

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

**MİKORİZANIN MARUL BİTKİSİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE FOSFOR  
ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: S.Fatih ERGİN  
DANIŞMAN: Doç. Dr. Füsun GÜLSER

VAN – 2006

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

**MİKORİZANIN MARUL BİTKİSİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE FOSFOR  
ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: S.Fatih ERGİN

VAN – 2006

## KABUL ve ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Füsun GÜLSER danışmanlığında S.Fatih ERGİN tarafından hazırlanan “*Mikorizanın Marul Bitkisinde Bitki Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Etkileri*” isimli bu çalışma 02/06/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Şefik TÜFENKÇİ

İmza:

Üye : Doç. Dr. Füsun GÜLSER

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fikret YAŞAR

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ...../ ...../..... Gün ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.....  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### MİKORİZANIN MARUL BİTKİSİNDE BİTKİ GELİŞİMİ VE FOSFOR ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

ERGİN, S. Fatih

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Füsun GÜLSER

Haziran 2006, 25 sayfa

Bu araştırmada, fosfor ve mikoriza uygulamalarının marul bitkisinde bitki gelişimi ve fosfor alımına etkileri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda fosfor uygulamaları ile marul bitkisinin verim kriterlerinde kontrole göre istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) artışlar elde edilmiştir. Ancak yaprak sayısındaki artışların istatistiksel anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir. Mikoriza uygulamaları ile bitki çapı ve bitki kuru ağırlığında istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) artışlar elde edilmiş, diğer verim kriterlerinde meydana gelen artışların ise istatistiksel anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bitkinin fosfor alımı fosfor uygulamalarından önemli ( $P<0.01$ ) düzeyde etkilenmiş; en yüksek fosfor alımı ortalaması 85.92 mg/saksı olarak 200 mg  $P_2O_5/kg$  uygulamasında, en düşük fosfor alımı ise fosfor uygulaması yapılmayan saksılarda 58.81 mg/saksı olarak elde edilmiştir. Mikoriza uygulamaları da bitkinin fosfor alımını istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) düzeyde artırmış, mikoriza uygulanan saksılarda elde edilen fosfor alımı ortalaması 75.14 mg/saksı olarak, mikoriza uygulanmayan saksılara kıyasla yüksek bulunmuştur.

İnteraksiyonların verim kriterleri ile fosfor alımı üzerine etkileri, istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Artan fosfor dozları ile birlikte mikorizanın verim kriterleri ve fosfor alımı üzerine olumlu etkilerinin azaldığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Aşılama, Fosfor, Marul, Mikoriza, Verim.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF MYCORRHÍZA ON PLANT GROWTH AND PHOSPHORUS UPTAKE IN LETTUCE

ERGİN, S. Fatih

Msc, Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Füsün GÜLSER

June 2006, 25 pages

In this study, effects of phosphorus and mycorrhiza applications on plant growth and phosphorus uptake in lettuce were investigated.

At the end of the research, it was obtained that there were significant increases in yield criteria with phosphorus applications over the control in lettuce plant ( $P<0.01$ ). However, increments in leaf number were not significant. Mycorrhiza applications significantly increased plant diameter and plant dry weight ( $P<0.01$ ). But, the increments in the other yield criteria were not significant with mycorrhiza applications.

Phosphorus uptake by plant was significantly affected with phosphorus applications ( $P<0.01$ ). It was determined that the highest phosphorus uptake was 85.92 mg/pot in 200 mg  $P_2O_5$ /kg application, and the lowest phosphorus uptake was 58.81 mg/pot in control application. Mycorrhiza applications significantly increased the phosphorus uptake by plants ( $P<0.01$ ). The mean phosphorus uptake in pots with mycorrhiza application, 75.14 mg/pot, was higher than that in pots without mycorrhiza application, 69.66 mg/pot.

Effects of interactions between mycorrhiza and phosphorus applications on yield criteria and phosphorus uptake were significant statistically ( $P<0.01$ ). It was found that positive effects of mycorrhiza on yield criteria and phosphorus uptake decreased with increasing phosphorus application doses.

**Key words:** Inoculation, Phosphorus, Lettuce, Mycorrhiza, Yield.

## ÖN SÖZ

Mikoriza doğada bitki kökleri ile mikroorganizma arasındaki en yaygın simbiyotik ilişkiyi oluşturmaktadır. Başta orman ağaçları olmak üzere çayır mera bitkileri, çalılıklar, süs bitkileri ile bazı tarla ve bahçe bitkileri iyi bir gelişim gösterebilmeleri için yüksek düzeyde gübreleme yapılsa bile mikoriza infeksiyonuna mutlak gereksinim duymaktadırlar. Vesicular-arbuscular mikorizanın bitki fizyolojisi açısından en önemli etkisi bitki gelişimi ve P, Zn, Cu, K, N, Fe, Ca ve Mg gibi bitki besin elementleri alımını artırmasıdır.

Bu çalışmada da vesicular-arbuscular mikorizanın (*G.mossea*), marul (*L.sativa*) bitkisinde bitki gelişimi ve fosfor alımına etkileri araştırılmıştır.

Çalışmanın yürütülmesinde katkılarından dolayı danışmanım Doç. Dr. Füsun GÜLSER'e, Araş. Gör. Ferit SÖNMEZ ve Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Semra DEMİR 'e teşekkür ederim. Ayrıca maddi desteğinden dolayı Y.Y.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına ve emeği geçen herkese teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

S.Fatih ERGİN  
2006, Van

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	5
3.1. Materyal	5
3.1.1. Araştırma yerinin genel tanımı	5
3.1.2. Yetiştirme ortamının toprak özellikleri	5
3.1.3. Saksı denemesi	5
3.2. Yöntem	6
3.2.1. Yetiştirme ortamının analize hazırlanması	6
3.2.2. Yetiştirme ortamında yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler	6
3.2.2.1. Bünye	6
3.2.2.2. Toprak reaksiyonu	6
3.2.2.3. Total tuz (%)	6
3.2.2.4. Kireç (%)	6
3.2.2.5. Organik madde (%)	6
3.2.2.6. Azot (%)	6
3.2.2.7. Alınabilir fosfor(ppm)	7
3.2.2.8. Değişebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum (ppm)	7
3.2.3. Bitki örneklerinde yapılan analizler	7
3.2.3.1. Taç ağırlık (g/saksı)	7
3.2.3.2. Tüketilebilir ağırlık (g/saksı)	7
3.2.3.3. Bitki boyu (cm)	7
3.2.3.4. Bitki çapı (cm)	7
3.2.3.5. Yaprak sayısı (adet)	7
3.2.3.6. Kuru ağırlık (g/saksı)	8
3.2.3.7. Toplam fosfor (ppm)	8
3.2.4. İstatistiksel analizler	8

4. BULGULAR ve TARTIŞMA	9
4.1. Uygulamaların Bitkinin Verim Kriterlerine Etkisi	9
4.1.1. Uygulamaların bitki ta ağırlığına etkisi	9
4.1.2. Uygulamaların bitki tüketilebilir ağırlığa etkisi	10
4.1.3. Uygulamaların bitki boyuna etkisi	11
4.1.4. Uygulamaların bitki çapına etkisi	12
4.1.5. Uygulamaların bitki yaprak sayısına etkisi	13
4.1.6. Uygulamaların bitki kuru ağırlığına etkisi	14
4.2. Uygulamaların bitkinin fosfor alımına etkisi	15
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	18
KAYNAKLAR	20
ÖZ GEÇMİŞ	25

