

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Hüseyin KARACA**

**MİKORİZA VE ELEMENTER KÜKÜRTÜN BİTKİ TARAFINDAN  
TOPRAKTAN FOSFOR ALIMINA ETKİSİ**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2008**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİKORİZA VE ELEMENTER KÜKÜRTÜN BİTKİ TARAFINDAN  
TOPRAKTAN FOSFOR ALIMINA ETKİSİ**

**Hüseyin KARACA**

**DOKTORA TEZİ**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**

Bu tez / /2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. Zülküf KAYA

DANIŞMAN

Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

ÜYE

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

ÜYE

Prof. Dr. Necat AĞCA

ÜYE

Doç. Dr. M. Bülent TORUN

ÜYE

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ**

Enstitü Müdürü

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

**Proje No:ZF2004D30**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### DOKTORA TEZİ

#### MİKORİZA VE ELEMENTER KÜKÜRTÜN BİTKİ TARAFINDAN TOPRAKTAN FOSFOR ALIMINA ETKİSİ

Hüseyin KARACA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TOPRAK

ANABİLİM DALI

**Danışman :** Prof. Dr. Zülküf KAYA

**Yıl :** 2008, **Sayfa:** 74

**Juri :** Prof. Dr. Zülküf KAYA  
Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ  
Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER  
Prof. Dr. Necat AĞCA  
Doç. Dr. M. Bülent TORUN

Genel olarak kil ve kireç içeriği yüksek olan ülkemiz topraklarında sınır düzeylerinde olması yanı sıra kuvvetle toprakta fikse edilen ve bitkiler tarafından alımı güç olan fosfor bitkisel üretimin sağlıklı gelişmesinde sınırlayıcı bir etken olmaktadır. Bu çalışmanın amacı mikoriza olarak adlandırılan kök mantarı aşılması ve 100 mg/kg elementer kükürt ilavesinin soya ve mısır bitkilerinin biokütle üretimine, fosfor alımına ve mikoriza ile infekte olma yüzdesine etkileri mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar esas alınarak araştırmaktır. Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü sera ve laboratuvarında yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan fosforca fakir steril edilmiş Karaburun ve Menekşe serisi topraklarında yetiştirilen soya ve mısır bitkilerinden elde edilen biokütle kuru madde verimi, fosfor alımı ve infekte olma yüzdesi değerlendirilmiştir. Denemede Karaburun ve Menekşe gibi düşük verimli Çukurova toprakları kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları desenine göre üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Kontrol uygulamasına oranla 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle toprak üstü aksam ve kök verimi, fosfor alımı ve infekte olma yüzdesi değişmemiştir. Mikoriza ilavesiyle toprak üstü aksam ve kök verimi, fosfor alımı ve infekte olma yüzdesi artış göstermiştir. Mikoriza ilavesiyle elde edilen söz konusu artış mikoriza ve 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle değişmemiştir. Soya ve Mısır bitkilerinde en yüksek verim Menekşe toprak serisinde elde edilmiştir.

Sonuçlar 100 mg/kg elementer kükürt ilavesinin verimde ve fosfor alımında etkili olmadığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Soya, Mısır, Fosfor, Elementer Kükürt, Mikoriza

## ABSTRACT

### PhD THESIS

# THE EFFECT OF MYCORRHIZAE AND ELEMENTAL SULPHUR TO THE UPTAKE OF PHOSPHORUS BY THE PLANTS

Hüseyin KARACA

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE, INSTITUTE OF BASIC AND APPLIED SCIENCES, UNIVERSITY OF CUKUROVA

**Advisor:** Prof. Dr. Zülküf KAYA

**Year** : 2008, **Pages:** 74

**Jury** : Prof. Dr. Zülküf KAYA

Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

Prof. Dr. Necat AĞCA

Assoc. Prof. M. Bülent TORUN

Phosphorus fixed strongly by the soil and hard for the uptake by the plants beside being at the limited level in the soils of our country high in clay and lime content in general is a limiting factor in the getting healthy growth of the plant production. The aim of this study was to investigate the inoculation of the root fungi called mycorrhizae, 100 mg/kg elemental sulphur addition for the effects on the biomass production, phosphorus uptake and the infection percent of soyabean and corn with the mycorrhizae based upon the applications of the mycorrhizae inoculation. The experiment was carried out in greenhouse and laboratory at University of Cukurova, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science. The experiment was set up on two less fertile Çukurova soils such as Karaburun and Menekse. The experiment was arranged in separating separated parcels design in three replications. The values of dry matter production, phosphorus uptake and infection percent with mycorrhizae obtained from the soybean and corn grown in the sterilized soils of Karaburun and Menekse deficient in phosphorus used in the experiments were investigated. The shoot and root yield, phosphorus uptake and infection percent did not change by the addition of 100 mg/kg elemental sulfur compared to the control treatment. By the addition of mycorrhizae the shoot and root yield, phosphorus uptake and infection percent increased. The increase obtained by the addition of mycorrhizae in question did not change by the addition of mycorrhizae and 100 mg/kg elemental sulfur. The highest yield for corn and soyabean was obtained in the Menekse soil serial.

The results indicated that 100 mg/kg elemental sulfur addition was not efficient in the yield and phosphorus uptake.

**Key Words:** Soybean, Corn, Phosphorus, Elemental Sulphur, Mycorrhizae

## **TEŞEKKÜR**

Bu bilimsel alıőmamda bana yol gsterici olan danıőmanım **Prof Dr. Zülküf KAYA** ve **Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ**'a teőekr ederim.

**Zir. Müh. Ali Arslan KORKMAZ** ve **Zir. Müh. Fadime KARA**'ya teőekrlerimi sunarım.

ğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan babam **Ali KARACA**'ya annem **Ayőe KARACA**'ya kardeőlerim **Sadıka KARACA** ve **Songül KARACA**'ya őükran borçluyum.

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>SAYFA</b>
<b>ÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>III</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>XI</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>4</b>
2.1. Mikorizanın Verime Etkisi.....	<b>4</b>
2.2. Kükürtün Verime ve Mikorizanın Kökle İnfekte Olmasına Etkisi.....	<b>8</b>
2.2.1. Kükürtün Bitki Besin Elementi Çözünürlüğüne Etkisi.....	<b>10</b>
2.3. Fosforun Mikorizanın Kökle İnfekte Olmasına Etkisi.....	<b>11</b>
2.4. Verim ve Fosfor Alımı.....	<b>12</b>
<b>3.MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>17</b>
3.1.Materyal.....	<b>17</b>
3.1.1. DenemeToprakları.....	<b>17</b>
3.1.2 Denemede Kullanılan Mikoriza Türü.....	<b>17</b>
3.1.3 Denemede Kullanılan Bitki Türleri.....	<b>17</b>
3.1.4. Denemede Kullanılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri....	<b>17</b>
3.2.Metod.....	<b>19</b>
3.2.1. Toprakta Temel Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	<b>19</b>
3.2.2. Toprak Hazırlama, Sterilizasyon ve Saksı Denemesi .....	<b>19</b>
3.2.3. Deneme Deseni .....	<b>20</b>
3.2.4. Bitkilerin Hasadı .....	<b>20</b>
3.2.5. Kök Boyama .....	<b>20</b>
3.2.6. İnfeksiyonun Belirlenmesi .....	<b>21</b>
3.2.7. Bitkide Fosfor Tayini.....	<b>21</b>
3.2.8. İstatiksel Analizler.....	<b>21</b>

<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	22
4.1. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitki Kuru Madde Verimine Etkisi .....	22
4.2. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitki Kuru Madde Verimine Etkisi .....	29
4.3. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Toprak Üstü Aksamı Kuru Madde Verimine İlişkin İstatiksel Analiz Sonuçları .....	36
4.4. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kök Kuru Madde Verimine Etkisine İlişkin İstatiksel Analiz Sonuçları ..	39
4.5. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Fosfor İçeriğine (%) Etkisi .....	42
4.6. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Fosfor İçeriğine (%) Etkisi .....	46
4.7. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Fosfor İçeriğine Etkisine İlişkin İstatiksel Analiz Sonuçları .....	49
4.8. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kökle İnfekte Olma Yüzdesine Etkisi .....	51
4.9. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kökle İnfekte Olma Yüzdesine Etkisi .....	54
4.10. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının	

Kökle İnfekte Olma Yüzdesine Etkisine İlişkin İstatiksel Analiz	
Sonuçları .....	56
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	59
<b>KAYNAKLAR</b> .....	62
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	74

Çizelge 3.1. Menekşe ve Karaburun toprak serilerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	18
Çizelge 4.1. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/kök aksamı oranına etkisi .....	22
Çizelge 4.2. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/kök aksamı oranına etkisi .....	29
Çizelge 4.3. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri .....	36
Çizelge 4.4. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	36
Çizelge 4.5. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	37
Çizelge 4.6. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri .....	37
Çizelge 4.7. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD	

0.05) .....	37
Çizelge 4.8. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	38
Çizelge 4.9. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri .....	40
Çizelge 4.10. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	40
Çizelge 4.11. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine(g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	40
Çizelge 4.12. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri .....	41
Çizelge 4.13. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05).....	41
Çizelge 4.14. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	41
Çizelge 4.15. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi .....	43
Çizelge 4.16. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi .....	46

- Çizelge 4.17. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri ... 49
- Çizelge 4.18. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) ..... 49
- Çizelge 4.19. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) ..... 50
- Çizelge 4.20. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri ... 50
- Çizelge 4.21. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) ..... 50
- Çizelge 4.22. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) ..... 51
- Çizelge 4.23. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi ..... 52
- Çizelge 4.24. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi .....54
- Çizelge 4.25. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri . 56
- Çizelge 4.26. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) ..... 56
- Çizelge 4.27. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt

ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	57
Çizelge 4.28. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri .	57
Çizelge 4.29. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	57
Çizelge 4.30. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05) .....	58

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 4.1. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizasız (M-) uygulamalara yanıtları.....	25
Şekil 4.2. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizalı (M+) uygulamalara yanıtları .....	25
Şekil 4.3. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizasız (M-) uygulamalara yanıtları .....	26
Şekil 4.4. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizalı (M+) uygulamalara yanıtları .....	26
Şekil 4.5. Uygulamaların mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) .....	27
Şekil 4.6. Uygulamaların mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) .....	27
Şekil 4.7. Uygulamaların mısır bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) .....	28
Şekil 4.8. Uygulamaların mısır bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) .....	28
Şekil 4.9. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizasız (M-) uygulamalara yanıtları.....	32
Şekil 4.10. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizalı (M+) uygulamalara yanıtları .....	32
Şekil 4.11. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizasız (M-) uygulamalara yanıtları .....	33
Şekil 4.12. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizalı (M+) uygulamalara yanıtları .....	33
Şekil 4.13. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) .....	34
Şekil 4.14. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) .....	34

Şekil 4.15. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) .....	35
Şekil 4.16. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) .....	35
Şekil 4.17. Uygulamaların mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Karaburun serisi) .....	45
Şekil 4.18. Uygulamaların mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Menekşe serisi) .....	45
Şekil 4.19. Uygulamaların soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Karaburun serisi) .....	48
Şekil 4.20. Uygulamaların soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Menekşe serisi) .....	48
Şekil 4.21. Uygulamaların mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Karaburun serisi) .....	53
Şekil 4.22. Uygulamaların mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Menekşe serisi) .....	53
Şekil 4.23. Uygulamaların soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Karaburun serisi) .....	55
Şekil 4.24. Uygulamaların soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Menekşe serisi) .....	55

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

**cm**-santimetre

**mg**-miligram

**g**-gram

**kg**-kilogram

**l**-litre

**M(-)**-Mikorizasız

**M(+)**-Mikorizalı

**S0**- 0 mg/kg elementer kükürt

**S1**- 100 mg/kg elementer kükürt

**P0**- 0 mg/kg fosfor

**P1**- 100 mg/kg fosfor

**%**-yüzde

**°C**-santigrat

**T**-sıcaklık

**EC**-elektriksel iletkenlik

**KDK**-katyon değişim kapasitesi

**M-PoSo (M(-))**: Kontrol uygulaması. Bu uygulamada 5kg kapasiteli plastik saksılara konan 4 kg toprak içerisine buğday, pırasa ve biber için 2 g N, ve üçgül için 0.5 g N (üre formunda), 1 g K(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> formunda), 5 ppm Zn(ZnSO<sub>4</sub> formunda) ve 20 ppm Fe (Fe-EDDHA formunda) miktar ve oranlarında gübreler karıştırılarak uygulama yapılmıştır.

**M+PoSo(M(+))**: Kontrol uygulamasına ilaveten mikoriza uygulaması (145 g mikorizalı ölmüş asma kökleri civarından alınan toprak her saksıya ilave edilerek) yapılmıştır.

**M-PoS100(M(-)S)**: Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm elementer kükürt uygulanmıştır.

**M+PoS100(M(+))S**: Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm elementer kükürt ve mikoriza uygulaması yapılmıştır.

**M-P100So(M(-)P):** Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm fosfor (Triple süper fosfat formunda) uygulaması yapılmıştır.

**M+P100So(M(+P):** Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm fosfor ve mikoriza uygulaması yapılmıştır.

**M-P100S100(M(-)SP):** Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm fosfor ve 100 ppm elementer kükürt uygulaması yapılmıştır.

**M+P100S100(M(+SP):** Kontrol uygulamasına ilaveten 100 ppm fosfor, 100 ppm elementer kükürt ve mikoriza uygulaması yapılmıştır.

**1. GİRİŞ**

Her geçen gün artan nüfus artışına karşılık insanoğlu bitkisel üretimi arttırma yoluyla gerekli olan gıda miktarını karşılamak için yeni metotlar ve teknikler geliştirmenin yanı sıra yeni bilimsel yaklaşımlar geliştirme yoluna gitmiştir. Yapılan araştırmaların en önemlilerinden birisi kuşkusuz Bitki Besleme ve Gübreleme bilimi ile ilgili çalışmalardır. Bu bilim dalı bitki için ideal beslenme şartlarını ve ideal gübreleme dozlarını ve yöntemlerini en ekonomik ve en kazançlı yoldan en fazla tarım ürünlerinin topraktan elde edilmesini ve en ideal düzeyde toprağın verimliliğinin kalıcı biçimde hayata geçirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece birim alandan daha çok insanı beslemek mümkün olmaktadır. Toprak bilimi ve bitki besleme yönünde amaç, insanın beslenme ve lif için gereksinim duyduğu bitkinin tarım topraklarında yetiştirilmesinde toprakların bitkinin gereksinim duyduğu besin elementlerini sağlamaktır. Son yıllarda bitki ıslahı ile bitkinin verim gücü yanında sulama ve gübreleme ile birim alanda alınan yüksek ürün miktarı, doğal olarak, toprağa besin elementlerinin ilavesini veya, toprakların ve bitkinin doğal ekolojik mekanizmalarının yönetilmesini önemli kılmaktadır. Bu bağlamda topraktaki yer altı mikroorganizmalarından mikoriza mantarları bitkinin dengeli beslenmesi için son yılların önemli bir biyogübresi olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda mikoriza mantarının faydalı etkilerini toprağa ve elde edilecek bitkisel ürüne yansıtma göze çarpan akılcı bir çözüm olarak kendini göstermektedir.

Mikoriza bitki köklerini infekte ettiği zaman bitki daha fazla besin ve su almaktadır (Ortaş., 1997). Mikoriza oluşturduğu uzun ve ince hifleri sayesinde bitki köklerinin bir uzantısı gibi davranmaktadır. Böylece daha derinlere ulaşma ve daha çok yüzey alanı oluşturma suretiyle toprakta daha çok bitki kökü için temas yüzeyi oluşturmaktadır. Böylece bitkinin topraktan daha çok su ve mineral maddeyi etkin bir şekilde kullanmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, mikoriza uygulaması bitki kuru madde verimini arttırmaktadır (Menge ve ark., 1978; Mohammed ve ark., 2004; 1995; Raj ve ark., 1981).

Mikoriza soğan, pırasa ve sarmısak gibi mikorizaya bağımlı ve kükürt seven bitkilerin köklerini yüksek oranda infekte etmektedir. Söz konusu kükürt proteinin

yapısında yer alması nedeniyle mikoriza oluşumu üzerine kükürtün rolünün araştırılması bilimsel merak konusu olmuştur. Bölgemizde mısır ekim alanlarının artması ikinci ürün soyanın yaygınlaşması nedeniyle söz konusu bitkinin gelişmesinde kükürt ve mikorizanın etkilerinin araştırılması pratikte önem taşımaktadır. Kükürdün toprakta asitliği arttırıcı karakteriyle mineral ayrışmasını arttırması ile özellikle kireçli topraklarda bitki köklerinin bitki mineral besin elementlerini daha kolay ve büyük oranda almasına olumlu yönde etki etmesi ayrıca son yıllarda ilgi alanı haline gelmiştir.

Kükürt uygulamasıyla bitki besin elementlerinin bitki tarafından topraktan alınımının bir sonucu olarak bitki dokularında söz konusu bitki besin elementlerinin konsantrasyonu artmakta ve bu durum bitkilerin daha iyi beslenebilmesine ve gelişim gösterebilmesine olanak sağlamaktadır. Cui ve ark (2004) tarafından yapılan araştırmada 200 mmol S kg<sup>-1</sup> oranında kükürt uygulamasıyla toprak pH'sının yaklaşık 0.3 ünite azaldığı ve besin elementlerinin çözünürlüğü önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir. Dolayısıyla da kükürt uygulaması bitki kuru madde verimini arttırmaktadır (Nuttall ve ark., 1993; McLaughlin ve Holford, 1982; Yibirin ve ark., 1996; Oates ve Kamprath, 1985).

Genel olarak ülkemiz topraklarının hafif alkali (pH 7.5-7.8) özelliğe sahip olmasından dolayı topraklarımızda bitki besin elementleri yeterli olsa bile bitkiler tarafından alımı sınırlanabilmektedir. Bitkilerin daha iyi gelişim sağlayabilmesi için söz konusu alkaliliğin etkisi azaltılmalıdır. Mineral ayrışmasını arttırma vasıtasıyla bitkilerin daha fazla besin elementi alınımını ve daha iyi gelişmelerini sağlamak için kükürt elementi önemli fonksiyonlar üstlenebilir. Bu bağlamda bitkilerin topraktan fosfor alınımını arttırma da önem arz etmektedir.

Fosfor alımı bitkilerin daha iyi gelişmesini teşvik etmektedir. Ancak artan fosfor alımı ile bitki kuru maddesindeki içeriği arasında her zaman doğru bir bağlantı görülmemektedir (Raj ve ark., 1981; Menge ve ark., 1978; Yibirin ve ark., 1996). Dolayısıyla da daha iyi gelişim göstermiş bir bitkinin daha az gelişim göstermiş bitkiye göre bitki kuru maddesinde daha fazla fosfor içermesi beklenmeyebilir.

Mikoriza aktivitesi yüksek fosfor gübrelemesiyle düşmektedir (Lambert ve ark., 1979). Fosfat gübresi eklenmesi mikoriza ile kök infeksiyon yüzdesinin

azalması yanı sıra infeksiyonda bir gecikmeye neden olduğu de Miranda ve ark, (1989); tarafından rapor edilmiştir. Bu bağlamda fosfor uygulamasının mikorizanın verim üzerinde sağlayacağı katkıyı kükürtün kombine etkisi ile karşılaştırmak önem arz etmektedir.

