced Yield and N, P, K Content of Sweet Corn Under Field Condition. *Journal of Plant Nutrition* (in press).
- Ortaş, İ., 2003. Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Non-sterile Soils in the Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition*, 26, 1: 1-17.
- Plank, C.O., 1989. *Plant Analysis Handbook for Georgia*. University of Georgia Cooperative Extension Service. Athens (GA).
- Paulitz, T.C., Linderman, R.G., 1991. Mycorrhizal Interactions With Soil Organisms. In: *Handbook of Applied Mycology* (Eds. D.K. Arora, B. Rai, K.G. Mukerji and G.R. Knudsen). Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong, pp 77-129.
- Perin, R., 1990. Interaction between mycorrhizae and diseases caused by soil borne fungi. *Soil Use Manage.*, 6: 189-195.
- Plenchette, C., Furlan, V., Fortin, J.A., 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of low fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant and Soil* 70, 199-209.
- Posta, K., Marschner, H., Römheld, V., 1994. Manganese reduction in the rhizosphere of mycorrhizal and nonmycorrhizal maize. *Mycorrhiza*, 5(2):119-124.
- Poulton, J.L., Koide, R.T., Stephenson, A.G., 2001. Effects of mycorrhizal infection and soil phosphorus availability on in vitro and in vivo pollen performance in *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). *American Journal of Botany*. 88(10):1786-1793.
- Powel, C.L., 1981. Effect of inoculum rate on mycorrhizal growth responses in pot-grown onion. *Plant and Soil*, 92, 387-397.
- Rathore, V.P., Singh, H.P., 1995. Quantification and correlation of vesicular-arbuscular mycorrhizal propagules with soil properties of some mollisols of northern India. *Mycorrhiza*, 5(3):201-203.

- Redhead, J.F., 1977. Endotrophic mycorrhizas in Nigeria: Species of the Endogonaceae and their distribution. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 69: 275-280.
- Remy, W., Taylor, T.N., Haas, H., Kerp, H., 1994. Four hundred-year-old vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91, 11841-11843.
- Ross, J.P., 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non-mycorrhizal soybean. *Phytopathology*, 61, 1400-1403.
- Ruiz Lozano, J.M., Azcón, R., 2000. Symbiotic efficiency and infectivity of an *autochthonous* arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soils and *Glomus deserticola* under salinity. *Mycorrhiza*, 10(3):137-143.
- Sanchez-Dias, M., Honrubia, M., 1994. Water relation and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. In: *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems* (Eds. S. Gianninazzi and H. Shuepp). Birkhäuser, Basel, Boston Berlin, pp 167-178.
- Sanders, F.E., Tinker, P.B., 1973. Phosphate flow in the mycorrhizal roots. *Pesticide Sci.* 4:384.
- Sarı, N., Ortaş, İ., Yetişir, H., 2002. Effect of mycorrhizae inoculation on plant growth, yield and phosphorus uptake in garlic under field condition. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (13-14), 2189-2201.
- Sasai, K., 1991. Effect of phosphate application on infection of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in some horticultural crops. *Scientific Reports of Miyagi Agricultural College*, No:39, 1-9, Japan.
- Sastry, M.S.R., Sharma, A.K., Johri, B.N., 2000. Effect of an AM fungal consortium and *Pseudomonas* on the growth and nutrient uptake of *Eucalyptus* hybrid. *Mycorrhiza*, 10(2):55-61.
- Schenck, N.C., Schroder, V.N., 1974. Temperature response of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. *Mycologia*, 66:600-605.
- Schüßler, A., 2000. *Glomus claroideum* forms an arbuscular mycorrhiza-like symbiosis with the hornwort *Anthoceros punctatus*. *Mycorrhiza*, 10(1):15-21.