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	5
Çizelge 4.1. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin taç ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi	9
Çizelge 4.2. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin taç ağırlığına etkisine ilişkin Duncan grupları	9
Çizelge 4.3. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin tüketilebilir ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	10
Çizelge 4.4. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin tüketilir ağırlığı etkisine ilişkin Duncan grupları	10
Çizelge 4.5. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki boyuna etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	11
Çizelge 4.6. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki boyuna etkisine ilişkin Duncan grupları	11
Çizelge 4.7. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki çapına ilişkin varyans analiz tablosu	12
Çizelge 4.8. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki çapına etkisine ilişkin Duncan grupları	12
Çizelge 4.9. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	13
Çizelge 4.10. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkisine ilişkin Duncan grupları	13
Çizelge 4.11. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	14
Çizelge 4.12. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisine ilişkin Duncan grupları	14
Çizelge 4.13. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	15
Çizelge 4.14. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisine ilişkin Duncan grupları	15

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
da	Dekar
kg	Kilogram
kg/da	Kilogram/dekar
g	Gram
m <sup>2</sup>	Metrekare
mm	Milimetre
ppm	Milyonda bir kısım
TSP	Triple Süper Fosfat

### Kısaltmalar

F	F değeri
SD	Serbestlik derecesi
KO	Kareler ortalaması

## 1. GİRİŞ

Topraktaki mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki simbiyotik yaşam biçimleri arasında en yaygın olanlardan biri, bitki kökleri ile bazı toprak fungusları arasında kurulan ve mikoriza olarak adlandırılan ortak yaşamdır. Daha çok bitkiye sağladığı katkıların önemi açısından endomikorizal yaşam şekilleri arasında yer alan arbüsküler mikoriza; bitki gelişimini, özellikle bitki besin maddeleri konsantrasyonlarının kritik seviyelerde olduğu marjinal toprak koşullarında teşvik etmektedir (Marschner, 1995).

Mikorizal funguslar birçok ekosistemde toprak mikroflorasının temel elemanlarıdır ve gerek doğal ekosistemlerde gerekse plantasyonlarda çok önemli role sahiptirler. Başta P olmak üzere N, K, Zn, Cu, Mn, Fe, Ca gibi bitki besin elementlerinin alınımı, bitki-su ilişkisini düzenleme ve bitkiyi hastalık ve zararlılara karşı koruma gibi önemli işlevler üstlenirler. Bunun sonucunda sağlıklı ve güçlü bir kök sistemine sahip olan bitkiler, toprak strüktürünü de geliştirerek toprağı erozyona karşı daha güçlü kılarlar (Brundrett ve ark., 1996)

Bugüne kadar farklı fungus grupları ve konukçu bitkileri içine alan 7 tip mikorizal ilişki karakterize edilmiştir. Bunlar arasında vesiküler-arbüsküler mikoriza (VAM) ve ektomikoriza (ECM) bitkiler üzerinde en yaygın olanı ve fazla çalışılanı olmuştur (Cairney ve Chambers, 1999).

Arbüsküler mikoriza (AM) fungusları bitkilerle ortak yaşama girerek bitkinin topraktan alamayacağı form ve miktardaki besin maddelerini (özellikle fosfor) miselleri ile alıp bitkiye iletmektedirler (Papastylanou, 1993).

Vesiküler-arbüsküler mikoriza oluşumu daha çok fosfor alınımına olan katkılarından dolayı, farklı dallardaki birçok araştırmacı tarafından geniş ilgi görmüştür. Yapılan çalışmalarda doğadaki bitki topluluklarının % 90'ın dan fazlasında simbiyotik olarak yaşayan VAM fungusunun, topraktaki fosforun bitkilerce alınmasında belirleyici rol oynadığı ifade edilmektedir (Smith ve ark., 1992).

Toprakta hareketliliği zayıf olan fosfor gibi besin elementleri toprakta yetersiz olduğunda veya fiske edildikleri zaman bitki kökleri tarafından bitkinin gereksinimini karşılayacak oranda alınamamaktadırlar. Özellikle kök sistemi kalın olan bitki türleri oluşturdukları toplam kök yüzey alanları çok düşük olduğundan, bu tür bitkilerin büyüdükları toprak ortamı ile değindikleri toplam yüzey alanları da az olmaktadır (Bagyaraj ve Manjunath, 1981; Harley ve Smith, 1983; Jeffries ve Dodd, 1991; Hooker ve Atkinson, 1996; Marschner, 1995; Mosse, 1981). Bunun doğal bir sonucu olarak bitkilerde besin elementleri ve su yeterince sağlanamadığı durumlarda doğal gereksinimlerini karşılamak için bitkiler rizosfer pH'sının değiştirilmesi, kök salgıları, kök morfolojisi ve fizyolojisinde değişimler yaratması ve mikroorganizmalarla simbiyotik yaşam oluşturması gibi doğal adaptasyon mekanizmaları gerçekleştirmişlerdir.

Mikroorganizmalardan, mikoriza mantarlarının gerçekleştirdiği simbiyotik ilişki ile gerek kök içinde gerekse kök dışında mantarın geliştirmiş olduğu hifler aracılığı ile bitki gelişimi için gerekli beslenme koşullarının oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Mikoriza hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği ince porlara girerek su ve besin elementlerinden yararlanabilmektedirler (Ortaş ve ark., 1999).

Bu araştırmada son yıllardaki sebze fiyatları göz önüne alındığında en yüksek gelir sağlayan sebzeler grubunda yer aldığı bilinen marul bitkisine mikoriza sporlarının ilave edilmesinin bitki gelişimine ve fosfor alımına etkileri incelenmiştir.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Marul yaprağı taze olarak tüketilen önemli bir besin kaynağımızdır. Marul yetiştiriciliğindeki amaçlardan biri de besleyici özelliği en yüksek düzeyde bitki elde etmektir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Fosfor, yapısı ve topraktaki hareketliliği nedeniyle toprakta fiske edilen ve bitki tarafından alınımı sınırlı olan elementler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, vesiküler- arbüsküler mikoriza oluşumuna önem verilmiş, bitkinin fosfor, çinko, bakır, mangan, demir, potasyum gibi elementlerin alınımında etkili rol oynadığı birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Haymana,1982).

Howeler ve ark. (1982)'da kassava bitkisi ile yaptıkları bir araştırmada, bitki kuru ağırlığının, ortamda bulunan P ile belirli bir doza kadar artış gösterdiğini, bu dozun üzerindeki P uygulamalarının kuru ağırlığı herhangi bir şekilde etkilemediğini ortaya koymuşlardır.

Bethlenfalvai ve ark. (1983), tarafından Rhizobium-Mikoriza interaksyonuna yönelik yapılan bir çalışmada, bitki için ortamdaki N ve/veya P düzeyinin uygun olmadığı koşullarda, Rhizobium-VAM mantarı arasında olumsuz interaksyon olabileceğini bildirmişlerdir.

Mikoriza fungusu sayesinde tarımsal üretimde mikroorganizmaların toprak verimliliği ve bitki beslenmesinde önemli rol üstlendiği araştırmacılar tarafından bilinmektedir. Bitkisel üretimde bitkilerin sadece kökleri tarafından besin almadıkları ayrıca mikoriza fungusu sayesinde de alındığı ortaya konmuştur (Bolan, 1991).

Mikorizal aşılamanın, mikorizal enfeksiyon ve diğer bitkisel parametreler üzerine etkilerinin mikoriza türü, bitki cins ve türü, toprak ve iklim faktörleri gibi birçok özelliklere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bu yöndeki birçok araştırma sonuçları tarafından ortaya konmuştur (Sieverding, 1991).

Arbüsküler mikoriza (AM) fungusları bitkilerle ortak yaşama girerek bitkinin topraktan alamayacağı form ve miktardaki besin maddelerini (özellikle fosfor) miselleri ile alıp bitkiye iletmektedirler (Papastylanou,1993).