Bu bağlamda mikoriza ve elementer kükürtün birlikte verim üzerinde etkisi çok az çalışılmıştır. Mikoriza ve elementer kükürtün kombine etkilerinin besin elementleri alımı ve verim üzerine etkisi bilimsel olarak araştırılmaya değer niteliktedir. Bu çalışmanın amacı kireçce zengin iki farklı toprak serisinde değişik familyalara ait bitki türlerinde (soya, mısır) elementer kükürt, fosfor ve mikorizanın steril edilen toprak koşullarında bitkilerin biyokütle verimine ve fosfor alımına etkilerini belirlemektir.

**2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR****2.1. Mikorizanın Verime Etkisi**

Mikoriza kökle infekte olarak bitki köklerinin toprakta ulaşamadığı yerlerden daha fazla besin temini vasıtasıyla bitkilerin daha iyi gelişmesini teşvik etmektedir. Radyoizotop <sup>32</sup>P trikalsiyum fosfat ve süper fosfattan fosfor alımı, akdarı bitkisinin (*Eleusine coracana*) gelişimi üzerinde vesicular – arbuscular mikoriza mantarı (*Glomus fasciculatus*) ile toprağın aşılmasının etkisi çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre mikorizalı bitkiler mikorizasız olanlara göre daha fazla kuru madde üretimine sahip olmuşlardır (Raj ve ark., 1981).

Tarla koşullarında farklı fosfor düzeylerinde arbuscular mikoriza mantarı *G. intraradices* ile aşılana buğdayın gelişimi ve rekolte potansiyeli araştırılmıştır. Sterilize edilmiş buğday (*Triticum aestivum* var. *swift*) 1000 tohum başına 0.5 gram kuru ağırlık oranında makasla kesilmiş kök aşısıyla infekte edilmiştir. Buğday ticari fosfor gübresiyle hektar başına 0,5,10 ve 20 kg oranında gübrelenmiş fosforca noksan tınlı ve hafif asidik (pH 5.5) tarla parsellerine ekilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre aşılana bitkiler kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek kuru ağırlığa ve rekolteye sahip olmuşlardır (Mohammed ve ark., 2004). Mikorizanın sağladığı büyüme etkisi bitki kuru ağırlığı, başak başına dane sayısı ve 1000 dane ağırlığı açısından değerlendirilmiştir. 5 ve 10 kg dozuna kıyasla hektar başına en yüksek verim 20 kg fosfor dozu ile elde edilmiştir. Buradan *G. Intraradices'* in azalan fosfor gübresi uygulamalarına daha fazla katkı sağlayabileceği görülmektedir.

Yapılan bir saksı denemesinde arbuscular mikoriza mantarı *G.mosseae* ile aşılama yada aşılama ve kg başına 100 mg fosfor eklemeli yada eklemesiz sterilize edilmiş düşük yarayırlı fosfor içerikli toprakta kırmızı üçgül (*Trifolium pratense*) bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkiler 40 gün sonra hasat edildiği zaman sürgün verimleri fosfor eklemeli Arbüsküler mikoriza bitkilerinde en yüksek olarak kaydedilmiştir. Kök verimlerinin ise Arbüsküler mikoriza aşılamaından etkilenmediği görülmüştür (Bi ve ark., 2003). Düşük fosfor içerikli (4mg kg<sup>-1</sup>) siltli

killi (tipik xerochrept) toprak – kum karışımında yetiştirilen CR005 ve CR006 buğday genotiplerinde total kök kuru madde rekolteleri mikorizalı uygulamalarda mikorizasızlara göre daha yüksek bulunmuştur (Al Karaki ve Al Raddad, 1997).

American ve ark.(2001) bir sera denemesinde bazı kuraklık stresinin etkisi ve bu kuraklık stresinden kurtulup normal hale dönmesi üzerinde arbuscular-vesicular mikoriza (AM) mantarının etkisini mısır bitkisinde (*Zea mays* L) incelemiştir. Kumlu tınlı toprakta bitkiler *G. mosseae* ve *G. intraradices* mantarları ile ve bu mantarlar olmaksızın yetiştirilmişlerdir. Üç ay sonra, beş gün süreyle su tüm bitkilerde kısıtlanmıştır. Susuz period döneminde ve tekrar sulama yapıldıktan sonra, bitkilerin yaprak su potansiyeli, CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı ve transpirasyonu ölçülmüştür. Sulanmayan period esnasında, mikorizalı bitkilerde yaprak su potansiyeli, CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı ve transpirasyon her durumda özellikle de *G. mosseae* ile infekte edilen bitkilerde mikorizasız bitkilere göre daha yüksek olmuştur. Mikorizalı bitkiler solgunluk başlangıcını geciktirebilme yeteneklerine sahiptirler. Kuraklıktan kurtulup tekrar eski normal haline dönme esnasında, mikorizalı bitkilerin yaprak su potansiyeli ve CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı mikorizasız bitkilere göre özellikle de *G. mosseae* ile infekte edilen bitkilerde çoğunlukla daha yüksek olmuştur. Mikorizalı bitkilerin yaprak alanları ve spesifik yaprak alanları mikorizasız bitkilere göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Arbuscular mikoriza (AM) ile infeksiyonun ‘hedef’ saman nezle otu (*Ambrosia artemisiifolia*) bitkilerinin gelişimi üzerindeki etkileri kum kültüründe çalışılmıştır. AM-aşılmalı saman nezle otu bitkilerinin aşılınmamış bitkilere göre 20 kat daha yüksek sürgün ve total kütleye ve daha büyük kök uzunluğuna sahip olduğu görülmüştür (Crowell ve Boerner., 1988). Soğan fidelerine (*Allium cepa* L.) *G. versiforme* ve *G. intraradices* mikoriza türü aşılması sürgün kuru madde veriminde artışa neden olmuştur (Tao ve ark., 2006).

Ortaç, (1998) mikoriza ile ilgili yaptığı derlemede şu bilgilere yer vermiştir: Killham (1994) ve Harley ve Smith (1983) etkin bir mikoriza inokülasyonunun bitki gelişimi üzerine olan etkilerini şöylece sıralamıştır: bitki büyümesini arttırır, bitki besin elementleri ve su alımını arttırır, kimyasal gübre kullanımına olan talebi azaltır, fumigasyon veya solarizasyon sonrası ekilen bitkilerin bodur kalmasını önler, bitki

ekim performansını arttırır ve erken çıkışı sağlar, şaşkırtma esnasındaki fide şokunu ve fide ölümlerini minimize eder, meyve ve ürünlerin üniform olmasını sağlar, patojenlere karşı bitkiyi korur, hastalıklı ve zayıf fide sayısını minimize eder, bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırır, kuraklık ve streslere karşı bitkiyi korur ve direncini arttırır, kirletilmiş ve dezenfekte edilmiş toprakların olumsuz etkilerini azaltabilir (Ortaş, 1997; Ortaş ve ark., 2002 a ve b). Bu bağlamda bitkinin olumsuz çevre şartlarına karşı daha iyi gelişim göstermesi sağlanabilmektedir.

Ortaş (1998)'ın mikoriza ile ilgili yaptığı derlemeye göre; Sterilizasyon sonucu açığa çıkan Mn ve Al gibi toksik etki yaratan elementler bitkiyi olumsuz yönde etkilemektedir (Wolf ve ark., 1989). Bitki fizyolojisi de mikoriza ile enfeksiyona bağlı olarak önemli oranda değişmiştir (Harley ve Smith, 1983). Mikoriza sporlarının yapısı, bitkilerdeki enfeksiyon şekilleri ile kök içindeki morfolojik ve fizyolojik yapıları itibariyle taksonomik yönden büyük farklılıklar göstermektedirler (Sieverding, 1991; Bagyaraj, 1991). Mikoriza türleri pH'ya bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Tinker, 1980). *Glomus mosseae* ve *Gigaspora margarita*'ya pH 5.5'un altındaki alanlarda rastlanmamaktadır (Sieverding, 1991). Mikro besin elementlerinden Zn ve Cu mikoriza oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir (Gildon ve Tinker, 1983). Sodyum ve klor iyonları mikoriza sporlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir (Gildon ve Tinker, 1983). Mikoriza enfeksiyonu bitki için toksik elementleri bertaraf edebilmektedir veya bünyesinde tutarak bitkiyi toksisiteden koruyabilmektedir (Bowen, 1980). Tarla topraklarında artan organik madde ile spor oluşumu arasında herhangi bir bağlantı elde edilememiştir (Johnson ve Micheline, 1974). Toprakta organik madde oranının %1-2 arasında olması durumunda maksimum düzeyde spor oluşumu sağlandığı rapor edilmiştir (Bagyaraj, 1991). Arbusküler mikorizanın besin elementleri alımındaki etkinliği daha çok mikoriza türlerine bağlıdır. Hatta aynı mikoriza mantarının alt türleri arasında da aynı besin elementinin aynı bitki tarafından alınması etkilenmektedir (Marshner, 1995). Mikorizaya bağımlı olan bitki gelişimi yalnızca bitki besin elementi alımıyla değil aynı zamanda hastalıkların engellenmesi ve kontrol altında tutulmasına bağlıdır (Jalali ve Jalili, 1991). Domates bitkisinde yapılan bir çalışmada, yapraklardaki *Fusarium* zararlısının AM'sız ortamda etkisi % 45 iken, AM aşılması ile bu etkinin

% 24'e düştüğü görülmüştür. Yine fasülye bitkisinde yapılan diğer bir çalışma ile AM aşılmasının Fusarium zararlısının etkisini azalttığı ve bitkinin daha fazla kuru madde oluşturduğu ortaya konmuştur (Gonçalves ve ark., 1991). Mikoriza mantarı bitkilerin nematodlara karşı direncini arttırmaktadır (Sikora, 1992). AM mantarları rizosfer bölgesindeki bazı mikrobiyel grupların yoğunluğunu da arttırmaktadır. Bagyaraj (1991) *Glomus fasciculatum*'un rizosfer bölgesindeki aktinomiset yoğunluğunu % 350-400 arttırdığını bulmuşlardır. Arbüsküler mikorizanın bitki gelişimini teşvik edici etkisi baklagil bitkilerinde ortamda yeterli N<sub>2</sub> fiksasyon bakterilerinin (*Rhizobium sp.*, *Bradyrhizobium sp.*) bulunması durumunda daha fazla olmaktadır. *Glomus fasciculatum* ile N<sub>2</sub> fiksasyonu yapan *Bradyrhizobium japonicum*'un soya bitkisine aşılmasının bitki köküstü ve dane verimine etkisine ilişkin yaptıkları araştırmada, kontrole oranla Glomus ile aşılamanın köküstü aksamı ağırlığını % 30, dane verimini % 24; Glomus + Bradyrhizobium ile aşılamanın köküstü ağırlığını % 40, dane verimini % 221 arttırmıştır (Werner, 1987).

Curtis, (1999) mikoriza ve toprak fosfor düzeyleri ile ilgili olarak çeşitli kaynaklardan yaptığı derleme bilgilerini şöylece sıralamıştır: Yüksek toprak fosforu düzeylerinde mikoriza mantar infeksiyonu önemli ölçüde azalmıştır (Amijee ve ark., 1989 ; Koide ve Li, 1990). Fosfat gübresi eklenmesi mikoriza ile kök infeksiyon yüzdesinin azalmasının yanı sıra infeksiyonda bir gecikmeye neden olmuştur ( de Miranda; Harris ve Wild, 1989 ). Toprak fosfat düzeyindeki bir artış fungus tarafından chlamydospor üretiminde bir azalmaya neden olur (Menge ve ark. 1978). Bu sporlar toprak profili boyunca kök infeksiyonu ve mantarın yayılmasında yer alır. Abbott ve Robson (1979) tarafından yapılan bir çalışma bitki gelişimi için ihtiyaç duyulandan daha fazla toprak fosforu düzeylerinin arbüsküler mikoriza (AM) mikoriza tiplerinin arbüsküllerinin gelişimini elimine ettiği sonucunu ortaya koymuştur. Arbüsküler VA mikorizası tarafından konukçu bitki hücreleri içersinde üretilen yapılardır. Arbüsküler minyatür çalı benzeri ağaçlar gibidir. Mosse (1973) fosfat eklenmesinin arbüskül oluşmamasına neden olduğunu rapor etmiştir. Bazı araştırmacılara göre fazla fosfor toprakta mikoriza infeksiyonlarının ölümüne yol açmıştır (Baylis, 1967 ; Mosse, 1967). Schubert ve Hayman (1978) toprağa 100 ppm ve daha fazla P uygulandığı zaman mikorizanın artık etkin olmadığını bulmuşlardır.

Fosfor gübrelemesindeki az ilavelerle kök yüzeyinde giriş noktaları ve mantar gelişimi normal kalmıştır ama arbüsküler mantar/bitki ilişkisinin etkinliği azalarak sayı bakımından daha az ve daha küçük olmuştur. Mikoriza fosfor (Koide, 1991), bakır (Lambert ve ark., 1979; Gildon ve Tinker, 1983), çinko (Lambert ve ark., 1979), nikel (Killham ve Firestone, 1983), ve klor ve sülfat (Buwalda ve ark., 1983)'in bitki tarafından alınmasını arttırmaktadır. Mikoriza bitkilerin köklerine saldıran patojen problemlerini azaltmaktadır (Gianinazzi-Pearson ve Gianinazzi, 1983).

Mikorizal ilişkilerin gelişiminin toprak fosfor düzeylerinin 50 ppm olduğu zaman en büyük olduğu bulunmuştur (Schubert ve Hayman, 1978). Bu seviyeden sonra mikorizanın yararlı etkileri azalmaktadır. Ayrıca çok yüksek ve çok düşük fosfor düzeyleri mikoriza infeksiyon/kolonileşmesi'ni azaltabilmektedir (Koide, 1991).

## **2.2. Kükürtün Verime ve Mikorizanın Kökle İnfekte Olmasına Etkisi**

Yapılan tarla denemelerinde hektar başına 10 kg ve 40 kg elementer kükürt uygulamalarıyla kumlu tınlı toprakta kolza (*Brassica napus L., cvs Libravo yada Falcon*) bitkisinin veriminin arttığı kaydedilmiştir (Mcgrath ve Zhao., 1996). Hektara 36 kg elementer kükürt uygulaması yapılan tarla denemelerinde buğdayda (*Triticum aestivum L.*) hektar başına 0.46 ton verim artışı sağlamıştır (Nuttall ve ark.,1993). Çeltik bitkilerine hektar başına 10 kg elementer kükürt uygulamasının olgunlaşma döneminde dane, saman ve kök veriminde önemli artış sağladığı kaydedilmiştir (Yasmin ve ark.,2007). Hektar başına 20 kg elementer kükürt uygulamasının aktaş yoncası bitkisinde üç yıl boyunca yaklaşık maksimum düzeyde verim sağladığı kaydedilmiştir (McLaughlin ve Holford., 1982). Bahar soğanı (*Allium fistulosum L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada kontrol ve mikorizalı bitkilerin sürgün ve kök kuru madde veriminde 4mM sülfat uygulamasının 0.1 ve 1.75 mM sülfat uygulamasına göre daha fazla artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Guo ve ark., 2007).

Kışlık buğday (*Triticum aestivum L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada elementer kükürt uygulamasının verim artışına neden olduğu kaydedilmiştir (Oaetes ve

Kamprath, 1985). Yeraltı üçgülü (*Trifolium subterraneum L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada kükürt uygulamasına karşı verimde bir artış olmamıştır (Jones ve ark., 1977). İki farklı toprakta yetiştirilen şalgam (*Brassica napobrassica, Mill. Cv. 'York'*) bitkisinin kök verimi, buğday (*Triticum aestivum L., cv. 'Volla'*) ve arpa (*Hordeum distichon L., cv. 'Volla'*) bitkisinin saman verimi, yonca (*Medicago sativa L. cv. 'Saranac'*) bitkisinin kuru madde verimi ve karnabahar (*Brassica oleracea botrytis L., cv. 'snow ball'*) bitkisinin verimi 100 ppm kükürt uygulamasıyla önemli düzeyde artış göstermiştir (Gupta ve Veinot, 1974). Mısır (*Zea mays L*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada amonyum sülfat ve amonyum thio sülfat gübreleri kullanılarak hektara 6.7 yada 13.4 kg kükürt uygulamasıyla siltli tınlı bir toprakta önemli verim artışı sağlanmıştır (Rehm, 2005). Çimlenmeden sonra 40 günlük süre boyunca saksı başına 0 ve 64 mg S uygulaması sonucu ingiliz çimi (*lolium perenne*) ve yer altı üçgülü bitkilerinin sürgün ve kök ağırlıkları artmıştır (Gilbert ve Robson, 1983). 0 ve 60 mg S kg<sup>-1</sup> toprak oranında kükürt gübreleri ve arbüsküler mikoriza (AM) mantarıyla aşılana ilkbahar soğanının (*Allium fistulosum L.*) acılığı ve verimini araştırmak için bir saksı denemesi yürütülmüştür. Mikoriza kolonileşmesi sürgün kuru ağırlığının, sürgün kök oranının, sürgün uzunluğunun, kılıf çapının ve fosfor konsantrasyonlarının önemli ölçüde artışına neden olmuştur. Ancak sürgün kuru ağırlığı kükürt uygulamasından etkilenmemiştir (Guo ve ark., 2006).

Diaz ve ark., (1996) yaptıkları bir çalışmada ozon (O<sub>3</sub>) ve kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>)'in fıstık çamı *Pinus halepensis Miller* üzerindeki etkisi üzerine az bilginin mevcut olduğunu ifade ederek söz konusu gaz kirleticilerinin ayrı ayrı ve kombinasyon halinde biokütle ve *P. halepensis* mikorizası üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Fideler bir yıl süreyle filtre edilmiş hava (kontrol), 50ppb O<sub>3</sub>, 40ppb SO<sub>2</sub> yada 50ppb O<sub>3</sub> + 40ppb SO<sub>2</sub> karışımına tabi tutulmuştur. O<sub>3</sub> ve SO<sub>2</sub> uygulamaları sürgün ve kök biokütlesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamış ve SO<sub>2</sub> uygulamasıyla mikoriza kolonileşme yüzdesinde hafif bir azalma gözlenmiştir. Bununla birlikte, bu parametrelerde söz konusu kirleticiler kombinasyon halinde faaliyet gösterdiğinde önemli ölçüde azalma olmuştur. Basit olanların lehinde coralloid yapılarıdaki bir azalma ile birlikte mikorizada morfolojik değişimlerde gözlemlenmiştir. Ayrıca, türlerin bileşiminde bir değişim gözlemlenmiştir:

muhtemelen *Suillus* türleri tarafından oluşturulan ektomikorizanın  $O_3 + SO_2$  uygulamasında ektendomikoriza ile yer değiştirdiği düşünülmektedir.