- Schreiner, R.P., Ivors, K.L., Pinkerton, J.N., 2001. Soil solarization reduces arbuscular mycorrhizal fungi as a consequence of weed suppression. Springer-Verlag.
- Secilia, J., Bagyaraj, D.J., 1994. Selection of efficient vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for wetland rice-a preliminary screen. *Mycorrhiza*, 4(6):265-268.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği. Ege Ün. Ziraat Fak.Yayınları, No:528 Cilt I s.228-229 İzmir
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., Eltez, R.Z., 2000. Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000 2. Cilt s. 679-707.
- Sharma, A.K., Johri, B.N., Gianinazzi, S., 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in relation to plant disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8: 6, 559-563.
- Shirihari, P.C., Sakamoto, K., Inubushi, K., Akao, S., 2000. Interaction between supernodulating or non-nodulating mutants of soybean and two arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 10(3):101-106.
- Sieverding, E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical Corporation-Federal Republic of Germany.
- Simon, L., Bousquet, L., Levesque, R.C., Lalonde, M., 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. *Nature*, 363, 67-69.
- Smith, S.E., Walker, N.A., 1981. A quantitative study of mycorrhizal infection in *Trifolium*: separate determination of the rates of infection and mycelial growth. *New Phytologist*, 89, 225-240.
- Smith, S.E., John, B.L., Smith, F.A., Nicholas, D.J.D., 1985. Activity of glutaminine synthase and glutimate dehydragenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L. effects of mycorrhizal infection and phosphorous nutrition. *New Phytologist*, 99, 211-227.

- Smith, S.E., Gianninazzi-Pearson, V., 1988. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology, 39, 221-224 (In: Mycorrhizal Symbiosis, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Smith, S.E., Robson, A., Abbott, L.K., 1992. The involvement of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. Plant and Soil 146, 169-179 (In: Mycorrhizal Symbiosis, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Smith, S.E, Read, D.J, 1997. Mycorrhizal Symbiosis, Second Edition. Cambridge:Academic Press.
- Soedarjo, M., Habte, M., 1995. Mycorrhizal and nonmycorrhizal host growth in response to changes in pH and P concentration in a mangiferous oxisol. Mycorrhiza, 5(5):337-345.
- Sreenivasa, M.N., Kirshnaraj, P.U., Gangadhara, G.A., Manjunatah, H.M., 1993. Response of chilli (*Capsicum annum* L.) to the inoculation an efficient vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. Scientia-Horticulturae 53, 45-52.
- Srivastava, D., Mukerji, K.G., 1995. Field response of mycorrhizal and nonmycorrhizal *Medicago sativa* var. local in the F1 generation. Mycorrhiza, 5(3):219-221.
- St-Arnaud, M., Hamel, C., Vimard, B., Caron, M., Fortin, J.A., 1995. Altered growth of *Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi* in an in vitro dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots. Mycorrhiza, 5(6):431-438.
- Stribley, D., 1987. Mineral nutrition. In Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants. (Ed G.R. Safir). pp 59-69. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Sylvia, D.M., Williams, S.E., 1992. Vesicular arbuscular mycorrhizae and environmental stress. In: Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. American Society of Agronomy Special Publication No: 54, Madison, WI, pp 101-124.
- Şimşek, D., Ortaş, İ., Köse, Ö., Sarı, N., Abak, K., 1998. The effect of mycorrhizal inoculation on growth and nutrient uptake of tomato, eggplant, pepper plants