Trimble ve Knowles (1994), mikoriza aşılmasının hıyar bitkisinin büyüme ve verimi üzerine etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Baklagillerle mikroorganizmalar arasında iki tip simbiyotik ilişki vardır. Birincisi atmosferik azotun fiksasyonunu içeren rhizobium bakterisi ile olan ilişkisi, diğeri ise fosforun alınımı içeren arbüsküler mikoriza ile olan ilişkidir. Arbüsküler mikoriza fungusları ve rhizobiumun ikili aşılması baklagillerde biyolojik gübre olarak etki yapmaktadır. Aynı zamanda baklagillerin rhizobium bakterisi ve arbüsküler mikoriza fungusları ile birlikte aşılması yararlı sinerjistik etkilere neden olmaktadır. Diğer yandan bitkiler ile toprak mikro florasındaki en yaygın simbiyotik yaşam ilişkilerinden arbüsküler mikorizal (AM) yaşam biçiminde de bitki, mikorizal fungusu karbonhidrat ve bazı organik maddeleri kazandırırken, fungus da bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır. Dolayısıyla her iki partnerin yararına olacak bir yaşam birlikteliği doğmaktadır (Marschner, 1995).

Mikoriza fungusunun toprakta biyolojik yolla bağlanan azotun yanında başta fosfor olmak üzere çinko, bakır, mangan ve demir elementlerinin de bitkiler tarafından alınımını artırdığı bildirilmiştir (Haymana,1982; Smith ve Read, 1997).

Smith ve Read (1997), Vesiküler-arbüsküler mikoriza fungusları bitkiye besin alınımını artırmanın yanında, bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmakta olduğunu, bitkinin büyümesini teşvik edici maddeler (hormonlar) salgıladığını bildirmişlerdir.

Kumar ve ark. (1998), VAM fungusu ve rhizobium aşılamanın; nodülasyon, kök kolonizasyonu, azot fiksasyonu ve nohutun ürün miktarına etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda tohumun inokule edilmesi ile nodülasyonun arttığı, kök kolonizasyonu, tane miktarı, kuru madde, tohum ve samanın azot ve fosfor alınımının da arttığını belirtmişlerdir.

Hıyarda vesiküler-arbüsküler mikorizanın bitki büyümesi ve besin elementi alınımının araştırıldığı bir çalışmada mikoriza aşılamanın hıyar bitkisinin gelişmesine az da olsa etki ettiği belirlenmiştir. Ancak yetersiz kök enfeksiyon yüzdesinden dolayı istenilen sonucun elde edilemediği bildirilmiştir (Çığışar ve ark., 2000).

Tüfenkçi ve ark. (2000), Vesiküler-arbüsküler mikoriza inokülasyonunun baklagil bitkilerinden nohut bitkisinde, bitkinin fosfor içeriğini artırdığını ve azot alınımına da olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Vesiküler-arbüsküler mikorizanın alkalın ve asit toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonları üzerine etkisi Özcan ve Taban (2000) tarafından araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre mikorizal enfeksiyon yüzdesi alkalın reaksiyonlu toprakta % 48.3, asit reaksiyonlu toprakta ise % 68.3 olarak saptanmıştır. Vesiküler-arbüsküler mikoriza ile enfekte olan mısır bitkisinde kuru ağırlık ve çinko konsantrasyonu her iki toprakta da kontrole göre artmış, fosfor konsantrasyonu ise alkalın toprakta değişmezken asit toprakta artış göstermiştir.

Coşkan ve ark. (2003), soya bitkisinde yaptıkları bir denemede kullanılan P dozlarının (10, 50, 250 mg P/kg) mikorizal enfeksiyon üzerine önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ancak mikorizal aşılamanın mikorizal enfeksiyon üzerine belirgin bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Gübreleme yerine bitkilerin doğal beslenme mekanizmalarından olan mikorizalardan yararlanılması önemli bir tarım stratejisi olacaktır (Ortaş, 1995). Bitki köklerine bağlı ve simbiyotik olarak yaşamlarını sürdüren mikroorganizma türleri fosfor, çinko ve bakır gibi toprakta hareketliliği yavaş olan besin elementlerinin alınımını artırabilirler. Bunlardan VA mikoriza geniş bir coğrafik alana yayılmış olup, uzun ve geniş yüzey alana sahip lifleri sayesinde besin elementlerini daha etkin bir şekilde alma yeteneğine sahiptir (Smith ve Read, 1997; Trimble ve Knowles, 1994 ).

Mikoriza ile iyi enfekte edilen bitkiler, daha iyi büyüme ve yapraklarıyla daha iyi fotosentez yapabilmektedir. Gübre fiyatlarının artması, gübre kaynaklarının sınırlı olması, mikoriza gibi doğal gübre kaynaklarının kullanımı ve değerlendirilmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır (Çığışar ve ark., 2000).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yerinin genel tanıtımı

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü seralarında Nisan - Ağustos 2005 tarihleri arasında yürütülmüştür.

##### 3.1.2. Yetiştirme ortamının toprak özellikleri

Denemede kullanılan yetiştirme ortamına ilişkin toprak analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yetiştirme ortamı hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, orta düzeyde kireçli, organik madde, toplam azot ve yarayıklı fosfor içeriği bakımından yetersiz, potasyum, kalsiyum, magnezyum içeriği yeterli düzeyde bulunmuştur (Güneş ve ark., 1996).

Çizelge 1. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Bünye	pH	Tuz (%)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Toplam N (%)	Yarayıklı P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Kumlu-killi-tın	8.03	0.057	14.04	0.92	0.07	6.98	480	4800	221

##### 3.1.3. Saksı denemesi

Yetiştirme ortamı olarak toprak + kum + çiftlik gübresi karışımı (1:1:1 oranlarında) kullanılmıştır. Uygulamalar da triple süper fosfatın 0 – 50 – 100 – 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg olacak şekilde 4 dozu kullanılmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak sabit dozda 200 mg N/kg olacak şekilde amonyum sülfat uygulanmıştır.

Denemede 3.5 kg karışım alan plastik saksılar kullanılmış ve saksılar % 10'luk formalin ile dezenfekte edilmiştir. Yetiştirme toprağı ve inokulum materyali sırasıyla 1500gr yetiştirme toprağı + 500gr inokulum + 500gr yetiştirme toprağı + marul tohumları + 500gr kapak kum şeklinde saksılara yerleştirilmiştir. Deneme 3 tekrarlamalı ve her bir saksıda 1 bitki olacak şekilde şansa bağı parsellerde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme boyunca bitkiler sera ortamında tutularak, sulamalar destile su ile yapılmıştır. Deneme sırasında bitkilerde görülen hastalıklara karşı mücadele yapılmıştır.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Yetiştirme ortamının analize hazırlanması**

Toprak – kum – çiftlik gübresi karışımından alınan örnek Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde uygun koşullarda kurutulduktan sonra ağaç tokmak ile dövülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analiz süresince kapaklı plastik kutularda muhafaza edilmiştir.

### **3.2.2. Yetiştirme ortamı örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler**

#### **3.2.2.1. Bünye**

Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos hidrometre yöntemi ile yapılmıştır (Bouyoucos, 1951).

#### **3.2.2.2. Toprak reaksiyonu**

Grewelling ve Peech (1960) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir.

#### **3.2.2.3. Total Tuz (%)**

Richards'ın (1954) bildirdiği şekilde saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülerek toplam eriyebilir tuz içeriği hesaplanmıştır.

#### **3.2.2.4. Kireç (%)**

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtildiği gibi, Scheibler kalsimetresi kullanılarak saptanmıştır.

#### **3.2.2.5. Organik Madde (%)**

Modifiye edilmiş Walkley Black yöntemine göre belirlenmiştir (Walkley, 1947).

#### **3.2.2.6. Azot (%)**

Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

### **3.2.2.7. Alınabilir fosfor (ppm)**

Ekstrakt çözeltisi 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> olan, Olsen (1954) tarafından geliştirilen yöntem ile belirlenmiştir.

### **3.2.2.8. Değişebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum (ppm)**

Thomas (1982) tarafından bildirildiği şekilde 1 N amonyum asetat ile çalkalanarak belirlenmiştir.