İndirgenmiş kükürt içeren bileşiklerin (sulphite, dithionite ve metabisulphite) mısır bitkisinde mikoriza mantarı *Glomus fistulosum*'un hif üremesini tamamen baskı altında tuttuğu kaydedilmiştir (Milan ve ark., 1998).

### **2.2.1. Kükürtün Bitki Besin Elementleri Çözünürlüğüne Etkisi**

Toprakta Pb, Zn ve Cd çözünürlüğü ve mısır bitkisi tarafından (*Zea mays* L) alımı üzerinde elementel (S) kükürdün etkisini çalışmak için bir saksı denemesi yürütülmüştür. Elementel kükürdün iki oranı 0( $S_0$ ) ve 200 ( $S_{200}$ ) mg  $kg^{-1}$  toprak, çinko ise 0( $Zn_0$ ), 100 ( $Zn_{100}$ ), 200 ( $Zn_{200}$ ) mg  $kg^{-1}$  toprak ve kadmiyum ise 0 ( $Cd_0$ ), 50 ( $Cd_{50}$ ), 100 ( $Cd_{100}$ ) mg  $kg^{-1}$  toprak oranlarında uygulanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki 200mmol S  $kg^{-1}$  oranında kükürt uygulamasıyla toprak pH'sı yaklaşık 0.3 ünite azalmıştır ve çinko ve kadmiyumun çözünürlüğü önemli ölçüde artmıştır. Kurşunun çözünürlüğünde ise önemli bir etkiye sahip olmamıştır. Mısır bitkisi sürgünlerinde ve köklerinde kurşun, çinko ve kadmiyum konsantrasyonlarının kükürt uygulananlarda kükürt uygulanmayanlara göre daha yüksek olduğu kaydedilmiştir fakat kurşunda önemli bir farklılık bulunmamıştır. Çinkonun aynı oranında (200mg  $kg^{-1}$  toprak) kükürt uygulaması yapılanlarda kükürt uygulaması yapılmayanlara göre sürgünlerdeki en yüksek çinko konsantrasyonu 2.3 kat daha yüksek ölçülmüştür. Bitki biokütlesi de kükürt ve ağır metal uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Ağır metal ilavesiyle, sürgün ve kök biokütlesi ya kükürt uygulayarak yada kükürt uygulamaksızın arttırılan ağır metal oranlarıyla azalmıştır. Bununla birlikte, çinko ilavesiyle olan dışında, sürgün biokütlesinin ağır metallerin aynı oranlarında kükürt uygulamasıyla önemli ölçüde azaldığı kaydedilmiştir. Kükürt uygulamasıyla mısır bitkisinin alımı ve biriktirmesi vasıtasıyla kadmiyum ve kurşunun uzaklaştırılması kükürt uygulanmayanlara kıyasla önemli bir artışa sahip olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan sadece 40 günlük bir gelişme dönemi periodu içerisinde  $Zn_{200}$  oranında bitki başına 25.7 $\mu g$  'ye zıt olarak bitki başına 90.9 $\mu g$  S

uygulamasıyla topraktan mısır bitkisi alımı ile uzaklaştırılan çinkonun arttığı kaydedilmiştir (Cui ve ark.,2004).

### **2.3. Fosforun Mikorizanın Kökle İnfekte Olmasına Etkisi**

Tarla koşullarında *G. intraradices* ile aşılanan buğday (*Triticum aestivum* var.*swift*) bitkisi hektar başına 0,5,10 ve 20 kg oranında gübrelemenin yapıldığı fosforca noksan tınlı ve hafif asidik (pH 5.5) tarla parsellerine ekilmiştir. Hem aşılansız hem de kontrol bitkilerinde köklerin mikorizaya sahip olması (mikoriza oluşması) fosfor seviyesiyle artmıştır, fakat daha yüksek fosfor düzeylerinde zamanla azalmıştır (Mohammed ve ark., 2004). Yapılan bir saksı denemesinde arbuscular mikoriza mantarı *G.mosseae* ile aşılansız yada aşılansız ve kg başına 100 mg fosfor eklemeli yada eklemesiz sterilize edilmiş düşük yarayırlı fosfor içerikli toprakta kırmızı üçgül (*Trifolium pratense*) yetiştirilmiştir. Bitkiler 40 gün sonra hasat edildiği zaman, köklerin AM kolonisi oluşturmasının düşük fosfor içerikli toprakta en yüksek olduğu görülmüştür (Bi ve ark., 2003). Egbeda toprak serilerinde (Oxic Paleustalf) yetiştirilen lokal cassava bitkisi çeşidi *Ishinukakijan'* in (*Manihot esculante* Crantz) çalışılmıştır. Arbuscular mikoriza ile birlikte fosfat gübrelemesinin kök infeksiyonu üzerindeki etkilerini çalışmak için Güney Nijerya' da tarla ve sera denemeleri yürütülmüştür. Düşük toprak fosforu düzeylerinde yüksek ve yüksek toprak fosforu düzeylerinde düşük olmak suretiyle, cassava bitkisinin lifli köklerinin yüzde mikoriza mantarı infeksiyonu ekstrakte edilebilir toprak fosforu düzeylerine bağlı olmuştur (Kang ve ark., 1980). Dört farklı tarla denemesi olarak yürütülen çalışmalarda mısır bitkisinin yüksek P (56µg/g) konsantrasyonuna rağmen bitki köklerinde mikoriza belirlenmiştir (Hetrick ve ark., 1984). Mikoriza aktivitesinin fosfor gübrelemesiyle düştüğü soya (*Glycine max merr.*) ve mısır (*Zea mays L.*) bitkisinde rapor edilmiştir (Lambert ve ark., 1979). Fosfor gübrelemesi ile mikorizalı bitkilerin mikoriza sporu sayısının azaldığı rapor edilmiştir (Menge ve ark., 1978).

Ortaş (1998) mikoriza ile ilgili yaptığı derlemede şu bilgilere yer vermiştir: Toprakların fosfor düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal mantar aktivitesi azalmakta, kökler infekte edilememekte veya infeksiyon sağlansa bile besin elementi

sağlanamamaktadır (Harley ve Smith, 1983). Bitki türlerinin ihtiyacına göre belirli bir P düzeyine kadar kök infeksiyonu artmakta bu noktadan sonra ilave edilen her P miktarı bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azaltmaktadır (Tinker, 1980). Toprakların P düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır. Bunun nedeni ya köklerin infekte edilmemesi yada 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).

#### **2.4. Verim ve Fosfor Alımı**

Parmak darısı (*Eleusine coracana*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada fosfat çözünürlüğü üzerinde vesicular – arbuscular mikoriza mantarı (*Glomus fasciculatus*) ile toprağın aşılmasının etkisi çalışılmıştır. Mikorizalı bitkilerin mikorizasız bitkilere göre daha fazla kuru madde üretimine sahip oldukları, daha fazla topraktan fosforu ( $^{32}\text{P}$ ) aldıkları, fakat bitki kütlelerinin ünitesi başına  $^{32}\text{P}$  aktivitesinin artış göstermediği rapor edilmiştir (Raj ve ark., 1981). *Rhizopogon luteolus* misel hifleri vasıtasıyla topraktan *pinus radiata* mikorizalarına  $^{32}\text{P}$ - ortofosfattan alımı ve hızlı taşınması gösterilmiştir. Sera materyalinde topraktan en az 12 mm'lik taşınmanın meydana geldiği ve  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  olarak  $5 \times 10^{-6}$  M' dan absorbe edilen fosfatın bazen %30-80'inin taşındığı görülmüştür. Tarlada 12 cm'lik taşınma meydana gelmiştir. Kesilmiş misel hifleriyle (iplikcikleriyle) alım metabolik olarak sağlanmıştır. Taşınmada osmotik bir polarite içerisinde muamele edilmemiş hif (iplikcik) uçları yerleştirildiği zaman daha hızlı bir şekilde meydana gelen taşınma da aynı zamanda gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, misel iplikcikleri ile (bireysel hiften ayrı olarak) alım ve taşınma geniş iç-kök hacimlerinin mikoriza ile sömürülmesi (alınması) için etkin bir metod sağlamaktadır ve bitki besin elementleri için rekabet etmede bitkilere yardım etmektedir. Toprakta misel iplikcik gelişiminde aynı türlerin ırkları arasında büyük farklılıklar meydana geldiği rapor edilmiştir. *R. luteolus* misel iplikciklerinin 1.3 – 2.9mm/ gün oranında test edilen toprak boyunca ve 25<sup>0</sup>C gündüz ve 16<sup>0</sup>C gece sıcaklığında 1.7 mm/gün oranında *P.radiata* kökleri boyunca büyüdüğü görülmüştür

(Skinner ve Brown, 1974). Yapılan bir saksı denemesinde arbuscular mikoriza mantarı *G.mosseae* ile aşılmalı yada aşılansız ve kg başına 100 mg fosfor eklemeli yada eklemesiz sterilize edilmiş düşük yararılı fosfor içerikli toprakta kırmızı üçgül (*Trifolium pratense*) yetiştirilmiştir. Bitkiler 40 gün sonra hasat edildiği zaman, sürgün ve kök fosfor konsantrasyonlarının AM bitkilerinde nadiren daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sürgün fosfor alımlarının ise fosfor eklemesiyle AM bitkilerinde daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Bi ve ark., 2003). Buğday (*Triticum aestivum L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada mikoriza(*G. intraradices*) aşılmasının sürgün kuru madde verimini ve fosfor içeriğini arttırdığı görülmüştür (Mohammed ve ark., 1995). Turunçgil bitkileriyle sera ortamında yapılan bir çalışmada düşük verimli tınlı kumlu (4.6 ppm P) toprağa fosfor dışındaki tüm besin elementlerini gerekli miktarda verdikten sonra mikorizalı (*G. fasciculatus*) Brezilya turunç (*Citrus aurantium L.*) ve Troyer citrange (*Poncirus trifoliata (L)*) fidelerinin kuru ağırlıklarının mikorizasız olanlardan önemli ölçüde daha büyük olduğu ancak topraktaki fosfor ile yaprakların fosfor içeriği arasında bir bağlantı olmadığı görülmüştür. Endogoneli mikorizanın soya bitkisinde daha fazla verim artışına ve fosfor alımına katkıda bulunduğu kaydedilmiştir (Ross ve Gilliam, 1973). Mikoriza bitki üretimi, dane dolumu, fotosentez ve geliştirilmiş su ilişkilerine olumlu yönde katkı sağlamıştır. Ancak kışlık buğday bitkisinde makro ve mikro besin elementlerinin konsantrasyonlarında bir değişikliğe neden olmamıştır (Trentt ve ark., 1989). Mısır (*Zea mays L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada verim ve kök gelişimi yada fosfor alımı arasında önemsiz bir bağlantının olduğu görülmüştür (Yibirin ve ark., 1996). Fosfor gübrelemesi yapılması sonucu yonca (*Medicago sativa L.*) bitkisinin hem fosfor konsantrasyonu hem de fosfor alımı artmıştır (Fixen ve ark., 1983). Mısır (*Zea mays L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada uygulanan fosfor oranının artışıyla fizyolojik olgunluk döneminde tüm bitkinin fosfor konsantrasyonu doğrusal olarak artmıştır (Rehm ve ark., 1983). Soya (*Glycine max L. merr.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada fosfor gübrelemesi oranının artışıyla sürgün kuru madde veriminin ve fosfor içeriğinin arttığı fakat belli düzeydeki fosfor gübrelemesi oranından sonra artış olmadığı rapor edilmiştir (Borkert ve Barber, 1985). Mısır (*Zea mays L.*) bitkisine fosfor uygulaması kök gelişimini teşvik etmektedir (Zhang ve Barber, 1992). Sera

denemelerinde, toprağa fosfor, organik madde ve mikoriza (*Glomus clarum*) uygulamaları kontrole göre nohut (*Cicer arietinum L.*) bitkisinde sürgün kuru madde verimini arttırmıştır. Ancak kök kuru ağırlığında aynı durum söz konusu olmamıştır (Alloush ve ark., 2000).

Ortaş (1998) mikoriza ile ilgili yaptığı derlemede şu bilgilere yer vermiştir: Mikoriza mantarı toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerinin özellikle de fosforun alımını önemli derecede arttırdığı kontrollü koşullar altında seralarda yapılan denemelerde belirlenmiştir (Mosse, 1981). Mikoriza yalnız P'un değil, aynı zamanda çinko (Zn), bakır (Cu), Mangan (Mn), demir (Fe), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve azot (N)'un bitkilerce alımında etkili olmaktadır (Tinker, 1980; Ames ve ark., 1983; Smith ve ark., 1985; Stribley, 1987; Gnekow ve Marshner, 1989; Bagyaraj, 1991; Bolan, 1991; Sieverding, 1991; Marshner, 1995). Mikoriza mantarı toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerinin özellikle de fosforun bitkideki içeriğini kontrollü koşullar altında 3-5 kat; çinko ve bakır içeriklerini 2.5 kat arttırdığı seralarda yapılan denemelerde belirlenmiştir (Mosse, 1981). Mikorizanın bitkinin aldığı toplam P içindeki katkı payının % 70-80 olduğu ve Zn alımındaki payının da % 50 dolayında olduğu belirlenmiştir (Marshner, 1993;1995). AM'ın bitki gelişimi, besin elementlerinin bitki tarafından alımı ve bitkinin çeşitli aksamlarındaki besin elementleri içeriğine olumlu etkileri özellikle arid ve semiarid bölge topraklarında belirgin olarak görülmektedir (Weber, 1992). Mutualistik simbiyoz yaşam sisteminin topraktaki temsilcilerinden biri olan AM grubu mantarlar (Endo mikoriza) buğday, mısır, soya, tütün, şeker kamışı, elma, orkide, erik vb. birçok kültür bitkilerine hifleri aracılığıyla bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan başta P ve Zn olmak üzere birçok besin elementlerini taşımaktadır (Marshner, 1993; Werner, 1987). Kaba kök yapısına sahip bitki türlerinden olan kavun, patlıcan ve biber (Read, 1993) mikoriza ile çok iyi infekte olmakta ve mikoriza enfeksiyonu eksikliğinde P, Zn, Cu, K, Ca ve N noksanlığı göstermektedirler. Narenciye türleri yüksek fosfor uygulamasına rağmen özellikle de ilk kök gelişim döneminde siddetli derecede mikorizaya bağımlılık göstermektedir (Mosse, 1981). Bitki mikoriza ile infekte edildiği zaman bitki genotiplerinin fosfor ile beslenmesi de değişikliğe uğramaktadır (Bolan ve ark., 1993). Mikorizal fungusun toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin

elementlerini mikorizal infeksiyon sonucu ürettiği hifleri aracılığıyla birkaç kat daha fazla aldığı kontrollü koşullar altındaki denemelerde belirlenmiştir (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975). Mikorizal hifler kökler gibi davranıp kök bölgesinden çok uzaklardaki besin elementlerini almaktadır (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975; Gerdemann, 1968; Li ve ark., 1991). Bu yolla geniş miktarda toprak hacmi geniş hif yüzey alanları tarafından işgal edilmektedir. Mikorizal hif kök bölgesi dışındaki bölgelerden besin elementi aldığı için difüzyon yoluyla olan alımı azaltmış olmaktadır (Bolan, 1991). Bilindiği gibi toprakta alımı zor olan P, Zn ve Cu gibi besin elementleri çoğunlukla bitki kök bölgesine difüzyon ile ulaştıktan sonra alınmaktadır. Mikorizal infeksiyon ya organik salgılar salarak veya fosfataz enzimleri salgılayarak toprakta alınamaz durumdaki fosforu kimyasal olarak değiştirerek alımını kolaylaştırmaktadır (Allen ve ark., 1981; Abbott ve Robson, 1984). Mikoriza çok miktarda Ca aldığından kalsiyum fosfat bağları çözünmekte ve sonuçta açığa çıkan fazla P bitkilerce alınabilmektedir (Ross, 1971). Ayrıca rizosfer pH'sındaki değişimin fosfor alımına katkısı söz konusudur (Tinker, 1975). Rizosfer pH'sındaki değişim tarım bilimcisinin araştırma bulgularını yorumlamada zorluk çekmesine neden olmuştur (Bolan ve ark., 1987; Stribley, 1987; Bolan, 1991). Besin elementi alımı daha çok hif kalınlığı, toplam hif uzunluğu ve birim hif başına alınan besin elementi ve 'mikorizosfer' veya 'hifrizosfer' (Taraftar ve Marshner, 1994) bölgesinde asit fosfataz salgıları gibi faktörler tarafından yönlendirilmektedir. Fosforun, mikoriza hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmesi de ATP'ye alternatif bir enerji oluşturmasıdır (Smith ve Gianninazi-Paerson, 1989). AM mantarları hifleri aracılığıyla bitkiye, kökün ulaşamadığı alanlardan su temin ederek bitkinin su stresine karşı dayanıklılığını da sağlamaktadır (Drüge ve Schönbeck., 1992). Bu artış ya direkt hifler aracılığıyla ya da mikorizanın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerine yaptığı değişikliklerden kaynaklanan kök büyümesi ve kılcak kök oluşumundan kaynaklanmaktadır (Davies ve ark., 1992). Ortamın P konsantrasyonu yüksek olması durumunda AM mantarları çoğunlukla inaktif duruma geçmekte, bitki infeksiyonunu gerçekleştirememektedirler (Thompson, 1991). Kasava bitkisiyle yapılan bir çalışmada bitki kuru ağırlığının, mikorizal ortamda, topraktaki total fosforun 50 mg P/100 g toprak olması durumunda maksimuma ulaştığı, bu noktadan

itibaren etkilenmediği, oysa mikorizasız ortamda 350 mg P/100 g toprak P konsantrasyonuna kadar bitki kuru ağırlığının sürekli artış gösterdiği ortaya konulmuştur ( Howeler ve ark., 1982). Toprakta 100 ppm yarıyışlı fosfora kadar limon fidanının gövde kalınlığı *Glomus etunicatum* aşılması ile artış göstermiştir (Antunes ve Cardoso, 1991).

Bu tez çalışmasında mikoriza ve elementer kükürtün birlikte fosfor alımı, sürgün kuru madde verimi, kök verimi ve kökle infekte olma yüzdelerine etkisi denemelerde yapılan diğer uygulamalarla birlikte incelenmiştir.

**3. MATERYAL VE METOD****3.1. Materyal****3.1.1. Toprak**

Araştırmada 2 farklı toprak serisi kullanılmıştır: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği arazisinde yer alan Karaburun serisi toprağı ve Adana'nın kuzeyinde yer alan Menekşe köyü yakınlarından alınan kireççe zengin Menekşe toprak serisi (anamateryali marn). Her iki toprak entisol ordosunun typic xerorthent alt grubunda yer almaktadır (Ozbek ve ark., 1974). Topraklar 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Bu topraklar <2mm boyutunda elenmiş ve steril edilmiş olarak kullanılmıştır. Steril edilmiş toprakta toplam dört deneme kurulmuştur. Tüm denemeler Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma Seralarında yürütülmüştür.

**3.1.2. Mikoriza**

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden temin edilen *G. mossea* mikoriza türü kullanılmıştır.