- under field conditions. M.Şefik Yeşilsoy Int. Symp. On Arid Region Soils, 21-24 September 1998, Menemen-İzmir, TURKEY, 222-228.
- Tarafdar, J.C., Marschner, H., 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and VA mycorrhizal wheat supplied with organic and inorganic phosphorous. *Soil Biology and Soil Biochemistry*, 26, 387-395.
- Tennant, D., 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length *Journal of Ecology* 63, 995-1001.
- Tinker, P.B., 1975. The chemistry of phosphorous and effects on plant growth in Endomycorrhizas. (Eds. Sanders, F.C., Mosse, B. and Tinker, P.B.). Academic Press, London.
- Tinker, P.B., 1980. Role of rhizosphere microorganisms in phosphorous uptake by plants. In *The Role of Phosphorous in Agriculture* (Eds. Khasaweneh, F.E. et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
- Tinker, P., Jones, M., Durall, D., 1992. A functional comparison of Ecto and endo mycorrhizas. (Eds. D.J. Read, D.H.Lewis, A.H. Fitterand, I.J. Alexander), pp, CAB International, Wallingford, UK.
- Tisdall, J.M., 1991. Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research*. 29, 729-743.
- Tobar, R.M., Azcón, R., Barea, J.M., 1994. The improvement of plant N acquisition from an ammonium-treated, drought-stressed soil by the fungal symbiont in arbuscular mycorrhizae. *Mycorrhiza*, 4(3):105-108.
- Tonin, C., Vandenkoornhuysse, P., Joner, E.J., Straczek, J., Leyval, C., 2001. Assessment of arbuscular mycorrhizal fungi diversity in the rhizosphere of *Viola calaminaria* and effect of these fungi on heavy metal uptake by clover. *Mycorrhiza*, 10(4):161-168.
- Turnau, K., Ryszka, P., Gianinazzi-Pearson, V., Tuinen, D.van, 2001. Identification of arbuscular mycorrhizal fungi in soils and roots of plants colonizing zinc wastes in southern Poland. *Mycorrhiza*, 10(4):169-174.
- Varma, A., 1995. Arbuscular mycorrhizal fungi-The state of art. *Crit.Rev. Biotechnol.*, 15: 179-199.

- Venkateswarlu, K., Al-Garni, S.M., Daft, M.J., 1994. The impact of carbofuran soil application on growth and mycorrhizal colonization by *Glomus clarum* of groundnut. *Mycorrhiza*, 5(2):125-128.
- Waterer, D.R., Coltman, R.R., 1989. Response of mycorrhizal bell pepper to inoculation timing, phosphorous and water stress. *HortScience* 24:4, 688-690.
- Weissenhorn, I., Leyval, C., Belgy, G., Berthelin, J., 1995. Arbuscular mycorrhizal contribution to heavy metal uptake by maize (*Zea mays* L.) in pot culture with contaminated soil. *Mycorrhiza*, 5(4):245-251.
- Wilcox, H.E., 1971. Morphology of ectendomycorrhizae in *Pinus resinosa*. In: Proceedings of the 1st North American Conference on Mycorrhizae. University of Illinois, 1969. US Forestry Service, Washington, DC, USA. Pp. 54-67 (In: Mycorrhizal Symbiosis, Smith, S.E. and Read, D.J, 1997).
- Yüksel, M., 1992. Sera Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Yetiştiriciliğinde Değişik Dikim Aralık ve Mesafelerinin Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Bahçe Bit. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61s.
- Zhao, Z.-W., Xia, Y.-M., Qin, X.-Z., Li, X.-W., Cheng, L.-Z., Sha T., Wang, G.-H., 2001. Arbuscular mycorrhizal status of plants and the spore density of arbuscular mycorrhizal fungi in the tropical rain forest of Xishuangbanna, southwest China, Springer-Verlag.
- Zuang, H., 1982. La Fertilisation Des Cultures Légumières. Centre Technique Inter professionnel des Fruits et Légumes (CTIFL) Pub., Paris.

## ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Adana'da doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1987-1991 yıllarında, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Lisans öğrenimimi tamamladım. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında, 'Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinin Döllenme Biyolojileri Üzerine Araştırmalar' konulu Yüksek Lisans tezimi 1991-1995 yıllarında yaptım. 1995 yılında, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında başladığım Doktora öğrenimime halen devam etmekteyim. 1996 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Samandağ Meslek Yüksekokulu Seracılık Programı'na Öğretim Görevlisi olarak atandım ve halen bu görevimi sürdürmekteyim.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI  
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
MÜHÜR