## **3.2.3 Bitki örneklerinde yapılan analizler**

### **3.2.3.1. Taç ağırlık (g/saksı)**

Kök boğazından kesilerek hasat edilen bitkilerin tartılması ile bulunmuştur.

### **3.2.3.2. Tüketilebilir ağırlık (g/saksı)**

Kök boğazından kesilerek hasat edilen bitkiler en dıştaki sararmış, bozulmuş, çürümüş ve çok katlaşıp yenilemeyen yaprakları koparılarak tekrar tartılması ile bulunmuştur.

### **3.2.3.3. Bitki boyu (cm)**

Kök boğazından hasat edilen bitkilerin kök boğazı ile tepe noktası arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

### **3.2.3.4. Bitki çapı (cm)**

Kök boğazından hasat edilen bitkilerin tam orta yerlerinden baş çevresi ölçülmüştür.

### **3.2.3.5. Yaprak sayısı (adet)**

Her saksıdan alınan bitkinin yaprakları sayılarak ortalamaları alınmıştır.

### **3.2.3.6. Kuru ağırlık (g/saksı)**

Yaş ağırlık belirlendikten sonra 75°C de 48 saat etüvde bekletilerek kuru ağırlık belirlenmiştir.

### **3.2.3.7. Toplam fosfor (ppm)**

Vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre, yakma işlemi sonucunda elde edilen çözeltilerdeki fosfor miktarı kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994)

### **3.2.4. İstatistiksel analizler**

Şansa bağlı parsellerde faktöriyel deneme desenine göre düzenlenen denemede, elde edilen bulguların değerlendirilmesinde uygulanan varyans analiz yöntemi ve etkileri önemli bulunan muamelelere ait alt grup ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testleri SAS (1988) paket programına göre yapılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Uygulamaların Bitkinin Verim Kriterlerine Etkisi

#### 4.1.1. Uygulamaların bitki taç ağırlığına etkisi

Çizelge 4.1.'de izlendiği gibi mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitki taç ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak interaksiyonların bitki taç ağırlığına etkilerinin önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin taç ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Taç ağırlığı		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	261	3.27 <sup>öd</sup>
Fosfor	3	202	2.53 <sup>öd</sup>
Mikoriza x Fosfor	3	977	12.22**
Hata	16	80	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değeri %0.1 düzeyinde önemlidir; öd: önemli değil

Fosfor ve mikoriza uygulamaları sonucu elde edilen bitki taç ağırlığı ortalamaları çizelge 4.2'de verilmiştir. Mikoriza uygulamasının bitki taç ağırlığına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Taç ağırlığına ilişkin ortalama değerler 81.40 ve 88.00 g/saksı olarak sırasıyla mikoriza uygulanmayan ve mikoriza uygulanmış olan saksılarda elde edilmiştir. Benzer şekilde artan fosfor dozları ile bitki taç ağırlığında artış sağlanmış, ancak bu artışlar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemsiz bulunmuştur

Çizelge 4.2. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin taç ağırlığına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Taç ağırlığı (g/saksı)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	92.33	64.03	78.18 B
50	98.13	70.53	84.33 AB
100	80.63	87.30	83.97 AB
200	80.90	103.73	92.32 A
Ortalama	88.00	81.40	

A, B: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ( $P<0.01$ ).

En düşük bitki ta ağırlığı ortalaması, 78.18 g/saksı olarak kontrol parselde, en yüksek bitki ta ağırlığı ortalaması ise 92.32 g/saksı olarak 200 ppm fosfor uygulamasında elde edilmiştir. İnteraksiyonlar dikkate alındığında en düşük ve en yüksek ta ağırlığı değerleri sırasıyla 64.03 ve 103.73 g/saksı olarak mikoriza uygulanmayan saksılarda, 0 ve 200 ppm fosfor uygulamalarında bulunmuştur.

#### 4.1.2. Uygulamaların bitki tüketilebilir ağırlığına etkisi

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının tüketilebilir ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3). İnteraksiyonların ise tüketilebilir ağırlığı istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) düzeyde etkiledikleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin tüketilebilir ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Tüketilebilir ağırlık		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	332	3.22 <sup>öd</sup>
Fosfor	3	180	1.75 <sup>öd</sup>
Mikoriza x Fosfor	3	943	9.14 <sup>**</sup>
Hata	16	103	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değeri %0.1 düzeyinde önemlidir; öd: önemli değil

Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulamaları ile bitkilerin tüketilebilir ağırlığı ortalamasında meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Mikoriza uygulanan ve uygulanmayan parsellerdeki tüketilebilir ağırlık ortalamaları sırasıyla 82.48 ve 75.04 g/saksı olarak bulunmuştur. Artan fosfor dozları ile bitkinin tüketilebilir ağırlığında artış sağlanmasına karşın bu artışların Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemsiz olduğu belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek bitki tüketilebilir ağırlığı ortalamaları sırasıyla 71.85 ve 85.18 g/saksı olarak kontrol parselde ve 200 ppm uygulamalarında elde edilmiştir. Mikoriza ve fosfor interaksiyonlarının etkileri dikkate alındığında, en düşük ve en yüksek ta ağırlığı değerleri sırasıyla 59.33 ve 96.23 g/saksı olarak mikoriza uygulanmamış olan saksılarda belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin tüketilebilir ağırlığına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Tüketilebilir ağırlık (g/saksı)			
	Fosfor (mg/kg)	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
0		84.36	59.33	71.85
50		93.93	62.73	78.33
100		77.50	81.86	79.68
200		74.13	96.23	85.18
Ortalama		82.48	75.04	

#### 4.1.3. Uygulamaların bitki boyuna etkisi

Mikoriza uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fosfor ve mikoriza ve fosfor uygulamalarının ise bitki boyunda istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) değişim meydana getirdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin bitki boyuna etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Bitki Boyu		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	3.37	1.07 <sup>öd</sup>
Fosfor	3	15.15	4.79 **
Mikoriza x Fosfor	3	13.82	4.36 **
Hata	16	3.17	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değeri %0.1 düzeyinde önemlidir; öd: önemli değil

Çizelge 4.6.'da izlendiği gibi bitki boyunda mikoriza uygulamaları ile istatistiksel anlamda bir değişiklik belirlenmemiştir. Mikoriza uygulanmış ve uygulanmamış olan saksılardaki bitki boyu ortalamaları sırasıyla 20.6 ve 21.4 cm olarak elde edilmiştir. Artan fosfor dozları ile bitki boyunda düzensiz bir artış sağlanmış ve bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 50 ppm fosfor dozunda elde edilen bitki boyu ortalaması, 100 ve 200 ppm uygulamalarından farklı olmuştur. En düşük bitki boyu ortalamaları sırasıyla 0 ve 50 ppm fosfor dozlarında 20.3 ve 19.2 cm olarak, en yüksek bitki boyu ortalamaları ise 22.6 ve 22.0 cm olarak sırasıyla 100 ve 200 ppm fosfor uygulamalarında elde edilmiştir. İnteraksiyonların bitki boyuna etkisinin istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuş, en düşük ve en yüksek değerler mikoriza uygulanmayan saksılarda sırasıyla 18.3 ve 24 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin bitki boyuna etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	21.3	19.3	20.3 BC
50	20.0	18.3	19.2 C
100	21.3	24.0	22.6 A
200	20.0	24.0	22.0 AB
Ortalama	20.6	21.4	

A, B, C: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ( $P<0.01$ )

#### 4.1.4. Uygulamaların bitki çapına etkisi

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi mikoriza uygulamalarının bitki çapına etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Fosfor uygulamaları ve interaksyonların etkilerinin ise istatistiksel anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin bitki çapına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Bitki Çapı		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	13.50	4.76 **
Fosfor	3	2.38	0.84 <sup>öd</sup>
Mikoriza x Fosfor	3	5.94	2.10 <sup>öd</sup>
Hata	16	2.83	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değeri %0.1 düzeyinde önemlidir; öd: önemli değil