**3.1.3. Deneme Bitkileri**

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilen Soya (Arısoy) çeşidi ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden sağlanan Mısır (31P41 PIONEER) çeşidi kullanılmıştır.

**3.1.4. Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

Menekşe ve Karaburun toprak serilerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini gösteren değerler aşağıdaki Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 3. 1. Menekşe ve Karaburun Toprak Serilerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal özellikleri**

	Menekşe serisi	Karaburun serisi
Bünye		
Kum (%)	25.7	31.25
Silt (%)	8.48	39.02
Kil (%)	65.82	29.73
Sınıfı	Killli Tın	Tın
pH (H <sub>2</sub> O)	7.74	7.44
EC (dSm <sup>-1</sup> )	4.76	0.847
Tuzluluk (%)	0.14 ( tuzsuz)	0.02 ( tuzsuz)
Organik madde (%)	0.513	1.42
P (mg/kg) (1)	3.93	4.48
K (mg/kg) (2)	155	140
CaCO <sub>3</sub> (%)	47	42.5
C (%)	0.30	0.82
NH <sub>4</sub> (mg/kg)	3.64	3.86
NO <sub>3</sub> (mg/kg)	2.70	1.85
KDK (meq/100g)	36.31	43.71
Top. N (%)	0.04	0.114
Fe (mg/kg) (3)	0.305	0.145
Cu (mg/kg) (3)	0.11	0.084
Mn (mg/kg) (3)	0.172	0.478
Zn (mg/kg) (3)	0.082	0.125
Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.67
Hacim ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	1.519	1.456
Porozite (%)	0.429	0.454
İletkenlik (cm/saat)	1.84 (orta yavaş)	2.8 (orta)

(1) 0.5 M NaHCO<sub>3</sub> ekstraksiyonu

(2) 1 N amonyum asetat (pH=7) ekstraksiyonu

(3) DTPA ekstraksiyonu

**3.2. Metod****3.2.1. Toprakta Temel Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

Toprakta tekstür tayini Bouyoucos (1951)'a göre, organik madde Lichterfelder (Schlichting ve Blume 1966), toprak reaksiyonu ve elektriksel geçirgenlik doygunluk çamurunda pH-metre ve Wheatstone köprüsü (Schlichting ve Blume 1966) ile, kireç Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar, 1949), KDK ve DK sodyum asetat ve amonyum asetat ekstraksiyonu yöntemiyle (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), yarayıklı fosfor Olsen (1954)'e göre, toprakta total azot (Bremner, 1965)' e göre, toprakta nitrat (NO<sub>3</sub>) tayini (Fabigve ark, 1978)'e göre, toprakta amonyum (NH<sub>4</sub>) (Deutsche Einheitsverfahren Zur Wasser- Abwasser-und Schlammuntersuchungen, 1983)' e göre, yarayıklı potasyum Pratt ve Morse (1954)'e göre, yarayıklı mikroelementler (Cu, Mn, Fe, Zn) Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonucu değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**3.2.2. Toprak Hazırlama, Sterilizasyon ve Saksı Denemesi**

Deneme sera koşullarında 5 kg toprak kapasiteli plastik saksılarda üçlü tekerrür halinde yürütülmüştür. Kullanılan hava kurusu topraklar 2mm'lik elekten geçirilmiştir. Daha sonra steril etme amacıyla özel naylon poşetler içersine konularak 121 °C' de iki saat süreyle otoklavda steril edilmiştir. Steril topraklar mikrobiyal dengenin sağlanması için iki hafta bekletilmiştir. Her saksıya steril edilen topraktan 4 kg konulmuştur. Denemede temel gübreleme olarak her saksıya mısır için 500 mg/kg N, soya için 125 mg/kg N (üre formunda), 250 mg/kg K (KNO<sub>3</sub> formunda), 5 mg/kg Zn(ZnSO<sub>4</sub> formunda) ve 20 mg/kg Fe (Fe-EDDHA formunda) uygulanmıştır. Buna ek olarak fosfor ve elementer kükürt uygulanan saksılarda 100 mg/kg P(Triple süper fosfat formunda) ve 100 mg/kg S(elementer S formunda) de saksıdaki toprağa uygulanmıştır. Mikoriza uygulaması deneme topraklarının yarısına (*Glomus mosseae*) yapılmış, diğer yarısına aynı oranda mikorizadan arındırılmış yetiştirme ortamı ilave edilmiştir. Mikoriza uygulaması mikorizalı kurumuş asma bitkisi kökleri civarından alınan 145 g toprağın gübre karışımlarının yapıldığı saksı toprağının üzerine konularak yüzeyden 5 cm kadar olan toprak profiliyle karıştırılarak

yapılmıştır. Daha sonra saksılar saf su ile tarla kapasitesine kadar sulanmıştır. Toprak tavına geldiği zaman diğer bir ifade ile tohum ekimi için toprak elverişli hale geldiğinde ekim yapılmıştır.

### **3.2.3. Deneme Deseni**

1) Kontrol, 2) 100 mg/kg fosfor, 3) 100 mg/kg elementer kükürt, 4) 100 mg/kg elementer kükürt + 100 mg/kg fosfor, 5) Mikoriza, 6) Mikoriza + 100 mg/kg fosfor, 7) Mikoriza + 100 mg/kg elementer kükürt, 8) Mikoriza + 100 mg/kg elementer kükürt + 100 mg/kg fosfor. Her saksıya 10'ar tohum ekilmiş, üç yapraklı dönemde bitkiler 5 adete seyreltilmiştir. Bitki gelişme süresince saf su ile tarla kapasitesine kadar sulanmıştır.

### **3.2.4. Bitkilerin Hasadı**

Steril edilen topraklarda soya bitkisi 24 Haziran 2008 tarihinde ekilip 8 Ağustos 2008 tarihinde hasat edilmiştir. Mısır bitkisi 19 Temmuz 2008'de ekilip 2 Eylül 2008'de hasat edilmiştir. Toprak üstü aksam toprak yüzeyinden 0.5 cm düzeyinden hasat edilmiştir. Kökler topraktan itinayla ayıklanarak hasat edilmek suretiyle bitki ve kökler saf su ile yıkanıp analize hazırlanmıştır. Bir kısım kökler daha sonra mikorizal analizi belirlemek amacıyla plastik bir kap içine alınıp etil alkol içerisinde muhafaza edilmek üzere konulmuştur. Temizlenen toprak üstü aksam ve kökler 65 °C'de etüvde üç gün süreyle kurutulup kuru madde verimleri belirlenmiştir. Kurutulmuş toprak üstü aksamından bir kısmı öğütülerek P içeriklerini belirlemek için küçük plastik poşetler içerisinde muhafaza edilmiştir.

### **3.2.5. Kök Boyama**

Mikorizal kök infeksiyon teşhisinde kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'a göre yapılmıştır. Etil alkol içinde tutulan köklerden bir kısmı alınarak cam tüpler içinde 2 saat süreyle KOH ile doldurularak 2 saat süreyle 65 °C'lik etüvde bekletildikten sonra etüvden çıkarılıp lavabo içine itinayla KOH

boşaltılmıştır. Daha sonra benzer işlemler 1 saat süreyle HCl ve Trypanblue içinde tekrar edilmiştir. Son aşama olarak tüplerin içine laktik asit konarak işlem tamamlanmıştır.

### **3.2.6. İnfeksiyonun Belirlenmesi**

Laktik asitli tüpler içindeki köklerden 1 cm uzunluğunda 10 tane alınarak camekanlar üzerine dizilmiştir ve üzerleri lama ile kapatılıp camekana iyice yapışması için 10 dakika kuruması için beklenmiştir. Daha sonra her bir camekanda 10 tane bulunan köklerden mikroskop altında mikoriza sporu görülen kök sayısı 10 ile çarpılarak yüzdeleri belirlenmiştir.

### **3.2.7. Bitkide Fosfor Tayini**

Bitki örneklerinde element tayinleri için önce örnekler 550 °C'de yakılıp elde edilen kül 1/3'lük HCl içerisinde filtre edildikten sonra fosfor kolorimetrik olarak spektrofotometre ile belirlenmiştir ( Barton, 1948).

### **3.2.8. İstatiksel Analizler**

Elde edilen verilerin istatiksel analizleri MSTATC programı kullanılarak Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

## 4.1. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitki Kuru Madde Verimine Etkisi

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının mısır bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/ kök aksamı oranına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/kök aksamı oranına etkisi

Mikoriza Uygulaması	S (mg/kg)	P (mg/kg)	Toprak Üstü Aksam (g/saksı)	Kök Aksamı (g/saksı)	Toprak Üstü Aksam/Kök Oranı
Karaburun					
- M	S0	P0	3.68 ± 0.16	0.67 ± 0.03	5.49
	S0	P1	58.67 ± 2.08	15.11 ± 0.15	3.88
	S1	P0	3.92 ± 0.13	0.67 ± 0.03	5.85
	S1	P1	58.33 ± 1.53	14.34 ± 0.20	4.06
+ M	S0	P0	11.42 ± 0.07	3.28 ± 0.13	3.48
	S0	P1	43 ± 2.00	24.58 ± 1.28	1.74
	S1	P0	9.23 ± 0.09	2.58 ± 0.12	3.57
	S1	P1	42.33 ± 2.08	21.74 ± 0.76	1.94
Menekşe					
- M	S0	P0	3.27 ± 0.10E	0.69 ± 0.02D	4.73
	S0	P1	75 ± 0.00A	21.97 ± 0.31A	3.41
	S1	P0	2.99 ± 0.10E	0.54 ± 0.04D	5.53
	S1	P1	73 ± 2.00A	17.87 ± 0.35AB	4.08
+ M	S0	P0	14.63 ± 0.23D	5.29 ± 0.19C	2.76
	S0	P1	66.33 ± 2.52B	18.67 ± 0.32AB	3.55
	S1	P0	11.49 ± 0.04D	4.33 ± 0.12CD	2.65
	S1	P1	56 ± 1.00C	17.68 ± 0.20B	3.16

Çizelgeden de görüldüğü gibi, Karaburun serisi toprağında mikoriza uygulamasının bitkinin toprak üstü kuru madde üretimine etkisinin olmadığı belirlenmiştir; buna karşılık mikoriza uygulanmış bitkilerin kök kuru madde verim artışının olduğu belirlenmiştir. En yüksek toprak üstü kuru madde üretimi 58.67 g/saksı ve 58.33 g/saksı ile sırasıyla S0P1 ve S1P1 uygulamalarında elde edilmiştir. 100 mgP/saksı uygulamasının bitkinin toprak üstü aksam kuru madde üretimini en fazla arttıran uygulama olduğu belirlenmiştir. Kök kuru madde üretiminde ise en yüksek verim mikorizalı uygulamalarda S0P1 uygulamasından elde edilmiştir. . Burada 100 mg S/saksı uygulamasının etkisinin önemli olmadığı ve yine aynı doz fosfor uygulamasının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın hem toprak üstü aksam, hem de kök kuru madde üretimini arttırdığı belirlenmiştir. Burada kükürt uygulamasının toprak üstü kuru madde üretimine etkisinin önemsiz olmasının nedeni toprağın steril edilmiş olması sonucu kükürt oksitleyen bakterilerin ortamdan elimine edilmiş olması, dolayısıyla kükürdün sadece abiyolojik yolla oksidasyonunun mümkün olması, ancak deneme süresinin buna yeterli olmaması olabilir. Karaburun toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin toprak üstü kuru madde ve kök kuru madde üretimi istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.9.).

Aynı şekilde Çizelge 4.1’de verilen toprak üstü aksam/kök oranı incelendiğinde mikorizasız ortamda fosfor uygulamalarının bu oranı düşürdüğü belirlenmiştir. Aynı durum mikorizalı uygulamalar içinde geçerlidir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde toprak üstü kuru madde üretimi bakımından mikorizasız uygulamaların toplam kuru madde üretimlerinin mikorizalı uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak mikorizalı uygulamaların kök kuru madde üretimi mikorizasız uygulamalara oranla önemli derecede artmıştır.

Menekşe serisi toprağında da mikoriza uygulamasının toprak üstü kuru madde üretimine ve kök kuru madde üretimine etkisinin olmadığı belirlenmiştir; buna karşılık mikoriza uygulanmamış bitkilerin toprak üstü kuru madde ve kök kuru madde verim artışının istatistiksel bakımdan önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.9.). Karaburun toprağındakine benzer şekilde en yüksek

toprak üstü kuru madde üretimi 75 g/saksı ve 73 g/saksı ile sırasıyla SOP1 ve S1P1 uygulamalarında elde edilmiştir. 100 mg P/saksı uygulamasının bitkinin toprak üstü aksam kuru madde üretimini en fazla arttıran uygulama olduğu belirlenmiştir. Aynı durum kök kuru madde üretimi için de geçerlidir. 100 mg S/ saksı uygulamasının bitki verimine katkısının olmadığı ve yine aynı doz fosfor uygulamasının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın hem toprak üstü aksam, hem de kök kuru madde üretimini arttırdığı belirlenmiştir.

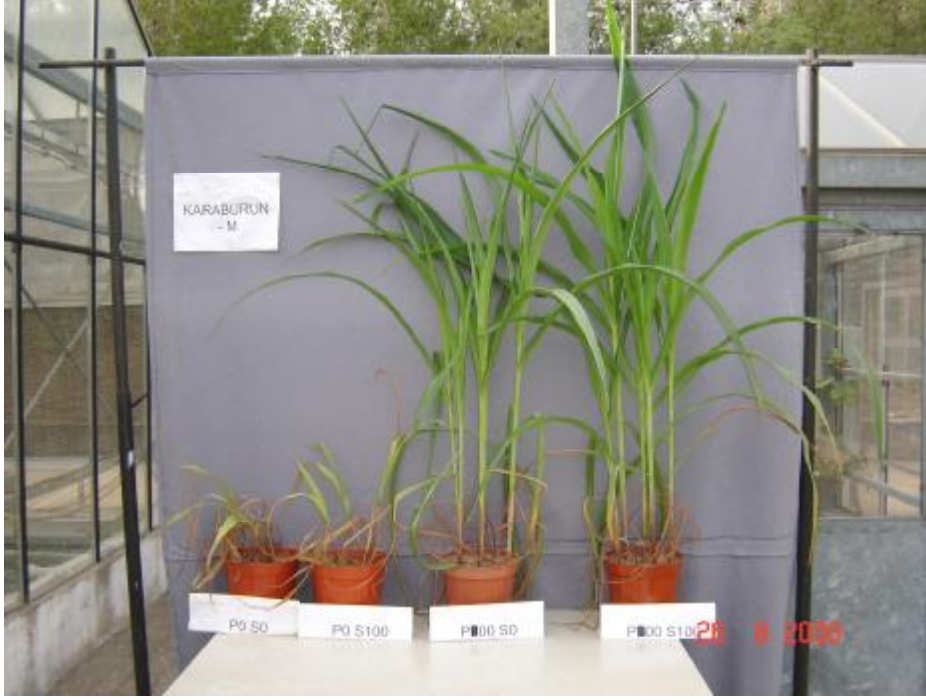
Çizelge 4.1.'de verilen toprak üstü aksam/kök oranı incelendiğinde mikorizasız ortamda fosfor uygulamalarının bu oranı düşürdüğü belirlenmiştir. Ancak mikorizalı uygulamalarda tersi durumun olduğu belirlenmiştir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde Karaburun toprağındakinin tersine toprak üstü kuru madde üretimi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kuru madde üretimlerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yine Karaburun toprağında olduğu gibi mikorizalı uygulamaların kök kuru madde üretimi mikorizasız uygulamalara oranla önemli derecede artmıştır.

Denemede yetiştirilen bitkilerin uygulamalara göre büyüme durumları Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'teki resimlerde görülmektedir.

Uygulamaların mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.5 ve 4.6'daki grafiklerde görülmektedir.

Uygulamaların mısır bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.7 ve 4.8' deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.1. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizasız (-M) uygulamalara yanıtları



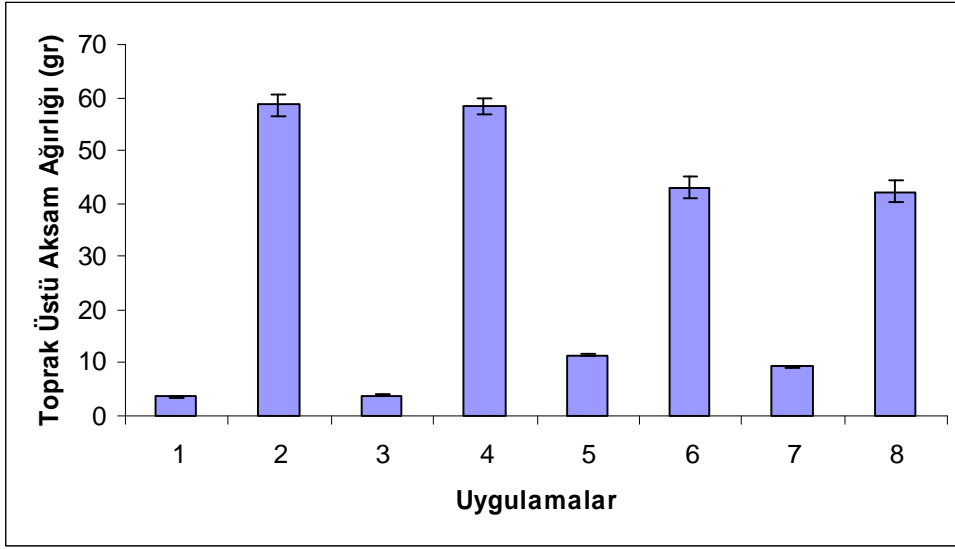
Şekil 4.2. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizalı (+M) uygulamalara yanıtları



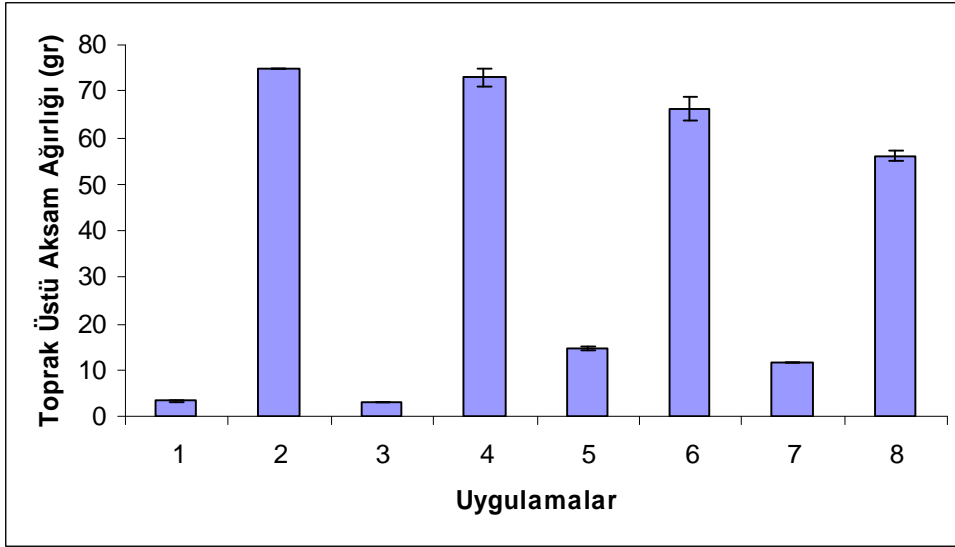
Şekil 4.3. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizasız (-M) uygulamalara yanıtları



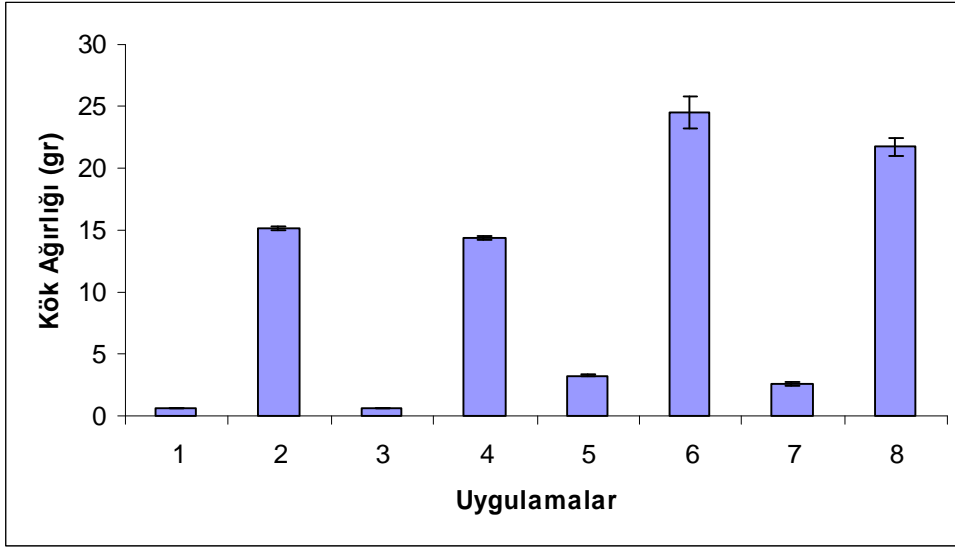
Şekil 4.4. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin mikorizalı (+M) uygulamalara yanıtları



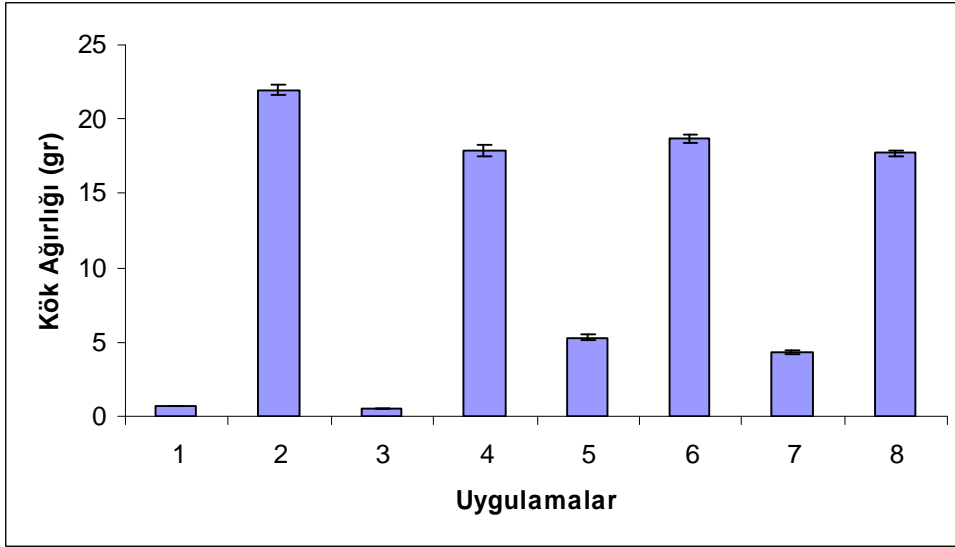
Şekil 4.5. Uygulamaların mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.6. Uygulamaların mısır bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.7. Uygulamaların mısır bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.8. Uygulamaların mısır bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).

#### 4.2. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitki Kuru Madde Verimine Etkisi

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının soya bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/ kök aksamı oranına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimi ile toprak üstü aksam/kök aksamı oranına etkisi

Mikoriza Uygulaması	S (mg/kg)	P (mg/kg)	Toprak Üstü Aksam (g/saksı)	Kök Aksamı (g/saksı)	Toprak Üstü Aksam/ Kök Oranı
Karaburun					
- M	S0	P0	2.49 ± 0.07D	1.15 ± 0.02D	2.16
	S0	P1	25.83 ± 0.91A	7.69 ± 0.10B	3.35
	S1	P0	2.92 ± 0.16D	0.97 ± 0.08D	3.01
	S1	P1	23.83 ± 0.55AB	8.27 ± 0.19B	2.88
+ M	S0	P0	11.01 ± 0.61C	4.40 ± 0.15C	2.50
	S0	P1	20.99 ± 0.81B	7.68 ± 0.13B	2.73
	S1	P0	11.21 ± 0.25C	4.34 ± 0.05C	2.58
	S1	P1	22.01 ± 1.07B	9.75 ± 0.28A	2.25
Menekşe					
- M	S0	P0	1.75 ± 0.05C	0.34 ± 0.01C	5.14
	S0	P1	27.91 ± 0.25A	7.33 ± 0.11B	3.80
	S1	P0	2.78 ± 0.10C	0.58 ± 0.03C	4.79
	S1	P1	18.50 ± 0.56AB	5.51 ± 0.22B	3.35
+ M	S0	P0	11.33 ± 0.47BC	4.01 ± 0.12BC	2.82
	S0	P1	24.42 ± 0.64AB	12.46 ± 0.33A	1.95
	S1	P0	10.69 ± 0.24BC	3.51 ± 0.18BC	3.04
	S1	P1	26.69 ± 0.51A	13.57 ± 0.21A	1.96

Çizelgeden de görüldüğü gibi, Karaburun serisi toprağında mikoriza uygulamasının bitkinin toprak üstü kuru madde üretimine katkı sağlamadığı ancak kök kuru madde üretimine katkı sağladığı belirlenmiştir; bununla birlikte mikoriza uygulanmamış bitkilerin toprak üstü kuru madde veriminin ve mikoriza uygulanmış bitkilerin kök kuru madde verim artışının istatistiksel bakımdan önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.12.). En yüksek toprak üstü kuru madde üretimi mikorizasız uygulamalarda 25.83 g/saksı ve 23.83 g/saksı ile sırasıyla S0P1 ve S1P1 uygulamalarında elde edilmiştir. Ancak en yüksek kök kuru madde üretimi mikorizalı uygulamalarda S1P1 uygulamasında 9.75 g/saksı olarak belirlenmiştir. Burada mikoriza, elementer kükürt ve fosforun olumlu etkileşimlerinin sonucu kök verimi daha fazla artmış olabilir. 100 mg S/ saksı uygulamasının etkisinin önemli olmadığı ve yine aynı doz fosfor uygulamasının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın hem toprak üstü aksam, hem de kök kuru madde üretimini arttırdığı belirlenmiştir.

Aynı şekilde Çizelge 4.2.'de verilen toprak üstü aksam/kök oranı incelendiğinde mikorizasız ortamda fosfor uygulamalarının bu oranı arttırdığı belirlenmiştir. Aynı durum S1P1 uygulaması istisna olmak üzere mikorizalı uygulamalarda da geçerlidir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde toprak üstü kuru madde ve kök kuru madde üretimi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kuru madde üretimlerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Menekşe toprağında da mikoriza uygulamasının bitkinin toprak üstü kuru madde üretimine katkı sağlamadığı belirlenmiştir. Ancak mikoriza uygulamasının kök kuru madde verimini istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.12.). En yüksek toprak üstü kuru madde üretimi mikorizasız uygulamalarda 27.91 g/saksı ile S0P1 uygulamasından elde edilmiştir. Ancak benzer durum 13.57 g/saksı ile mikorizalı uygulamalardaki S1P1 uygulamasında kök veriminde belirlenmiştir. Burada 100 mg S /saksı uygulamasının etkisinin olmadığı ve yine aynı doz fosfor uygulamasının etkisinin önemli olduğu

belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın hem toprak üstü aksam, hem de kök kuru madde üretimini arttırdığı belirlenmiştir.

Aynı şekilde Çizelge 4.2.'de verilen toprak üstü aksam/kök oranı incelendiğinde mikorizasız ortamda fosfor uygulamalarının bu oranı düşürdüğü belirlenmiştir. Aynı durum mikorizalı uygulamalar için de geçerlidir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde toprak üstü kuru madde üretimi ve kök üretimi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kuru madde üretimlerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Denemede yetiştirilen bitkilerin uygulamalara göre büyüme durumları Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'deki resimlerde görülmektedir.

Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.13 ve 4.14'deki grafiklerde görülmektedir.

Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.15 ve 4.16'daki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.9. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizasız (-M) uygulamalara yanıtları



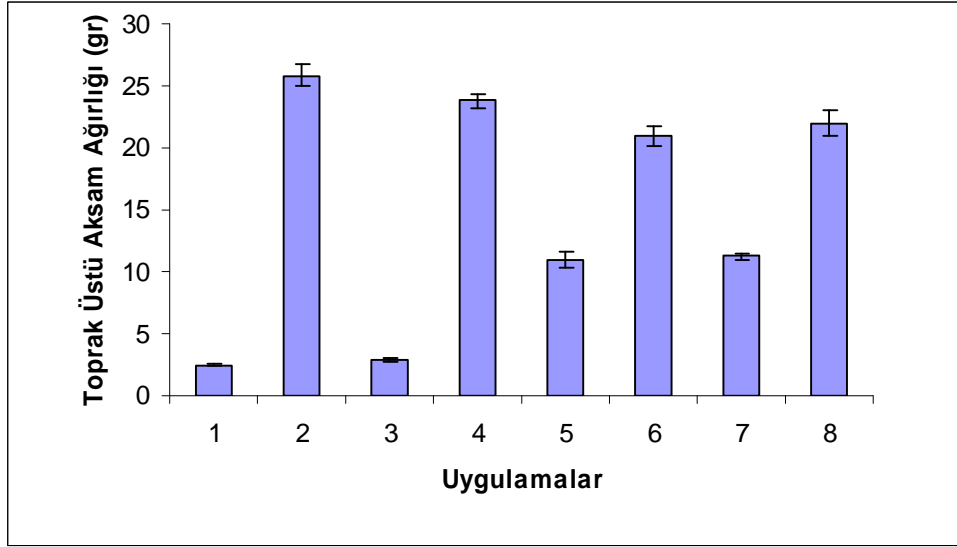
Şekil 4.10. Karaburun serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizalı (+M) uygulamalara yanıtları



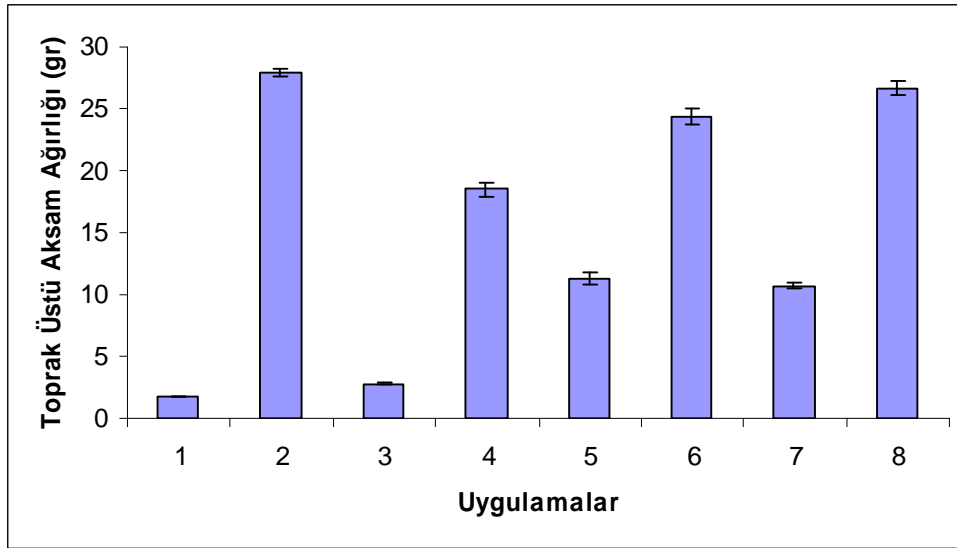
Şekil 4.11. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizasız (-M) uygulamalara yanıtları



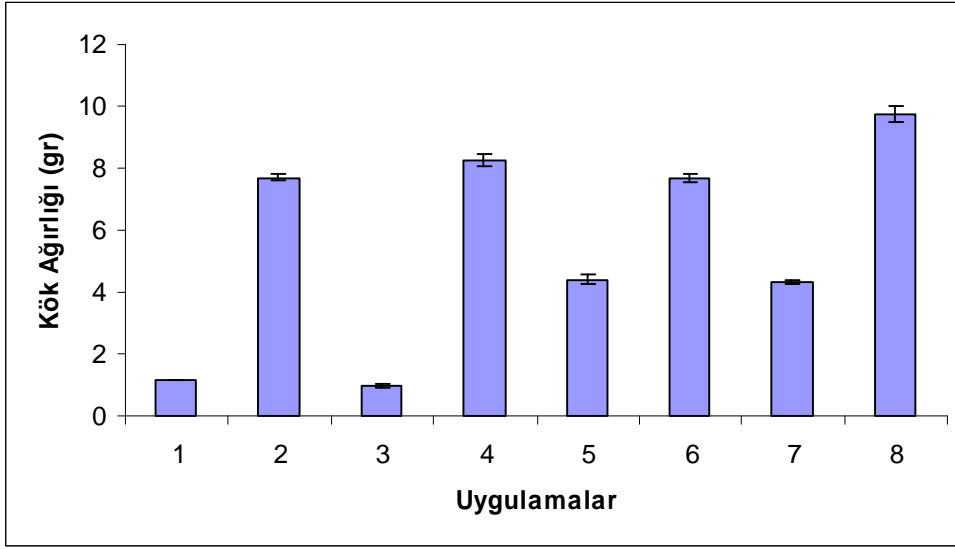
Şekil 4.12. Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin mikorizalı (+M) uygulamalara yanıtları



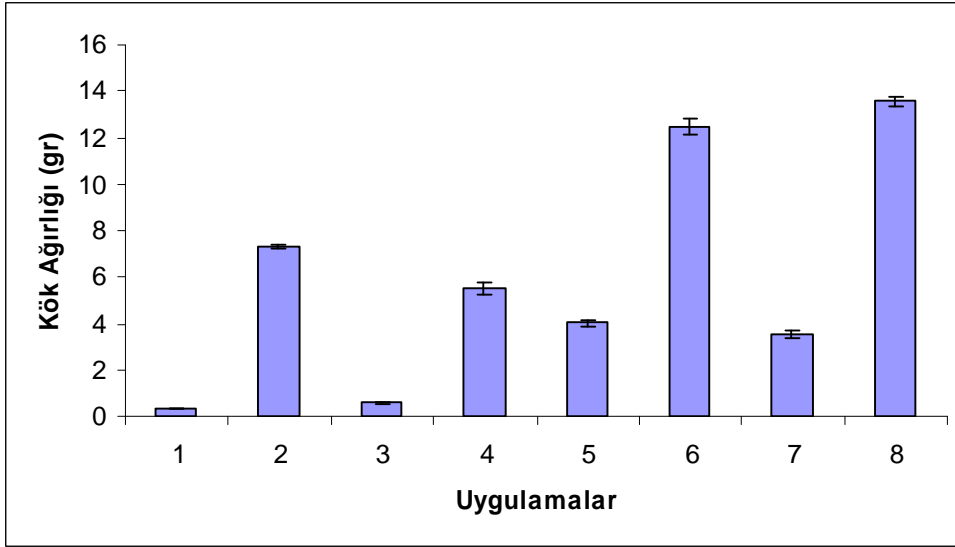
Şekil 4.13. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.14. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.15. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.16. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru madde ağırlığına etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).

### 4.3. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Toprak Üstü Aksamı Kuru Madde Verimine İlişkin İstatistiksel Analiz Sonuçları

Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır ve soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	1.7111	0.2164	2	0.5638	
Mikoriza (M)	1	75.1797**	0	1	8.3729*	0.0118
Kükürt (S)	1	1.8927	0.1905	1	61.7232**	0
MS	1	1.661	0.2184	1	31.2043**	0.0001
Fosfor (P)	1	6576.828**	0	1	14077.18**	0
MP	1	433.9661**	0	1	515.3655**	0
SP	1	0.1972		1	19.7367**	0.0006
MSP	1	0.957		1	7.4205*	0.0165
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.4. Karaburun toprağında yetiştirilen mısır mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar(LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	3.68		3.80c	7.55	31.15a	29.19	7.06b
(-)	(-)	(+)	58.67	31.17	58.50a	50.83			50.58a
(-)	(+)	(-)	3.92			6.57		28.45	
(-)	(+)	(+)	58.33	31.13		50.33			
(+)	(-)	(-)	11.42		10.32bc		26.50b		
(+)	(-)	(+)	43.00	27.21	42.67ab				
(+)	(+)	(-)	9.23						
(+)	(+)	(+)	42.33	25.78					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	33.91	Ö.D.			

Çizelge 4.5. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	3.27e		3.13b	8.95b	38.56a	39.81a	8.09b
(-)	(-)	(+)	75.00a	39.13a	74.00a	70.67a			67.58a
(-)	(+)	(-)	2.99e			7.24b		35.87b	
(-)	(+)	(+)	73.00a	38.00a		64.50a			
(+)	(-)	(-)	14.63d		13.06b		37.11b		
(+)	(-)	(+)	66.33b	40.48a	61.17a				
(+)	(+)	(-)	11.49d						
(+)	(+)	(+)	56.00c	33.74a					
LSD			5.859	8.495	34.53	6.756			

Çizelge 4.6. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	0.0521		2	8.2338**	0.0043
Mikoriza (M)	1	80.6294**	0	1	2116.649**	0
Kükürt (S)	1	0.1053		1	195.4887**	0
MS	1	6.1107*	0.0269	1	430.0528**	0
Fosfor (P)	1	3312.894**	0	1	21633.83**	0
MP	1	431.2701**	0	1	702.9272**	0
SP	1	2.0216	0.177	1	244.1663**	0
MSP	1	8.2551*	0.0123	1	766.5772**	0
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.7. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	2.49d		2.71b	6.75	13.77b	15.08	6.91b
(-)	(-)	(+)	25.83a	14.16bc	24.83a	23.41			23.17a
(-)	(+)	(-)	2.92d			7.06		14.99	
(-)	(+)	(+)	23.83ab	13.37c		22.92			
(+)	(-)	(-)	11.01c		11.11ab		16.31a		
(+)	(-)	(+)	20.99b	16.00ab	21.50a				
(+)	(+)	(-)	11.21c						
(+)	(+)	(+)	22.01b	16.61a					
LSD			3.482	2.118	17.79	Ö.D.			