Çizelge 4.8.'de izlendiği gibi mikoriza uygulamaları bitki çapında istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bir artış meydana getirmiştir. Mikoriza uygulanan saksılardaki bitki çapı ortalaması 19.7 cm olarak, mikoriza uygulanmayan saksılarda ise 18.2 cm olarak belirlenmiştir. Artan fosfor dozları bitki çapında düzensiz bir artış sağlamıştır. En düşük bitki çapı ortalaması 18.5 cm olarak 0 ve 100 ppm dozlarında, en yüksek bitki çapı ortalaması 19.8 cm olarak 50 ppm uygulamasında elde edilmiştir. İnteraksiyonlar dikkate alındığında, bitki çapına ilişkin en düşük ve en yüksek değerler 17.3 cm ve 21.6 cm olarak, sırasıyla mikoriza uygulanmayan 0 ppm fosfor dozunda ve mikoriza uygulaması ile birlikte 50 ppm fosfor dozunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin bitki çapına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Bitki çapı (cm)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	19.6	17.3	18.5
50	21.6	18.0	19.8
100	18.3	19.0	18.5
200	19.3	18.3	18.8
Ortalama	19.7 A	18.2 B	

A, B: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ( $P<0.01$ )

#### 4.1.5. Uygulamaların bitki yaprak sayısına etkisi

Uygulamaların bitki yaprak sayısına etkisi çizelge 4.9 'da verilmiştir. Çizelgeden de izlendiği gibi uygulamaların ve interaksyonların bitki yaprak sayısına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısı etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Yaprak ayısı		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	43	2.47 <sup>öd</sup>
Fosfor	3	48	2.78 <sup>öd</sup>
Mikoriza x Fosfor	3	49	2.84 <sup>öd</sup>
Hata	16	17	
Genel toplam	23		

öd: önemli değil.

Çizelge 4.10.'da izlendiği gibi, mikoriza uygulanan ve uygulanmayan parsellerdeki yaprak sayıları ortalamaları sırasıyla 29 ve 26 adet olarak belirlenmiştir. Artan fosfor dozları ile bitki yaprak sayısında istatistiksel anlamda bir artış meydana gelmemiştir. Ancak Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 50 ppm fosfor dozunda 31 adet olarak elde edilen bitki yaprak sayısı ortalaması, kontrol ve diğer fosfor dozları ortalamalarına göre farklı ve yüksek bulunmuştur. En düşük yaprak sayısı ortalaması ise 24 adet olarak fosfor uygulanmayan parselde elde edilmiştir. Mikoriza ve fosfor interaksyonlarının etkileri bakımından ele alındığında en düşük yaprak sayısı 20 adet olarak, mikoriza uygulanmayan 0 ppm fosfor dozunda, en yüksek yaprak sayısı ise 35 adet olarak, mikoriza uygulaması ile birlikte 50 ppm fosfor dozunda bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin yaprak sayısına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	28	20	24 B
50	35	27	31 A
100	27	30	29 AB
200	27	28	28 AB
Ortalama	29	27	

A, B: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0.01)

#### 4.1.6. Uygulamaların bitki kuru ağırlığına etkisi

Uygulamaların bitki tüketilebilir kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.11’de verilmiştir. Mikoriza, fosfor ve mikoriza fosfor interaksiyonlarının bitki kuru ağırlığına etkilerinin istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Kuru ağırlık		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	1.98	8.17 **
Fosfor	3	1.04	4.31 **
Mikoriza x Fosfor	3	7.51	31.04 **
Hata	16	0.24	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değeri %0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.12.’de izlendiği gibi mikoriza uygulamaları bitki kuru ağırlığında istatistiksel anlamda farklı bir değişim meydana getirmiştir. Mikoriza uygulanan saksılardaki bitki kuru ağırlığı ortalamaları uygulama yapılmayan saksılara kıyasla daha yüksek ve 8.49 g olarak bulunmuştur. Mikoriza uygulanmayan saksılarda ise bitki kuru ağırlığı ortalaması 7.91 g olarak belirlenmiştir. Artan fosfor dozları ile bitki kuru ağırlığında bir artış meydana gelmiş, en düşük kuru ağırlık ortalaması fosfor uygulanmayan saksılarda 7.69 g olarak elde edilmiştir. 50 ve 200 ppm fosfor uygulamalarında 8.39 g ve 8.66 g elde edilen bitki kuru ağırlığı ortalamaları, 0 ppm fosfor dozundan istatistiksel anlamda farklı ve yüksek bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisi dikkate alındığında bitki kuru ağırlığına ilişkin en düşük ve en yüksek değerler, 6.75 g ve 9.91 g olarak, sırasıyla mikoriza uygulanmayan saksılarda 0 ppm fosfor dozunda ve mikoriza uygulanan saksılarda 50 ppm fosfor dozunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin kuru ağırlığına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Kuru ağırlık (g)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	8.64	6.75	7.69 B
50	9.91	6.87	8.39 A
100	7.32	8.82	8.07 AB
200	8.09	9.21	8.66 A
Ortalama	8.49 A	7.91 B	

A, B: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ( $P<0.01$ )

#### 4.2. Uygulamaların bitkinin fosfor alımına etkisi

Çizelge 4.13'de izlendiği gibi, mikoriza ve fosfor uygulamaları ile interaksiyonların fosfor alımına etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin fosfor alımına etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynakları	Fosfor Alımı		
	S.D.	K.O.	F değeri
Mikoriza	1	180	8.84 **
Fosfor	3	735	36.06 **
Mikoriza x Fosfor	3	573	28.10 **
Hata	16	20	
Genel toplam	23		

\*\* ile gösterilen f değerleri sırasıyla %0.1 düzeyinde önemlidir; öd: önemli değil

Mikoriza uygulamaları ile bitkinin fosfor alımında istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) bir değişim meydana getirmiş, fosfor alımı ortalama olarak, mikoriza uygulanmayan saksılarda 69.66 mg/saksı, mikoriza uygulanan saksılarda ise 75.14 mg/saksı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Benzer şekilde artan fosfor dozları ile fosfor alımında önemli ( $P<0.01$ ) artışlar belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, değişik fosfor dozlarında elde edilen fosfor alımına ilişkin değerler fosfor uygulanmayan saksılardan farklı ve yüksek bulunmuştur. En düşük fosfor alımı ortalaması, 0 ppm fosfor dozunda 58.81 mg/saksı olarak, en yüksek fosfor alımı ortalaması ise 200 ppm fosfor dozunda 85.92 mg/saksı olarak elde edilmiştir. İnteraksiyonların bitkinin fosfor alımında önemli ( $P<0.01$ ) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyonlar dikkate alındığında fosfor alımına ilişkin en düşük ve en yüksek ortalama değerler sırasıyla, 47.66 mg/saksı ve 88.78 mg/saksı olarak mikoriza uygulanmayan saksılarda fosforun 0 ve 200 ppm dozlarında elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının bitkinin fosfor alımına etkisine ilişkin Duncan grupları

Uygulamalar	Fosfor Alımı (mg/saksı)		
	Mikorizalı	Mikorizasız	Ortalama
Fosfor (mg/kg)			
0	69.95	47.66	58.81 C
50	82.89	61.23	72.06 B
100	64.61	80.98	72.80 B
200	83.09	88.78	85.92 A
Ortalama	75.14 A	69.66 B	

A, B, C: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ( $P<0.01$ )

Bu araştırmada elde edilen bulgulara göre, verim kriterleri dikkate alındığında, mikoriza uygulamaları bitki çapında önemli ( $P<0.01$ ) artışlar sağlamıştır. Fosfor uygulamalarının etkisi bitki boyunda ve kuru ağırlığında önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. İnteraksiyonların etkilerinin yaprak sayısı dışında diğer bütün verim kriterlerinde istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısında, mikoriza ve fosfor uygulamalarında da istatistiksel anlamda önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Mikoriza çalışmalarının yoğunlaşmakta olduğu alanlardan biri de sebzelerdeki çalışmalardır. Sebze yetiştiriciliğinde tohumdan başlayıp dikime kadar geçen dönemdeki mikoriza uygulamalarının bitki besin maddesi alımı, gelişme ve verime etkisi ile hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığa olan etkisi üzerine araştırmalar bulunmaktadır. Mikoriza bitki besin maddeleri ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü de arttırabilmektedir (Anonim, 2004).