Çizelge 4.8. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının toprak üstü aksamı kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	1.75c		2.27b	6.54b	12.74b	16.35a	6.64b
(-)	(-)	(+)	27.91a	14.83ab	23.21a	26.17a			24.38a
(-)	(+)	(-)	2.78c			6.74b		14.67b	
(-)	(+)	(+)	18.50ab	10.64b		22.60a			
(+)	(-)	(-)	11.33bc		11.01b		18.29a		
(+)	(-)	(+)	24.42ab	17.88ab	25.56a				
(+)	(+)	(-)	10.69bc						
(+)	(+)	(+)	26.69a	18.69a					
LSD			14.33	7.588	9.701	5.718			

Çizelge 4.5, 4.7 ve 4.8.'deki uygulamalar Karaburun ve Menekşe toprağında mısır ve soya bitkileri toprak üstü aksamı kuru madde verimi artışı açısından kontrol uygulamasına göre değerlendirildiğinde mikorizasız uygulamalarda sadece 100 mg/kg kükürt ilavesiyle istatistiksel açıdan ( $P < 0.05$ ) önemsiz olmuştur (Çizelge 4.3. ve 4.6.). Benzer şekilde hem 100 mg/kg fosfor hem de 100 mg/kg kükürt ilavesi durumunda sadece 100 mg/kg fosfor ilavesine göre verimde istatistiksel açıdan değişiklik kaydedilmemiştir. Verimdeki bu aynı düzeyde kalış buğday (*Triticum aestivum L.*) bitkisiyle çalışan ve hektara 36 kg elementer kükürt ilavesiyle 0.46 ton verim artışı elde eden Nuttall ve ark. (1993)'nın bulgularına paralellik göstermemektedir. Elementer kükürt toprakta biyolojik ve abiyolojik olarak oksitlenmek suretiyle  $H_2SO_4$ 'e dönüşür.  $S + 3/2 O_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$  (Mengel, 1993). Böylece kök bölgesinde kalsiyum fosfatların çözünürlüğünün artarak bitki tarafından daha kolay alınabileceği düşünülür. Ancak bu denemede topraklar steril edildiğinden kükürt oksitleyen bakteriler toprakta bulunmamaktadır. Bu nedenle elementer S ancak abiyolojik yolla (havanın oksijeni) oksitlenebilir. Bu da uzun zaman gerektirebilir. Bu denemede uygulanan elementer kükürdün verime olumlu etkisinin görülmemesinin bir nedeni bu olabilir. Bu tez kapsamında daha önce yapılan ön denemelerde buğday ve pırasada vejetasyon süresi uzun tutulduğunda (sırasıyla 5 ve 3.5 ay) 2.5 aydan sonra elementer kükürt uygulamasının bitki büyümesine olumlu etkileri gözlenmiştir. Bu denemelerde pırasa toprağı steril edilmiştir. Buğday toprağı steril edilmemiştir. Pırasada toprağın steril edilmesine rağmen olumlu etki

görülmüştür. Mikorizalı uygulamalarda kontrol uygulamasına göre sadece mikoriza ilavesiyle istatistiksel açıdan önemli verim artışı elde edilmiştir (Çizelge 4.5, 4.7, 4.8. ve Çizelge 4.4. (MXP) interaksyonu). Bu artış buğday (*Triticum aestivum var. swift*) bitkisiyle çalışan ve arbuscular mikoriza mantarı *Glomus intraradices* ile aşıl原因an bitkilerin aşıl原因mayanlara göre önemli ölçüde daha yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu ifade eden Mohammed ve ark. (2004)nın bulgularıyla aynı doğrultudadır. Mikoriza ve 100 mg/kg kükürt ilavesinde ise verimde istatistiksel açıdan sadece mikoriza ilaveli uygulamaya göre değişiklik kaydedilmiştir. Bu aynı düzeyde kalış kışlık buğdayda (*Triticum aestivum L.*) elementer kükürt uygulamasıyla verim artışı elde eden Oates ve Kamprath (1985)'ın bulgularıyla örtüşmemektedir. Mikoriza ve hem 100 mg/kg fosfor hem de 100 mg/kg kükürt ilavesiyle sadece mikoriza ve 100 mg/kg fosfor uygulamasına göre istatistiksel açıdan Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin toprak üstü aksamı veriminde değişiklik kaydedilmemiştir (Çizelge 4.7. ve 4.8.). Menekşe toprağında yetiştirilen mısır bitkisinde verimde azalma olmuştur (Çizelge 4.5.). Bu bulgular Oates ve Kamprath (1985)'ın bulgularıyla örtüşmemektedir. Bunun bir nedeni fosfor, elementer kükürt ve mikorizanın olumsuz etkileşimlerinin olası sonucu olabilir.

#### **4.4. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kök Kuru Madde Verimine İlişkin İstatistiksel Analiz Sonuçları**

Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır ve soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verimine etkisine ilişkin değerler istatistiksel açıdan değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	2.6573	0.1051	2	0.3937	
Mikoriza (M)	1	723.6029**	0	1	160.8494**	0
Kükürt (S)	1	29.5608**	0.0001	1	257.4464**	0
MS	1	12.2521**	0.0035	1	35.0839**	0
Fosfor (P)	1	7439.023**	0	1	28553.68**	0
MP	1	240.6991**	0	1	944.7422**	0
SP	1	13.3926**	0.0026	1	105.7974**	0
MSP	1	2.9684	0.1069	1	103.3289**	0
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.10. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.67		0.67b	1.98b	7.70b	10.91a	1.80b
(-)	(-)	(+)	15.11	7.89b	14.73a	19.85a			18.94a
(-)	(+)	(-)	0.67			1.62b		9.83b	
(-)	(+)	(+)	14.34	7.51b		18.04a			
(+)	(-)	(-)	3.28		2.93b		13.05a		
(+)	(-)	(+)	24.58	13.93a	23.16a				
(+)	(+)	(-)	2.58						
(+)	(+)	(+)	21.74	12.16a					
LSD			Ö.D.	2.111	9.355	2.207			

Çizelge 4.11. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.69d		0.61b	2.99b	10.27b	11.65a	2.71b
(-)	(-)	(+)	21.97a	11.33a	19.92a	20.32a			19.04a
(-)	(+)	(-)	0.54d			2.43b		10.10b	
(-)	(+)	(+)	17.87ab	9.20b		17.77a			
(+)	(-)	(-)	5.29c		4.81b		11.49a		
(+)	(-)	(+)	18.67ab	11.98a	18.17a				
(+)	(+)	(-)	4.33cd						
(+)	(+)	(+)	17.68b	11.00a					
LSD			4.215	1.737	9.011	3.015			

Çizelge 4.12. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	6.8093**	0.0086	2	1.6133	0.2341
Mikoriza (M)	1	2004.197**	0	1	4887.599**	0
Kükürt (S)	1	178.4991**	0	1	11.6655**	0.0042
MS	1	79.1139**	0	1	59.3285**	0
Fosfor (P)	1	15552.32**	0	1	11562.44**	0
MP	1	811.8084**	0	1	540.5079**	0
SP	1	255.3846**	0	1	2.7187	0.1214
MSP	1	56.6864**	0	1	167.8391**	0
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.13. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	1.15d		1.06c	2.78b	4.52b	5.23b	2.72b
(-)	(-)	(+)	7.69b	4.42b	7.98ab	7.69a			8.35a
(-)	(+)	(-)	0.97d			2.66b		5.83a	
(-)	(+)	(+)	8.27b	4.62b		9.01a			
(+)	(-)	(-)	4.40c		4.37bc		6.54a		
(+)	(-)	(+)	7.68b	6.04a	8.72a				
(+)	(+)	(-)	4.34c						
(+)	(+)	(+)	9.75a	7.05a					
LSD			1.459	1.218	3.903	2.189			

Çizelge 4.14. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök kuru madde verim değerlerine (g) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.34c		0.46c	2.17	3.44b	6.04a	2.11b
(-)	(-)	(+)	7.33b	3.84b	6.42b	9.90			9.72a
(-)	(+)	(-)	0.58c			2.05		5.79b	
(-)	(+)	(+)	5.51b	3.05b		9.54			
(+)	(-)	(-)	4.01bc		3.76bc		8.39a		
(+)	(-)	(+)	12.46a	8.24a	13.02a				
(+)	(+)	(-)	3.51bc						
(+)	(+)	(+)	13.57a	8.54a					
LSD			3.932	1.653	4.990	Ö.D.			

Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkisinin kök kuru madde verimi (Çizelge 4.14.) ile Karaburun toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin kök kuru madde verimi (Çizelge 4.10. (MXS) interaksyonu) değerlendirildiğinde tüm uygulamalarda 100 mg/kg elementer kükürt ilavesi verimde istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) değişikliğe neden olmamıştır (Çizelge 4.9. ve 4.12.). Bu aynı düzeyde kalış pirinç bitkilerine hektar başına 10 kg elementer kükürt uygulamasının olgunlaşma döneminde kök kuru madde veriminde önemli artış sağladığını ifade eden Yasmin ve ark. (2007)'nin bulgularına paralel değildir. Karaburun toprağında yetiştirilen soya bitkisinin (Çizelge 4.13.) kök kuru madde verimi mikorizalı uygulamalarda hem 100 mg/kg elementer kükürt hem de 100 mg/kg fosfor ilavesiyle sadece 100 mg/kg ilavesine göre istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) önemli verim artışına neden olmuştur. Bu artış elementer kükürt, fosfor ve mikorizanın olumlu etkileşiminin sonucu olabilir. Diğer uygulamalardaki aynı düzeyde kalış (Çizelge 4.13.) Yasmin ve ark. (2007)'nin bulgularıyla örtüşmemektedir. Menekşe toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin (Çizelge 4.11.) tüm uygulamalarında 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle kaydedilen verim azalışı elementer kükürt, fosfor ve mikorizanın olumsuz etkileşimlerinin sonucu olabilir. Mikorizalı uygulamalarda kontrol uygulamasına sadece mikoriza ilavesiyle istatistiksel açıdan önemli verim artışı kaydedilmiştir (Çizelge 4.11, 4.13, 4.14 ve Çizelge 4.10. (MXS) interaksyonu). Al Karaki ve Al Raddad (1997)'in bulguları ile bu araştırmadan elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

#### **4.5. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitkinin Fosfor İçeriğine Etkisi**

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamalarının mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Mikorizalı (M+) ve mikorizasız (M-) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi

Mikoriza Uygulaması	Karaburun			Menekşe
	S (mg/kg)	P (mg/kg)	Fosfor %	Fosfor %
- M	S0	P0	0.07 ± 0.00B	0.07 ± 0.00
	S0	P1	0.09 ± 0.00AB	0.13 ± 0.00
	S1	P0	0.07 ± 0.00B	0.07 ± 0.00
	S1	P1	0.12 ± 0.00AB	0.12 ± 0.01
+ M	S0	P0	0.10 ± 0.00AB	0.11 ± 0.00
	S0	P1	0.13 ± 0.00A	0.13 ± 0.01
	S1	P0	0.10 ± 0.00AB	0.11 ± 0.00
	S1	P1	0.14 ± 0.00A	0.12 ± 0.00

Çizelgeden de görüldüğü gibi, Karaburun serisi toprağında mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğini istatistiksel açıdan ( $P < 0.05$ ) önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.17.). En yüksek fosfor içeriği mikorizalı uygulamalarda 0.14(%) ile S1P1 uygulamasından elde edilmiştir. Burada 100 mg S/saksı uygulamasının etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde fosfor içeriği bakımından mikorizalı uygulamaların toplam fosfor içeriklerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

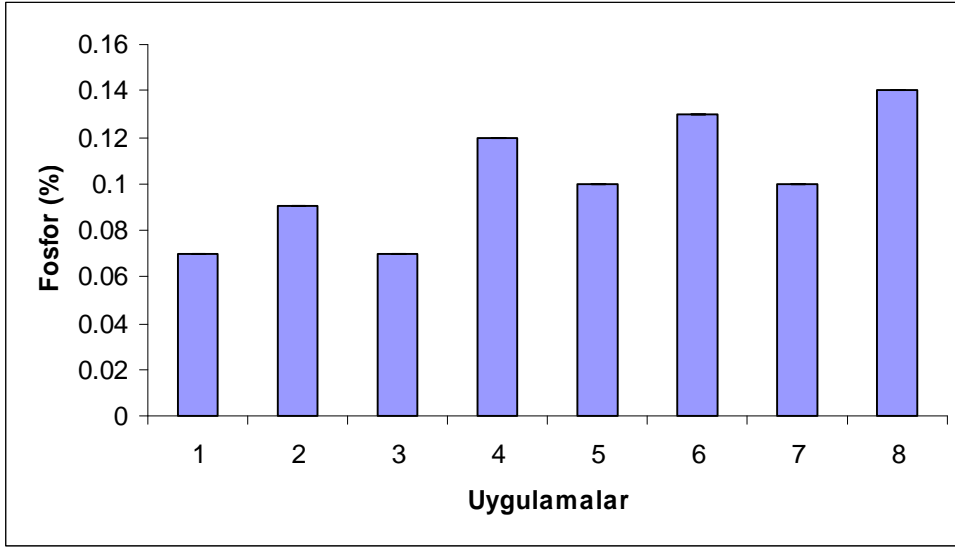
Menekşe toprağında ise mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En yüksek fosfor içeriği hem mikorizalı hem de mikorizasız uygulamalarda 0.13 (%) ile SOP1 uygulamalarından elde edilmiştir.

Burada Karaburun toprağındakine benzer şekilde 100 mg S/saksı uygulamasının etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın bitkinin fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

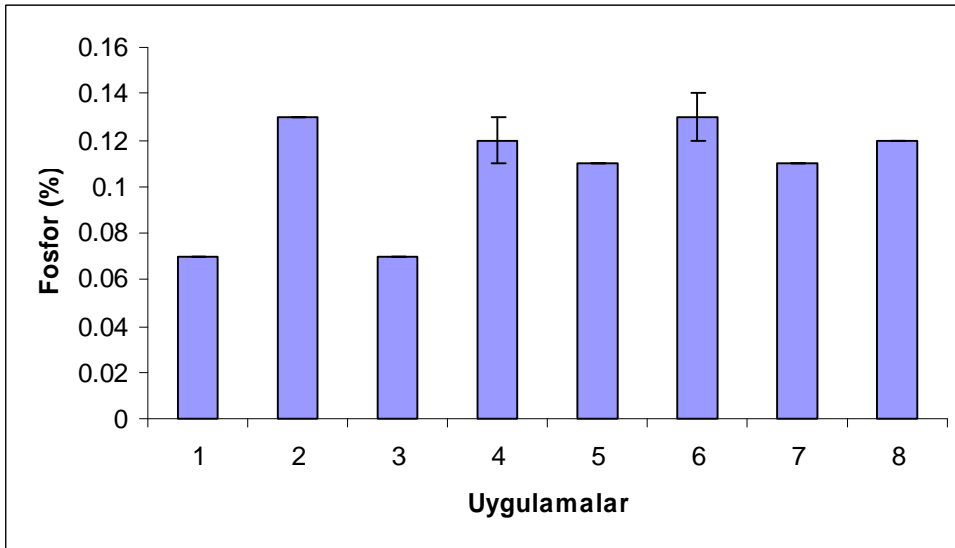
Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde Karaburun toprağındakine benzer şekilde fosfor içeriği bakımından mikorizalı uygulamaların toplam fosfor içeriklerinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ancak burada dikkati çeken bir husus, bitkilerin fosfor içeriklerinin oldukça düşük olmasıdır. Bu değerler Bergmann (1993) tarafından mısır için verilen değerlerle karşılaştırıldığında bu durum belirgin olarak görülmektedir. Bunun nedeni olasılıkla denemede kullanılan toprakların kil (Menekşe serisi) ve kireç içeriklerinin (Menekşe ve Karaburun serileri) yüksek olması (Çizelge 3.1) ve bunun önemli bir bölümünün aktif kireç olması nedeniyle uygulanan fosforun büyük bölümünün fiksasyona uğramış olması (Kaya, 1982, Mengel, 1991) olabilir. Bu nedenle uygulanan fosfor dozu yetersiz kalmış olabilir.

Uygulamaların mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.17 ve 4.18'deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.17. Uygulamaların mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Karaburun serisi)  
(1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.18. Uygulamaların mısır bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Menekşe serisi)  
(1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).

**4.6. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitkinin Fosfor İçeriğine Etkisi**

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamalarının soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi

		Karaburun		Menekşe
Mikoriza Uygulaması	S (mg/kg)	P (mg/kg)	Fosfor %	Fosfor %
- M	S0	P0	0.09 ± 0.00	0.10 ± 0.00
	S0	P1	0.13 ± 0.00	0.22 ± 0.00
	S1	P0	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00
	S1	P1	0.13 ± 0.00	0.20 ± 0.00
+ M	S0	P0	0.13 ± 0.01	0.16 ± 0.00
	S0	P1	0.17 ± 0.01	0.20 ± 0.01
	S1	P0	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.00
	S1	P1	0.16 ± 0.01	0.19 ± 0.00

Çizelgeden de görüldüğü gibi, Karaburun serisi toprağında mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek fosfor içeriği 0.17(%) ile mikorizalı uygulamalarda S0P1 uygulamasından elde edilmiştir. Mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda 100 mg S/saksı uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın bitkinin fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde bitkinin fosfor içeriği bakımından mikorizalı uygulamaların toplam fosfor içeriğinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

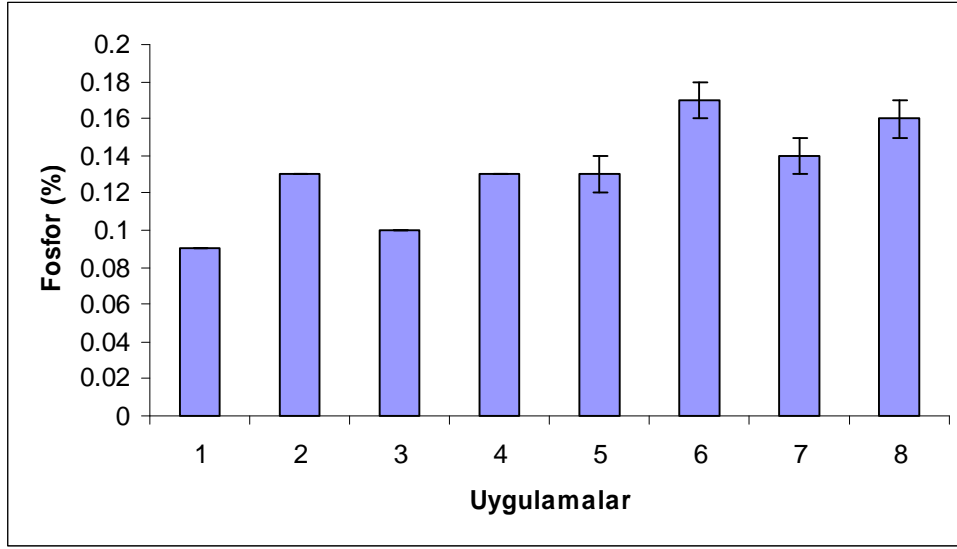
Menekşe toprağında ise mikoriza uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En yüksek bitki fosfor içeriği 0.22 (%) ile mikorizasız uygulamalarda S0P1 uygulamasından elde edilmiştir. Mikorizalı ve

mikorizasız uygulamalarda 100 mg S/saksı uygulamasının bitkinin fosfor içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol uygulamalarında mikorizanın bitkinin fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

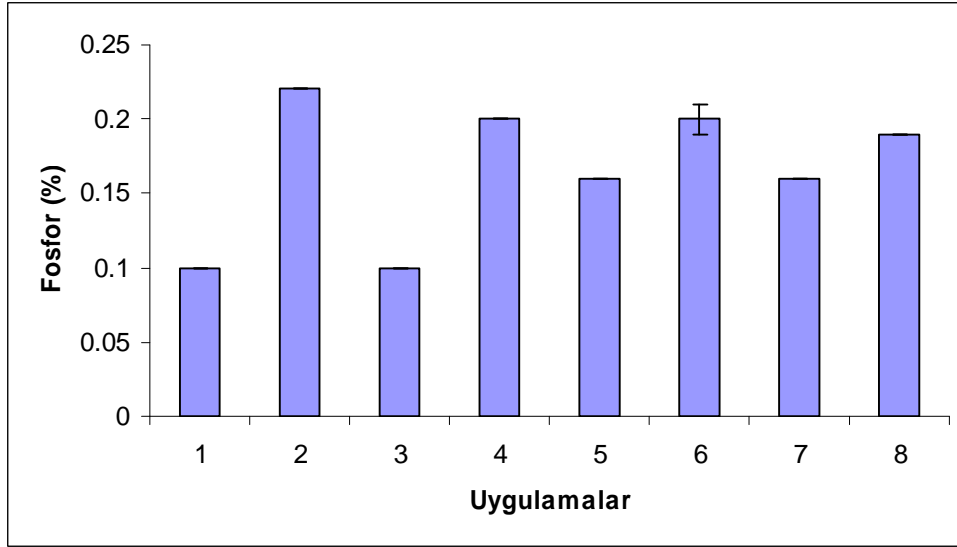
Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde bitkinin fosfor içeriği bakımından mikorizalı uygulamaların toplam fosfor içeriğinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Soya bitkilerinde de mısır bitkilerinde olduğu gibi fosfor içerikleri düşük bulunmuştur. Yukarıda mısır bitkileri için açıklanan durum soya bitkileri için de geçerlidir.