Bu araştırmada mikoriza uygulamasının bazı verim kriterlerini ve bitki büyümesini olumlu yönde etkilemesine ilişkin bulgular bu konudaki benzer araştırmaların (Coşkan ve ark., 2003; Ortaş, 1998; Menge ve ark., 1978) sonuaları ile uyum sağlamaktadır.

Benzer şekilde mikoriza aşılmasının herhangi bir fosfor düzeyinde erken gelişme ve büyüme sağladığı Trimble ve Knowles (1994) tarafından bildirilmiştir. Bu araştırmacılar tarafından mikoriza aşılmasının hıyar bitkisinin büyüme ve verimi üzerine etkisi olduğunu saptamışlardır. ığşar ve ark. (2000) mikoriza uygulamasının hıyar bitkisinde verim kriterleri ve bitki büyümesini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Mikoriza uygulamaları ile verim kriterlerinde elde edilen artış Owusu-Bennoah ve Wild'in (1980) marul ve soğan, Welling ve ark.'nın (1991) bezelye, şimşek ve ark. 'nın (1998) domates, biber ve patlıcan, etiner ve ark.'nın (1999) tatlı mısırdada yapmış oldukları çalışmalar ile de uyum sağlamaktadır.

Artan fosfor dozları ile bitki boyunda ve kuru ağırlığında sağlanan artış, fosforun bitki büyümesi üzerine olumlu etkisinden kaynaklanmıştır.

Araştırmada bitki kuru ağırlığında mikoriza fosfor interaksiyonun önemli ( $P<0.01$ ) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kuru ağırlık değeri mikoriza uygulanan saksılarda 0 ppm fosfor dozunda 8.64 g olarak belirlenirken, 50 ppm fosfor dozunda 9.91 g bulunmuş ve mikoriza uygulaması ile % 14.69 oranında bir artış sağlanmıştır. Ancak, 100 ve 200 ppm fosfor dozlarında 7.32 g ve 8.09 g olarak elde edilen kuru ağırlık değerlerinde sırasıyla %15,27 ve %6,36 oranlarında azalma meydana gelmiştir. 50 ppm'den yüksek fosfor dozları ile mikorizanın etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir.

Benzer şekilde interaksiyonların bitki çapında da önemli ( $P<0.01$ ) değişimler meydana getirdiği belirlenmiştir. Bitki çapına ilişkin değerler mikoriza uygulanan saksılarda 0 ppm dozunda 19.6 cm olarak belirlenirken, 50 ppm fosfor dozunda 21.6 cm bulunmuş ve mikoriza uygulaması ile % 10.20 oranında bir artış elde edilmiştir. 100 ve 200 ppm dozlarında 18.3 cm ve 19.3 cm olarak elde edilen bitki çapı değerlerinde ise 0 dozuna kıyasla sırasıyla % 6.6 ve %1.5 oranlarında bir azalma meydana gelmiştir. Diğer verim kriterlerinde de fosfor dozları arttıka istatistiksel anlamda önemli olmayan düzensiz azalmalar belirlenmiştir.

Bu bulgular Waterer ve Coltman'ın (1989) mikoriza inokülasyonunun soğanın gövde fosfor içeriğini ve toplam yaş ağırlığını düşük fosfor uygulamalarında arttırdığına ilişkin bulguları ile uyum sağlamaktadır.

Araştırmada mikoriza uygulamaları bitkinin fosfor alımında düzensiz bir artış meydana getirmiştir. Mikorizanın fosfor alımındaki artış üzerine etkisi 50 ve 200 ppm fosfor dozlarında benzer olarak %18 düzeyinde belirlenmiştir. 100 ppm fosfor dozunda ise fosfor alımında mikorizanın etkisi azalmıştır. Artan fosfor dozlarının, mikorizanın fosfor alımı üzerine olumlu yöndeki etkisini azaltması, fosforlu gübrelerin topraktaki istenmeyen olumsuz etkilerinden kaynaklanmış olabilir.

Tarımsal üretimi artırabilmek için kullanılan fosforlu gübreler ile beraber birçok element (ağır metal) tarım topraklarına ilave olmaktadır. Bu elementlerden bir kısmı bitkiler için gerekli mikro elementler olarak değerlendirilirken, diğerleri canlılara zararlı ve istenmeyen elementler olarak değerlendirilmektedir (Laegreid ve ark. 1999). Bu ağır metallerden Cd'un gübrelerdeki (genellikle fosforlu gübreler) konsantrasyonu, topraklardaki toplam Cd miktarından daha yüksektir (Laegreid ve ark., 1999; Abdel-Haleem ve ark., 2001).

Ham fosfatlardan üretilen triple süper fosfat gübrelerinin diğer gübrelere göre Cd içeriğinin daha yüksek olduğu Erdem ve ark. (1996) tarafından bildirilmiştir. Değişik araştırmacılar ağır metallerden kaynaklanan çevre kirliliğinin toprak mikrobiyal özelliklerini, bazal toprak solunumunu ve enzim aktivitelerini olumsuz olarak etkilediğini bildirmişlerdir (Kucharski ve Wyszowska, 2004; Brookes, 1995; Szili-Kovoisc et. al., 1999; Gülser ve ark., 2006). Bu araştırmada da artan fosfor dozlarında mikorizanın etkinliğindeki azalmanın, kullanılan triple süper fosfat gübresindeki Cd'un topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine olan olumsuz etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mikoriza uygulamaları ile fosfor alımındaki artış Erik ve Jakopsen (1993), tarafından da bildirilmiştir. Benzer şekilde, araştırmacılar mikoriza ile simbiyotik yaşam içinde bulunan bitki köklerinin rizosfer pH'larını düzenleyerek, başta fosfor olmak üzere diğer besin elementlerinin alımını artırdıklarını bildirmişlerdir (Li ve ark., 1991; Ortaş ve ark., 1996; Bago ve Azcon-Aquilar, 1997).

Araştırmada artan fosfor dozlarının bitkinin fosfor içeriğini arttırması ve en yüksek fosfor içeriğinin en yüksek fosfor dozunda elde edilmesine ilişkin bulgular bu konudaki benzer araştırmaların (Coşkan ve ark., 2003; Çetiner ve ark., 1999) sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre farklı fosfor ve mikoriza uygulamalarında elde edilen bitki taç ağırlığı, bitki tüketilebilir ağırlığı, bitki boyu, bitki çapı, bitki yaprak sayısı ve bitki kuru ağırlığı, sırasıyla 64.3-103.73 g, 59.33-96.23 g, 18.3-24.0 cm, 17.3-21.6 cm, 20-35 adet, 6.75-9.91 g değişim aralığında belirlenmiştir. Değişik uygulamalarda elde edilen en düşük fosfor alımı 47.66 mg/saksı olarak mikoriza ve fosfor uygulaması yapılmayan saksılarda, en yüksek fosfor alımı ise mikorizasız ve 200 ppm fosfor uygulamasında 88.78 mg/saksı olarak bulunmuştur.

Ülkemizdeki nüfus artışı, taze sebze ve meyvenin beslenme ve sağlık açısından önemlerinin giderek daha iyi anlaşılması, gelir seviyesinin yükselmesi, ihracattaki gelişmeler ve hızla gelişen örtü altı tarımı ile her mevsimde sebze üretimi yapılabilmesi sonucu pazarda bulunması gibi ana faktörler; taze sebze talebine olan sürekli ve hızlı bir artışın önemli nedenlerindedir. Bu faktörlerin toplam etkisi ile; yıllık sebze talebinin %10-15 oranında artış gösterdiğini söyleyebiliriz. Artan talep sonucu; sebze fiyatlarında ortaya çıkan yükselmeler, sebze ekim alanlarının genişletilmesine ve daha fazla üretime teşvik etmektedir (Tekinel ve Baytorun 1990).