Uygulamaların soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.19 ve 4.20'deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.19. Uygulamaların soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Karaburun serisi)  
(1: P0S0, 2: P100S0, 3: P0S100, 4: P100S100, 5: MP0S0, 6: MP100S0, 7: MP0S100, 8: MP100S100).



Şekil 4.20. Uygulamaların soya bitkisinin fosfor içeriğine etkisi (Menekşe serisi)  
(1: P0S0, 2: P100S0, 3: P0S100, 4: P100S100, 5: MP0S0, 6: MP100S0, 7: MP0S100, 8: MP100S100).

#### 4.7. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Bitkinin Fosfor İçeriğine (%) Etkisine İlişkin İstatistiksel Analiz Sonuçları

Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır ve soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği (%) değerlerine etkisine ilişkin değerler istatistiksel açıdan değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.22.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer ve kükürt fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	0.7458		2	0.4772	
Mikoriza (M)	1	498.2602**	0	1	164.5878**	0
Kükürt (S)	1	54.709**	0	1	5.6969*	0.0317
MS	1	18.9981**	0.0007	1	0.633	
Fosfor (P)	1	867.5459**	0	1	470.036**	0
MP	1	0.0698		1	167.1494**	0
SP	1	78.3127**	0	1	16.6259**	0.0011
MSP	1	17.8642**	0.0008	1	0.2473	
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.18. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.07b		0.07	0.08b	0.09b	0.10b	0.08b
(-)	(-)	(+)	0.09ab	0.08a	0.11	0.11ab			0.12a
(-)	(+)	(-)	0.07b			0.08b		0.11a	
(-)	(+)	(+)	0.12ab	0.09a		0.13a			
(+)	(-)	(-)	0.10ab		0.10		0.12a		
(+)	(-)	(+)	0.13a	0.11a	0.13				
(+)	(+)	(-)	0.10ab						
(+)	(+)	(+)	0.14a	0.12a					

LSD 0.0538 0.03916 Ö.D. 0.03916

Çizelge 4.19. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.07		0.07a	0.09b	0.10b	0.11	0.09b
(-)	(-)	(+)	0.13	0.10	0.12a	0.13a			0.12a
(-)	(+)	(-)	0.07			0.09b		0.10	
(-)	(+)	(+)	0.12	0.09		0.12ab			
(+)	(-)	(-)	0.11		0.11a		0.12a		
(+)	(-)	(+)	0.13	0.12	0.12a				
(+)	(+)	(-)	0.11						
(+)	(+)	(+)	0.12	0.12					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	0.06782	0.03916			

Çizelge 4.20. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer ve kükürt fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	1.2585	0.3143	2	2.556	0.1132
Mikoriza (M)	1	284.73**	0	1	131.7871**	0
Kükürt (S)	1	0.2345		1	28.2128**	0.0001
MS	1	3.3314	0.0894	1	2.1211	0.1673
Fosfor (P)	1	255.3592**	0	1	1466.487**	0
MP	1	1.8995	0.1898	1	323.6695**	0
SP	1	5.8622*	0.0296	1	19.8459**	0.0005
MSP	1	1.6997	0.2134	1	0.0073	
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.21. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.09		0.09	0.11b	0.11b	0.13	0.11b
(-)	(-)	(+)	0.13	0.11	0.13	0.15a			0.15a
(-)	(+)	(-)	0.10			0.12ab		0.13	
(-)	(+)	(+)	0.13	0.11		0.15ab			
(+)	(-)	(-)	0.13		0.13		0.15a		
(+)	(-)	(+)	0.17	0.15	0.17				
(+)	(+)	(-)	0.14						
(+)	(+)	(+)	0.16	0.15					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.03916			

Çizelge 4.22. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının fosfor içeriği değerlerine (%) etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	0.10		0.10c	0.13b	0.15b	0.17a	0.13b
(-)	(-)	(+)	0.22	0.16	0.21a	0.21a			0.20a
(-)	(+)	(-)	0.10			0.13b		0.16b	
(-)	(+)	(+)	0.20	0.15		0.19a			
(+)	(-)	(-)	0.16		0.16b		0.18a		
(+)	(-)	(+)	0.20	0.18	0.20a				
(+)	(+)	(-)	0.16						
(+)	(+)	(+)	0.19	0.17					

LSD

Ö.D.

Ö.D.

0.03916 0.03916

Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkisinin (Çizelge 4.21.ve 4.22 (SXP) interaksyonu ile Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin (Çizelge 4.18. ve Çizelge 4.19. (SXP) interaksyonu değerlendirildiğinde tüm uygulamalarda 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle fosfor içeriğinde istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) artış kaydedilmemiştir (Çizelge 4.17. ve Çizelge 4.20.). Fosfor içeriğinin aynı düzeyde kalışı mısır (*Zea mays L.*) bitkisiyle çalışan ve verim ve kök gelişimi yada fosfor alımı arasında önemsiz bağlantının olduğunu ifade eden Yibirin ve ark. (1996)'nın ve Trentt ve ark. (1989)'un bulgularıyla örtüşmektedir. Bunun bir nedenide fosforun bitki dokularında seyrelmesi, birikmesi yada normal düzeyde kalmasının olası bir sonucu olabilir. Kontrol uygulamasına mikoriza ilavesiyle Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkisinde (Çizelge 4.22.(MXP) interaksyonu) ve Karaburun toprağında yetiştirilen mısır bitkisinde (Çizelge 4.18.) fosfor içeriğinde istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) önemli artış kaydedilmiştir. Bu artış söz konusu araştırmacıların bulgularına tezat teşkil etmektedir. Menekşe toprağında yetiştirilen mısır bitkisinde (Çizelge 4.19. (MXP) interaksyonu) mikoriza ilavesiyle fosfor içeriğinde istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) aynı düzeyde görülen artış söz konusu araştırmacıların bulgularıyla aynı doğrultudadır.

#### **4.8. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kökle İnfekte Olma Yüzdesine Etkisi**

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamalarının mısır bitkisinin kökle infekte olma yüzdesine etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi

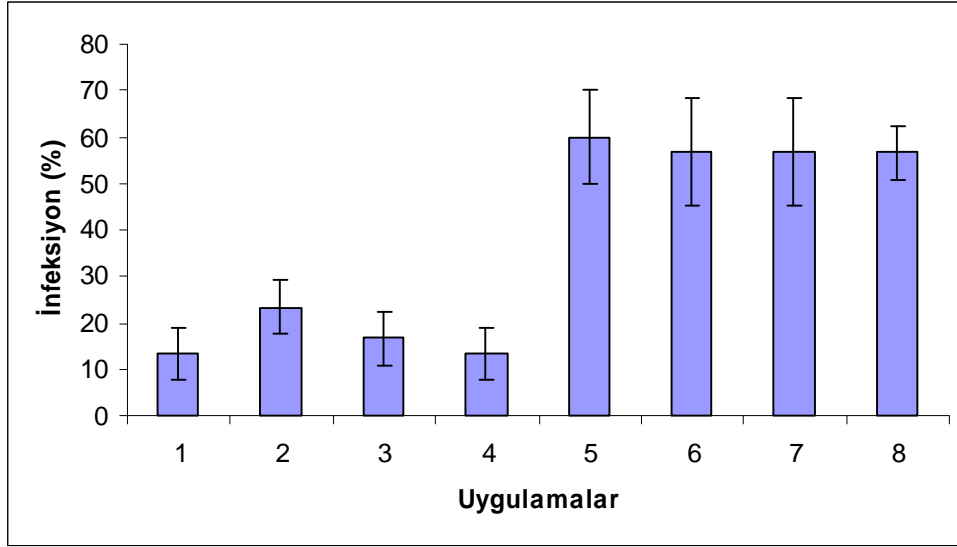
Mikoriza Uygulaması	Karaburun			Menekşe
	S (mg/kg)	P (mg/kg)	İnfeksiyon %	İnfeksiyon %
- M	S0	P0	13.33 ± 5.77	10 ± 10
	S0	P1	23.33 ± 5.77	20 ± 10
	S1	P0	16.67 ± 5.77	20 ± 10
	S1	P1	13.33 ± 5.77	26.67 ± 5.77
+ M	S0	P0	60 ± 10	90 ± 0.00
	S0	P1	56.67 ± 11.55	73.33 ± 11.55
	S1	P0	56.67 ± 11.55	80 ± 10
	S1	P1	56.67 ± 5.77	86.67 ± 5.77

Çizelgeden de görüldüğü gibi Karaburun ve Menekşe toprağında bitkinin kökle infekte olma yüzdesine 100 mg P/saksı ve 100 mg S/saksı uygulamalarının mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte her iki toprak serisinde kontrol uygulamalarında mikorizanın kökle infekte olma yüzdesini arttırdığı belirlenmiştir.

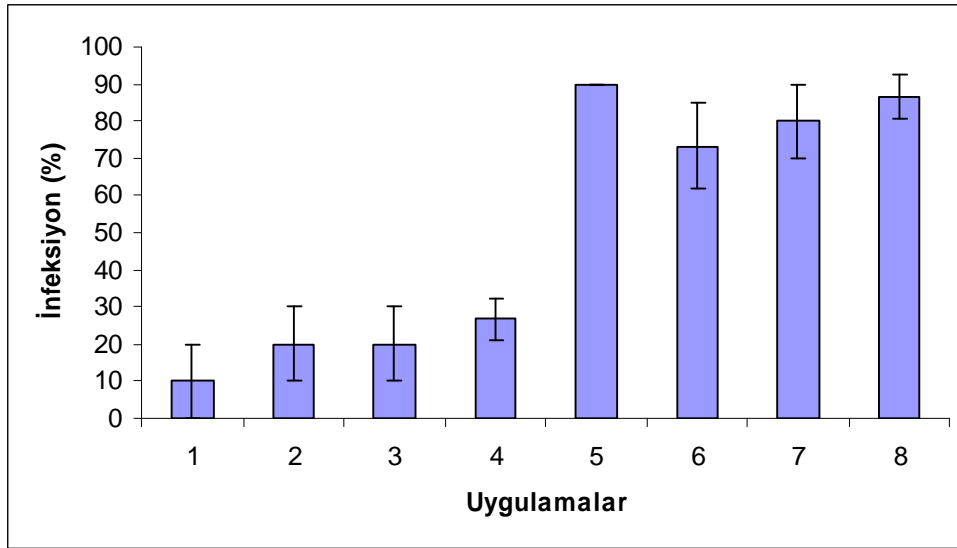
Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde her iki toprak serisinde de kökle infekte olma yüzdesi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kökle infekte olma yüzdesinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Steril edilen Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır bitkilerinin infekte olma yüzdesi değerleri istatistiksel açıdan ( $P < 0.05$ ) tüm uygulamalarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25.).

Uygulamaların mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.21 ve 4.22'deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.21. Uygulamaların mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.22. Uygulamaların mısır bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).

**4.9. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kökle İnfekte Olma Yüzdesine Etkisi**

Sera koşullarında iki farklı toprak serisinde (Menekşe ve Karaburun) steril edilen topraklarda mikorizalı ve mikorizasız ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamalarının soya bitkisinin kökle infekte olma yüzdesine etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Mikorizalı (+M) ve mikorizasız (-M) ortamda elementer kükürt ve fosfor uygulamasının Karaburun ve Menekşe serisi toprağında yetiştirilen soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi

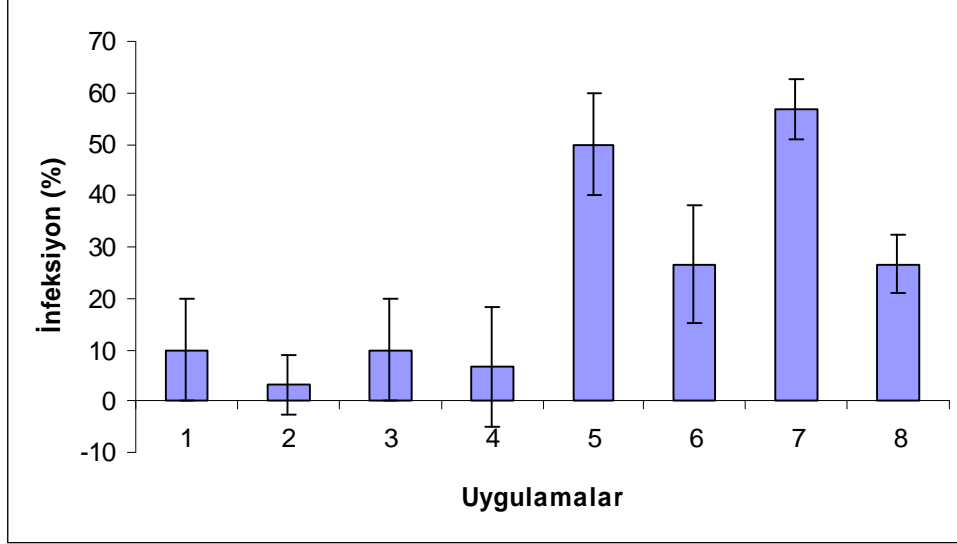
Mikoriza Uygulaması	Karaburun			Menekşe
	S (mg/kg)	P (mg/kg)	İnfeksiyon %	İnfeksiyon %
- M	S0	P0	10 ± 10	3.33 ± 5.77
	S0	P1	3.33 ± 5.77	3.33 ± 5.77
	S1	P0	10 ± 10	0 ± 0
	S1	P1	6.67 ± 11.55	3.33 ± 5.77
+ M	S0	P0	50 ± 10	46.67 ± 5.77
	S0	P1	26.67 ± 11.55	33.33 ± 11.55
	S1	P0	56.67 ± 5.77	53.33 ± 5.77
	S1	P1	26.67 ± 5.77	40 ± 10

Çizelgeden de görüldüğü gibi Karaburun ve Menekşe toprağında bitkinin kökle infekte olma yüzdesine 100 mg P/saksı ve 100 mg S/saksı uygulamalarının mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte her iki toprak serisinde kontrol uygulamalarında mikorizanın kökle infekte olma yüzdesini arttırdığı belirlenmiştir.

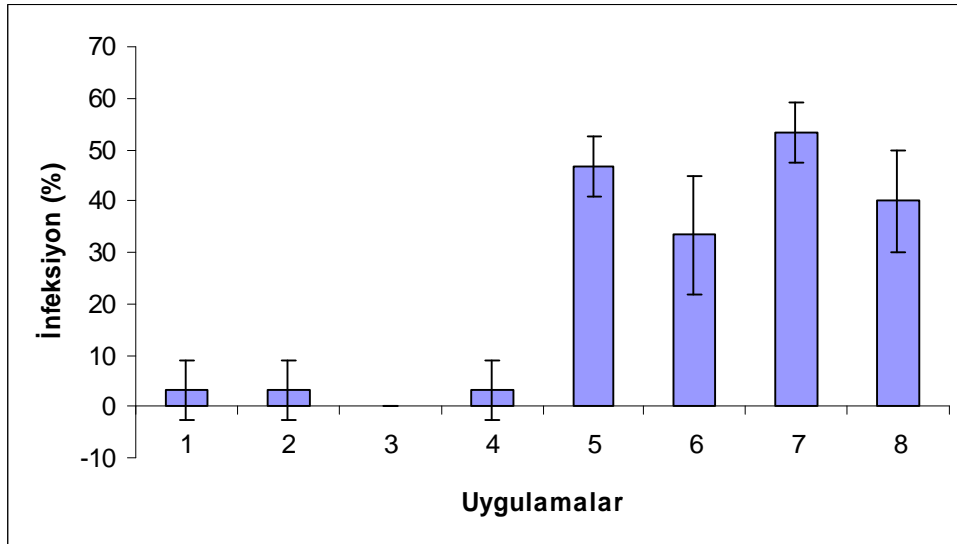
Çizelgedeki değerler bütün olarak değerlendirildiğinde her iki toprak serisinde de kökle infekte olma yüzdesi bakımından mikorizalı uygulamaların toplam kökle infekte olma yüzdesinin mikorizasız uygulamalara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Steril edilen Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkilerinin infekte olma yüzdesi değerleri istatistiksel açıdan ( $P < 0.05$ ) tüm uygulamalarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.28.).

Uygulamaların soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi Karaburun ve Menekşe toprak serisinde sırasıyla Şekil 4.23 ve 4.24'deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 4.23. Uygulamaların soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Karaburun serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).



Şekil 4.24. Uygulamaların soya bitkisinin infeksiyon yüzdesine etkisi (Menekşe serisi) (1: POS0, 2: P100S0, 3: POS100, 4: P100S100, 5: MPOS0, 6: MP100S0, 7: MPOS100, 8: MP100S100).