Mineral gübrelemenin verimi önemli derecede artırdığı bilinmesinden günümüze kadar yaklaşık 150 yıl kadar geçmiş bulunmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan ticari gübrelerin çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkisinin ortaya çıkması ile gelişmiş ülkeler aşırı gübre kullanımının önüne geçebilmek için bazı yasal düzenlemeler getirmişlerdir. Gübre tarımsal üretimde önemli girdilerden olup, yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşılık fazla uygulanması durumunda ise özellikle azot ve fosforlu gübrenin yıkanması ile taban suyu kirliliğine, N<sub>2</sub>O emisyonu ile hava kirliliğine neden olmaktadır (Owen ve Jurgens-Gschwind, 1986; Byrnes, 1990; Goodrich ve ark., 1991; Hatipoğlu ve ark., 1996). Türkiye’de gübre kullanım düzeyinin yetersiz olduğu bilinmekle birlikte bilinçsiz kullanım ve aşırı kullanım ile ilgili durumlara rastlanmaktadır.

Kimyasal gübre kaynakları sınırlı ve pahalı olmaları yanında son elli yolda toprak kirliliği ve yararlı mikroorganizmalar üzerine önemli düzeyde zarar vermişlerdir. Son yıllarda kaya fosfatı kaynaklarının azalması ve artan çevre kirliliği nedeni ile alternatif yaklaşımlar düşünülmektedir. Bunların başında doğal kaynaklar ve bitkilerin kendi doğal mekanizmaları değerlendirilmektedir.

Toprakta düşük fosfor içeriği durumunda, bazı bitkiler fosfordan daha iyi yararlanmak için mikoriza mantarı ile adaptasyon mekanizmaları geliştirmişlerdir (Ortaş ve Akpınar 2004).

Bu araştırmada da önemi yukarıda vurgulanmış (Tekinel ve Baytorun 1990) olan taze sebzeler içerisinde yer alan marul bitkisinde mikoriza uygulamalarında fosforlu gübrelere kıyasla, kuru ağırlık değerlerinde %7.3, fosfor alımında da %8 oranında bir artış sağlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abbott, L. K., Robson, A. D., 1982. The role of vesicular-arbusküler mycorrhizal fungi in agriculture and selection of fungi for inoculation. *Aust. Agric.Res.*,33:389-408.
- Abdel-Haleem A. S., Sroor, A., El-Bhi, S. M., Zohny, E., 2001. Heavy metals and rare earth elements in P fertilizers components using instrumental neutron activation analysis. *Applied Radiation and Isotopes*. 55:569-573.
- Bago, B., Azcon-Aquilar, C., 1997. Change in The Rhizospheric pH Induced by Arbuscular Mycorrhizae Formation in Onion *P. Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, 160:333-339.
- Bagyaraj, D.J., Manjunath, A., 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-dissolving bacterium (*Bacillus circulans*) on plant growth and <sup>32</sup>p-uptake. *Soil. Biol. Biochem.* 13:105-108.
- Bethlenfalvay, G.J., Bayne, H.G., Pacowsky, R.S., 1983. Parasitic and Mutualistic Associations Between a Mycorrhizal Fungus and Soybean: The effect of Phosphorus on Host Plant-Endophyte interactions. *Physiol. Plant.* 57, 543-548
- Bochow, H., Abou-Shaar, M., 1990. On The phytosanitary effect of VA-mycorrhiza in tomatoes to the corky-root disease. *Zentralblatt Fur Mikrobiologie*. 145:3, 171-176.
- Bolan, N.S.A., 1991. Critical Review on The Role of Mycorrhizal Fungi in The Uptake of Phosphorous by Plants. *Plants and Soil*, 134, 53-63.
- Bouyoucos, G. D. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy J.*, 43:434-438.
- Brookes, P.C., 1995. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biol Fertil Soils*, 19: 269-279.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N., 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *Australian Centre for International Agricultural Research*. Pirrie Printers, Canberra, Australia 347p.
- Brynes, B. H., 1990. Environmental effects of fertiliser use-an overview, *Fert. Res.* 26: 209-215.
- Cairney, J.W.G., Chambers, S.M., 1999. Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile. *Springer-Verlag* Berlin, 369p.
- Çetiner, B., Sarı, N., Ortaş, İ., Abak, K., 1999. Va Mikoriza Uygulamalarının Tatlı Mısırdaki P ve Zn Alımı İle Verim ve Koçan Özellikleri Üzerine Etkileri. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*. 14-17 Eylül 1999, Adana. 969-971.
- Coşkan, A., Gök, M., Onaç, I., Ortaş, İ., 2003. Soya Bitkisinde Mikoriza-Rhizobium İnteraksiyonunun N<sub>2</sub>-Fiksasyonu, Kuru Madde Oluşumu ve Fosfor Alımına Etkisi. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 18 (1):35-44.
- Çiğşar, S., Sarı, N., Ortaş, İ., 2000. Hıyarda Vesiküler-Arbüsküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri. *Türk J Agric For* 24 (2000) 571-578 Tübitak.
- Dodd, J.C., Thomson, B. D., The Screening and Selecting of Inoculate Arbuscular Mycorrhizal and Ectomycorrhizal Fungi. *Plant and soil*. 159, 149-158.

- Erdem, E., Tinciliç, N., Yılmaz, V. T., Ölmez, U. H., 1996. Distribution of uranium in the production of triple super phosphate (TSP) fertilizer and phosphoric acid. *Fertilizer Research*, **44**;129-131.
- Erik, J. J., Jakobsen, I., 1993. Organic Matter as a P Source of Mycorrhizal and Non-Mycorrhizal Cucumber (*Cucumis Sativus* L.). *North American Conferense on Mycorrhizae*. University Of Guelph, Guelph, Canada.
- Fredeen-AL; Terry-N. 1998. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and soil phosphorus level on growth and carbon metabolism of soybean. *Canadian Journal of Botany*. 66(11): 2311-2316; 28 ref.
- Goodrich, J. A., Lykins, B.W., Clark, R. M., 1991. Drinking water from agriculturally contaminated groundwater, *J. Of Environ.* Qual. 20 (4):707-717.
- Grewelling, T., Peech, M., 1960. Chemical Soil Test. Cornell Univ. *Agr.Exp. Sta. Bull. Handbook* , **60**. U.S. Dept. of Agriculture.
- Gülser, F., Eraydın, E., 2006. The Effect of Heavy Metal Pollution On Enzyme Activities and Basal Soil Respiration Of Roadside Soils. *18 th International Soil Meeting (ISM) on Soils Sustaining Life on Earth (Managing Soil and Technology) Proceedings* Volume II. May 22-26 2006, p. 1024,Ş.Urfa.
- Güneş, A., Aktaş, M., İnal, A., Alpaslan, M., 1996. *Konya Kapalı Havzası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:1453.
- Gür, K., 1975. Vesiküler-Arbüsküler (VA) Mikorizanın Aktivite ve Dağılışı Üzerinde Çalışmalar. *Tübitak Bilim Kongresi*, Tübitak Yayın no: 361, TOAG Seri no: 68, Sf:239-250.
- Harley, J.L., Smith, S.E., 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Pres. London.
- Hatipoğlu, F., Alpaslan, M., Güneş, A., 1996. Türkiye’de gübre kullanımı ve çevre üzerine etkileri. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 20:1-5.
- Haymana, D., 1982. Influence of soils and fertility on activity and survial vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72:1119-1126.
- Hızalan, E., E. Ünal, 1966. *Topraklarda Önemli Analizler*. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayın no: 278.
- Hooker, J.E., Atkinson, D.,1996. Arbuscular mycorrhizal fungi-induced alteration to tree-root architecture and longevite. *P.Z. Pflanzenernahr.* Bodenkn. 159:229-234.
- Howeler, R.H., Cadavid, L.F., Burckhardt, E., 1982. Response of cassava to Va mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. *Plant and Soil* **69**, 327-339.
- Jakson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. USA.
- Jeffries, P., Dodd, J.C., 1991. The use of mycorrhizal inoculents in forestry and agriculture. IN: D.K. Arora et al. (Eds) Handbook of Applied Mycology. *Soil and Plants*. Vol. 1. Marcel Dekker. USA.
- Kacar, B., 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri*, A.Ü.Z.F. Eğt. Araşt. ve Gel. Vakfı Yayın No: 3, Ankara.
- Koide, R., 1991. Nutrient Suplu, Nutrient Demand and Plant Response to Mycorrhizal Infection. *New Phytol.*, 117:365-386.

- Kothari, S. K., Marschner, H., Römheld, H., 1991. Effect of Vesikular-Arbuskular Mycorrhizal Fungus and Rhizosphere Microorganism on Manganase Reduction in the Rhizosphere and Manganase Concentrations in Mazie (*Zea mays* L.). *New Phytol.* 117: 649-655.
- Kumar, M., Yadav, K., Thakur, S.K., Mandal, K., 1998. Effect of Vasicular-Arbuscular Mycorrhizal fungi and Rhizobium inoculation on nodulation, root colonization, nitrogen fixation and yield to chick-pea. *Journal of the Indian Society of soil Science*, 46:3,375-378, India.
- Kucharski, J., Wyszowska, J., 2004. Inter-relation ship between number of microorganisms or spring barley yield and degree of soil contamination with copper. *Plant, Soil and Environment*, 50: 243-249.
- Laegreid, M., Bockman, O. C., Kaarstad, O., 1999. Agriculture, Fertilizers and the Environment. *CABI publishing in association with Norsk Hydro ASA*. Oslo, Norway, p. 144-157.
- 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.
- Marschner, H., 1995. Mycorrhizas. In Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition), *Academic Press*, 566-595. London
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Academic Press London.
- Menge, J. A., Johnson, E. L. V., Platt, R. G., 1978. Mycorrhiza Depen Dency of Several Citrus Cultivars Under Tree Nutrient Regimes. *New Pyhytol.*, 81:535-559.
- Mosse, B., 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research For Tropical Agriculture. *Research Bulletin*. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources.82p.
- Olsen, S.R., V. Cole, F.S. Watanabe, L.A. Dean, 1954. *Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate*. U.S. Dept. Of Agric. Cric. 939-941.
- Ortaş, İ., 1995. Mikorizanın Besin Elementleri Alımındaki Mekanizmaları. *Toprak ve Çevre Sempozyumu*. Cilt II, Ankara.
- Ortaş, İ., 1996. The Influence of Use of Different Rates of Inoculum on Root Infection Plant Growth and Phosphorus Uptake. 27:18-20. *Communication Soil Sci. and Plant Analyses*.
- Ortaş, İ., 1998. *Toprak ve Bitkide Mikoriza*. Ç Ü, Ziraat Fak., Toprak Böl., 20-22 Mayıs, Adana.
- Ortaş, İ., Akpınar, Ç., 2004. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi*. Tarım Sanayi Çevre. Cilt I:861-866.
- Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S., Köse, Ö., 1999. Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry* Tübitak 23 Ek sayı 4:959-968.
- Ortaş, İ., Harris, P. J., Rowell, D. L., 1996. Enhanced uptake of phosphorusby mycorrhizal sorghum plants as influ enced by forms of nitrogen. *Plant and Soil*, 184:255-264.
- Owen, T. R., Jurgens-Gschwind, 1986. Nitrate in drinking waters, a review, *Fert. Res.* 10: 3-25.
- Owusu-Bennoah, E., Wild, A., 1980. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the size of the labile pool of soil phosphate. *Plant and Soil*, 54 (2):233-242.

- Özcan, H., Taban, S., 2000. VA-Mycorrhiza'nın alkalın ve asit toprakla yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonları üzerine etkisi. *Türk J. Agric. For. Tübitak*. **24**: 629-635.
- Papastylianou, I., 1993. *Response of chick-pea to Rhizobium inoculation* II. Grain yield. Miscellaneous Reports Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resources, No:56, 7 pp., 12 ref., Nicosia.
- Philips, J. M., D. S. Hayman, 1970. Improved Procedure for Cleaning Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid assesment of Infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **55**:158-161.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. *Handbook 60. U.S. Dept. of Agriculture*.
- SAS Institute 1989. *SAS User's Guide. Statics*. Version 6. 4+4 ed Vol. 2. SAS Institute, Cary, NC.
- Smith, S.E. and D.J. Read, 1997. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas. Mycorrhizal Symbiosis, 605 P, 9-161, *Academic Pres*, London.
- Smith, S. E., A. D. Robson and L. K. Abbott, 1992. The Involvement of mycorrhizas in assesment of genetically Dependt efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, **146**: 169-172.
- Sieverding, E., 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. *Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH*.
- Szili-Kovacks, T., Anton, A., Gulyas, F., 1999. Effect of Cd, Ni and Cu on some microbial properties of a calcareous chernozem soil. et., Kubat., J Proc. 2<sup>nd</sup> Symp on the "Pathways and Consequences of the Dissemination of Pollutants in the Biosphere" Prague, 1999. pp. 88-102.
- Şimşek, D., Ortaş, İ., Köse, Ö., Sarı, N., Abak, K., 1998. The Effect of Mycorrhizal İnoculation on Growth and Nutrient Uptake of Tomato, Eggplant, Pepper Plants Under Field Contitions. M. Şefik Yeşilsoy İnt. *Symp. On Arid Region Soil*, 21-24 Sept. 1998, Menemen-İzmir, 222-228.
- Trimble, R.M., Knowles. N.R., 1994. Influence of phosphorus nutrition and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) *Canadian Journal of Plant Science*. **75**:251-259.
- Tüfenkci, Ş., Demir, S. ve Erdal, İ., 2000. Vesiküler-Arbusküler Miorrhiza (VAM) Aşılmasının Azotlu ve Fosforlu Gübrelerle Gübrelenmiş Nohut Bitkisinin N ve P İçeriği Üzerine Etkisi. *Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi* **10**:1, 19-23, 2000.
- Tüfenkci, Ş., F. Sönmez, Gazioglo Sensoy, R.İ. 2005. Effects of Arbuscular Mycorrhiza Fungus İnoculation and Phosphorous and Nitrogen Fertilizations on Some Plantt Growth Parameters and Nutrients Content of Chickpea. *Bulletin of Pure and Applied Sciences* Vol. 24b. (No 1) p:71-80.
- Thomas, G.W., 1982. Exchangeable Cations. P. 159-165. Chemical and Microbiological Properties. *Agronomy Monography*. No:9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA.
- Walkey, A. 1947. Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Varations in Digestion Conditions and İnorganic Soil Constiuents. *Soil Science*, **63** 251-263.

- Waterer, D. R., Coltman, R. R., Response of Mycorrhizal Bell Pepper To Inoculation Timing, Phosphorus and Water Stress. *Hortscience* 24:4, 688-690.
- Welling, N. P., Thompson, J. P., Wearing, A.H., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) improve phosphorus and zinc nutrition and growth of gigeon pea in a vertisol. *Austr. Jour. Of Agric. Res.*, 42(5):835-845.

## **ÖZ GEÇMİŞ**

01.08.1978 yılında Van'ın Özalp ilçesinde doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimlerini Van'da tamamladı. 1995 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümünde lisans eğitimine başladı. 1999 yılında bu bölümden mezun oldu. 2003 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başlamış ve halen yüksek lisansa devam etmektedir.