#### 4.10. Steril Edilen Karaburun ve Menekşe Toprağında Yetiştirilen Mısır ve Soya Bitkisine Mikoriza, Elementer Kükürt ve Fosfor Uygulamasının Kök İnfekte Olma Yüzdesine Etkisine İlişkin İstatiksel Analiz Sonuçları

Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısır ve soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının kök infekte olma yüzdesine etkisine ilişkin değerler istatistiksel açıdan değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 ve 4.30.'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	7.6885**	0.0056	2	0.049	
Mikoriza (M)	1	275.5246**	0	1	282.7413**	0
Kükürt (S)	1	1.0328	0.3267	1	1.7622	0.2056
MS	1	0.1148		1	0.7832	
Fosfor (P)	1	0.1148		1	0.1958	
MP	1	1.0328	0.3267	1	3.1329	0.0985
SP	1	1.0328	0.3267	1	1.7622	0.2056
MSP	1	2.8689	0.1124	1	3.1329	0.0985
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.26. Karaburun toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	13.33		15.00	36.67	16.67b	38.33	36.67
(-)	(-)	(+)	23.33	18.33	18.33	40.00			37.50
(-)	(+)	(-)	16.67			36.67		35.83	
(-)	(+)	(+)	13.33	15.00		35.00			
(+)	(-)	(-)	60.00		58.33		57.50a		
(+)	(-)	(+)	56.67	58.33	56.67				
(+)	(+)	(-)	56.67						
(+)	(+)	(+)	56.67	56.67					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.			

Çizelge 4.27. Menekşe toprağında yetiştirilen mısıra mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	10.00		15.00	50.00	19.17b	48.33	50.00
(-)	(-)	(+)	20.00	15.00	23.33	46.67			51.67
(-)	(+)	(-)	20.00			50.00		53.33	
(-)	(+)	(+)	26.67	23.33		56.67			
(+)	(-)	(-)	90.00		85.00		82.50a		
(+)	(-)	(+)	73.33	81.67	80.00				
(+)	(+)	(-)	80.00						
(+)	(+)	(+)	86.67	83.33					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.			

Çizelge 4.28. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait varyans analiz değerleri ve önem düzeyleri

Varyasyon Kaynağı	Karaburun			Menekşe		
	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık	Serbestlik Derecesi	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	2	0		2	1.7273	0.2136
Mikoriza (M)	1	66.5438**	0	1	218.2727**	0
Kükürt (S)	1	0.3938		1	0.8182	
MS	1	0.0438		1	2.2727	0.1539
Fosfor (P)	1	15.7938**	0.0014	1	4.4545	0.0533
MP	1	7.3937*	0.0166	1	7.3636*	0.0168
SP	1	0.0438		1	0.0909	
MSP	1	0.3938		1	0.0909	
Hata	14			14		
VK (%)						

Çizelge 4.29. Karaburun toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	10.00		10.00b	30.00	7.50b	22.50	31.67a
(-)	(-)	(+)	3.33	6.67	5.00b	15.00			15.83b
(-)	(+)	(-)	10.00			33.33		25.00	
(-)	(+)	(+)	6.67	8.33		16.67			
(+)	(-)	(-)	50.00		53.33a		40.00a		
(+)	(-)	(+)	26.67	38.33	26.67ab				
(+)	(+)	(-)	56.67						
(+)	(+)	(+)	26.67	41.67					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	32.86	Ö.D.			

Çizelge 4.30. Menekşe toprağında yetiştirilen soyaya mikoriza, elementer kükürt ve fosfor uygulamasının infekte olma yüzdesi değerlerine etkisine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (LSD 0.05)

M	S	P	MxSxP	MxS	MxP	SxP	M	S	P
(-)	(-)	(-)	3.33		1.67b	25.00	2.50b	21.67	25.83
(-)	(-)	(+)	3.33	3.33	3.33b	18.33			20.00
(-)	(+)	(-)	0.00			26.67		24.17	
(-)	(+)	(+)	3.33	1.67		21.67			
(+)	(-)	(-)	46.67		50.00a		43.33a		
(+)	(-)	(+)	33.33	40.00	36.67a				
(+)	(+)	(-)	53.33						
(+)	(+)	(+)	40.00	46.67					
LSD			Ö.D.	Ö.D.	22.75		Ö.D.		

Karaburun toprağında yetiştirilen soya bitkilerinde (Çizelge 4.29. (MXP) interaksyonu istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) değerlendirildiğinde mikorizalı uygulamalarda 100 mg/kg fosfor ilavesiyle infekte olma yüzdesinde istatistiksel açıdan önemli azalma olmuştur (Çizelge 4.28). Bu azalış buğday (*Triticum aestivum var. swift*) bitkisiyle çalışan ve artan fosfor uygulamasının mikoriza oluşumunu azalttığını ifade eden Mohammed ve ark. (2004)'nin yanı sıra yüksek düzeyde fosfor uygulamasının infeksiyonu azalttığını ifade eden Tinker (1980), Harley ve Smith (1983), Koide (1991) ve Schubert ve Hayman (1986)'ın bulgularıyla aynı doğrultudadır. Menekşe toprağında yetiştirilen soya bitkilerinde (Çizelge 4.30. (MXP) interaksyonu istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) değerlendirildiğinde mikorizalı uygulamalarda 100 mg/kg fosfor ilavesiyle infekte olma yüzdesinde istatistiksel açıdan önemsiz azalma olmuştur (Çizelge 4.28.). Bu azalış söz konusu araştırmacıların bulgularıyla örtüşmemektedir. Karaburun ve Menekşe toprağında yetiştirilen (Çizelge 4.26. ve 4.27.) mısır köklerinde infekte olma yüzdesi açısından değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan ( $P<0.05$ ) tüm uygulamalarda önemsiz olmuştur (Çizelge 4.25.).

**5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Sera koşullarında Çukurova bölgesinin kireççe zengin ancak besin elementlerince fakir (Karaburun ve Menekşe) iki toprak serisinde steril edilmiş ortamda elementer kükürt, fosfor ve mikoriza uygulamasının mısır ve soya bitkilerinde toprak üstü ve kök aksamı kuru madde verimi, fosfor içeriği ve kök infeksiyonuna etkisi yürütülen saksı denemesinde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kükürt uygulamasının mikorizalı ve mikorizasız ortamda hem Karaburun, hem de Menekşe serisinde mısırın toprak üstü kuru madde verimine etkisi olmamıştır. Olasılıkla deneme süresi kükürdün abiyolojik oksidasyonu için yeterli olmamıştır.

Fosfor uygulamaları her iki toprak serisinde de hem mikorizalı, hem de mikorizasız ortamda bitkinin toprak üstü aksamı kuru madde veriminde belirgin artışlar sağlamıştır. Aynı durum kök aksamı için de geçerlidir. Mikoriza uygulaması mikorizasız ortama göre her iki toprak serisinde kontrol variantında hem toprak üstü kuru madde, hem de kök aksamı kuru madde verimini belirgin şekilde arttırmıştır. Bu fark Menekşe serisinde daha belirgindir. Her iki toprak serisinde fosfor uygulaması mikorizanın etkinliğini azaltmıştır. Toprak üstü aksam/kök oranı dikkate alındığında her iki seride de genelde mikoriza uygulaması bu oranda azalmaya yol açmıştır. Bitkinin mikoriza ile iyi gelişmesinin bir göstergesi olarak gövde/kök oranı iyi bir parametredir.

Soya bitkisiyle yürütülen saksı denemesinden elde edilen sonuçlara göre her iki toprak serisinde hem mikorizalı hem de mikorizasız ortamda kükürdün toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimine etkisi olmamıştır. Ancak Karaburun ve Menekşe serisinde mikorizasız ortamda kükürt fosforla birlikte uygulandığında toprak üstü kuru madde veriminde azalmaya, Menekşe serisinde mikorizalı ortamda aynı parametre yönünden artışa yol açmıştır. Fosfor uygulaması her iki seride de hem mikorizalı, hem de mikorizasız ortamda toprak üstü ve kök aksamı kuru madde veriminde belirgin artış sağlamıştır. Genelde mısır bitkisinde olduğu gibi, fosfor uygulaması mikorizanın etkinliğini azaltmıştır. Toprak üstü aksam/kök oranı dikkate alındığında, genelde mikoriza uygulaması az da olsa bu oranın düşmesine yol açmıştır.

Bitkilerin fosfor içerikleri incelendiğinde mısır bitkisi için Karaburun serisinde mikorizasız ve mikorizalı ortamda kükürdün etkisi görülmezken fosfor uygulamasının belirgin bir etkisi görülmüştür. Bu durum Menekşe serisi içinde geçerlidir. Ancak burada dikkati çeken bir husus, genelde bitkilerin fosfor içeriklerinin son derece düşük olmasıdır. Bu durum deneme topraklarının aşırı kireçli olmaları nedeniyle uygulamanın 100 mg P/kg toprak dozunun yetersiz kalmasından kaynaklanmış olabilir. Menekşe serisinde mikorizalı ve mikorizasız ortamda uygulanan kükürt ve fosfor soyanın fosfor içeriğini belirgin şekilde arttırmıştır. Genelde mikoriza uygulanan bitkilerin fosfor içeriği, mikoriza uygulanmayanlara göre daha yüksektir. Ancak burada da mısır bitkisinde olduğu gibi, genelde bitkilerin fosfor içerikleri oldukça düşüktür.

Bitkilerin kökle infekte olma yüzdeleri incelendiğinde Karaburun ve Menekşe serisinde yetiştirilen mısır ve soya bitkilerinde elementer kükürt ilavesinin mikorizasız ve mikorizalı ortamda bir etkisi görülmemiştir. Fosfor uygulamalarında her iki toprak serisinde yetiştirilen mısır ve soya bitkilerinin mikorizalı uygulamalarında az da olsa bir azalmaya yol açmıştır. Kontrol uygulamalarında mikoriza ilavesi ise kökle infekte olma yüzdesini arttırmıştır. Her iki toprak serisinde yetiştirilen her iki bitkide de mikorizalı uygulamaların toplam kökle infekte olma yüzdesi mikorizasız uygulamalardan belirgin bir şekilde daha yüksek olmuştur.

Bu çalışmada mikoriza, elementer kükürt ve fosforun bitkinin fosfor alımı ve biyokütle üretimine etkisini belirlemek için fosforca son derece fakir, kil ve kireç içerikleri yüksek iki toprak serisi ve kükürt ihtiyaçları farklı iki bitki türü deneme materyali olarak seçilmiştir. Kükürt ve fosfor için uygulama dozu olarak da 100 mg/kg toprak seçilmiştir. Kükürdün beklenen etkisi görülmemiştir. Bu nedenle bundan sonra benzer konuda yapılacak çalışmalarda kireç içeriği daha düşük topraklarda deneme yapılması, kükürt dozunun artırılması, kükürdün oksidasyonu için gerekli süreyi sağlamak amacıyla denemenin başlangıcından 2 ay öncesinden kükürdün toprağa karıştırılıp inkübasyona alınması önerilir.

Her iki toprak serisinde hem mikorizasız, hem de mikorizalı ortamda yetiştirilen her iki bitki türünün de fosfor içerikleri beklenenin altında gerçekleşmiştir. Bu nedenle bundan sonraki benzer çalışmalarda kil ve kireç

içerikleri daha düşük topraklarda daha yüksek fosfor dozlarının denenmesinde yarar görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- ABBOTT, L.K. and ROBSON, A.D. 1984. The effect of VA mycorrhiza on plant growth. pp. 113-130. (Eds) C. LI. Powell and D.J. Bagyaraj. In *VA Mycorrhiza*. Chemical Rubber Publ Co., Boca Raton, FL.
- AL KARAKI, G.N., AL RADDAD, A. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat differing in genotypes drought resistance. *Mycorrhizae*. 7:83-88.
- ALLEN, M.F., SEXTON, J. C., MOORE Jr, T.S.. and CHRISTENSEN, M.. 1981. Influence of phosphate source on vesicular-arbuscular mycorrhizae of *Bouteloua gracilis*. *New Phytologist* 87, 687-694.
- ALLOUSH, G.A., ZETO, S.K., CLARK, R.B. 2000. Phosphorous source, organic matter, and arbuscular mycorrhizae effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil. *Journal of plant nutrition*. v. 23(9), p. 1351-1369.
- AMERICAN, M.R., STEWART, W.S., GRIFFITHS, H. 2001. Effects of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations maize (*zea mays*). *Aspects of Applied Biology*. 63:73-76.
- AMES, R.N., REID, C.P.P., PORTER, L.K. and CAMBARDELLA, C. 1983. Hypal uptake and transport of nitrogen from two <sup>15</sup>N- labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *New Phytologist* 95(3), 381-396.
- AMIJEE, F., TINKER, P. B. and STRIBLEY, D.P. 1989. The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. *New Phytologist*. 111:435-446.
- ANTUNES, V. and Cardoso, E.J.B.N. 1991. Growth and nutrient status of citrus plants as influenced by mycorrhiza and phosphorus application. *Plant and Soil* 131, 11-19.
- AQUINO, M.T., PLASSARD, C. 2004. Dynamics of ectomycorrhizal mycelial growth and P transfer to the host plant in response to low and high soil P availability. *FEMS Microbiology Ecology*, v.48(2) p.149-156.

- BAGYARAJ, D. J. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In Handbook of Applied Mycology, Soil and Plants, vol.I, (Eds) by D.K. Arora., B. Rai., K.G. Mukerji., and G.R. Knudsen. Marcel Dekker. USA. 1991.
- BARTON, C., J. 1948. Photometric analysis on phosphate rock . *Índ. Anal. Eng. Chem.* 20:1068-1073.
- BAYLIS, G.T.S. 1967. Experiments on the ecological significance of phycomycetous mycorrhizas. *New Phytologist* 66:231.
- BERGMANN, W. 1993. Ernährungstörungen bei Kultur pflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, s. 384.
- BI,Y.L., LI, X.L., CHRISTIE, P. 2003. Influence of early stages of arbuscular mycorrhiza on uptake of zinc and phosphorus by red clover from a low-phosphorus soil amended with zinc and phosphorus. *Chomosphere*,v.50(6) p. 831-837.
- BOLAN, J.B., SMITH, S.E., and ALSTON, A.M. 1993. Phosphorus allocation in P efficient and inefficient barley cultivars as affected by mycorrhizal infection. *Plant and Soil* 155 156, 277-280.
- BOLAN, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus by plants. *Plants and Soil*, 134, 53-63.
- BOLAN, N.S., ROBSON, A.D. and BARROW, N.J., 1987. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on the availability of iron phosphates to plants. *Plants and Soil*, 99, 401-410.
- BORKERT, C.M., and S.A. BARBER<sup>2</sup>. 1985. Soybean shoot and root growth and phosphorous concentration as affected by phosphorous placement<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 152-155.
- BOUYOCOUS, G.J., 1951. Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, No: 43, USA.
- BOWEN, G.D. 1980. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In *Tropical Mycorrhiza Research* (P. Mikola, ed.), Oxford University Pres, Oxford, pp. 165-190.

- BREMMER, J. M., 1965. Method of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological methods. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wise S- 1149-1178, USA.
- BUWALDA, J.G., STRIBLEY, D.P. and TINKER, P.B. 1983. Increase uptake of anions by plants with vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil* 71:463-467.
- CROWELL, H.F., BOERNER, R.E.J. 1988. Influences of mycorrhiza and phosphorus on below-ground competition between two old-field annuals. *Environmental and Experimental Botany*, v.28(4) p.381-392.
- CUI, Y., DONG, Y., Li, H., WANG, Q. 2004. Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. *Environment Int.* 30(3):323.
- CURTIS E. S. 1999. Mycorrhizae and soil phosphorous levels. Area Extension Agent (Horticulture). Colorado State University Cooperative Extension Tri River Area.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Yayınları, 10, 230, Ankara.
- DAVIES, F.T.Jr., POTTER; J.R.and LINDREMAN, 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. and 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.
- DRUGE, U., SCHONBEEK, F. 1992. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection on transpiration, photosynthesis and growth of flax (*Linum usitatissimum L.*) in relation to cytokinin levels. *J. Plant Physiol.* 141, 40-48.
- DE MIRANDA, J.C.C., HARRIS, P.J. and WILD, A. 1989. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhizae in sorghum plants. *New Phytologist* 112:405-410.

- Deutsche Einheitsverfahren Zur Wasser-Abwasser-und Schlammuntersuchungen, 1983. Fachgruppe Wasserchemie in der Gesselscheft Deutscher Chemiker (ed.) Chemie. Weinheim/Bergstrasse (BRA).
- DIAZ G; BARRANTES O; HONRUBIA M; GRACIA C. 1996. Effect of ozone and sulphur dioxide on mycorrhizae of *Pinus halepensis miller*. *Annales Des Sciences Forestieres*. 53 (4): 849-856.
- FABIG, W., OTTOW, J.C.G., MULLER, F., 1978. Mineralisation von<sup>14</sup>C-markiertem benzoat mit nitrats als wasserstoff-akzeptor unter vollstaen ding anaeroben bedingungen sowie bei vermindertem saerstoffpartialdruck. *Landwirstch. Forsch.* 35, 441-453.
- FIEL, H.E.A., EL TINAY, A.H., ELSHEIKH, E.A.E. 2002. Effect of nutritional status of faba bean (*Vicia faba L.*) on protein solubility profiles. *FOOD CHEM.* 76(2):219-223.
- FITTER, A.H. 1988. Water relations of red clover *Trifolium pratense L* as affected by VA mycorrhizal infection and phosphorous supply before and during drought. *J. Exp. Bot.* 39:595-603.
- FIXEN, P.E., and LUDWICK, A.E.. 1983. Fertilization of Irrigated Alfalfa on Calcerous Soils: I. Soil Test Maintenance Requirements<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. A. J.* 47:107-112.
- FRENEY, P.E., MELVILLE, G.E., WILLIAMS, C.H. 1975. Soil organic matter fractions as sources of plant-available sulphur. *Soil Biology and Biochemistry*, v.7(3) p.217-221.
- GERDEMANN, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytopathol* 6, 397-418.
- GIANINAZZI-PEARSON, V. and GIANINAZZI, S. 1983. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil* 71:197-209.
- GILBERT, M.A. and ROBSON, A.D.. 1983. The effect of sulfur supply on the root characteristics of subterranean clover and annual ryegrass. *Plant and Soil*. V.77 p.377-380.
- GILDON, A. and 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.
- GILDON, A. and TINKER, P.B. 1983. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infections and heavy metals in plants. II. The effects of infection on uptake of copper. *New Phytologist* 95:263-268.
- GNEKOW, M.A. and MARSHNER, H. 1989. Role of VA mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pumila* var. *demestica*) rootstock cuttings. *Plant and Soil* 119, 285-293.
- GONCALVES, E.J., MUCHOVEJ, J.J., MUCHOVEJ, R.M.C. 1991. Effect of kind and method of fungicidal treatment of bean seed on infections by the VA-mycorrhizal fungus *Glomus macrocarpum* and by the pathogenic fungus *Fusarium solani*. I. Fungal and Plant Parameters. *Plant and Soil*. 132, 41-46.
- GUO, T., ZHANG, J., CHRISTIE, P., LI, X. 2006. Influence of nitrogen and sulfur fertilizers and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on yield and pungency of spring onion. *Journal of plant nutrition*. v. 29, no. 10, p. 1767-1778.
- GUO, T., ZHANG, J.L., CHRISTIE, P., LI, X.L. 2007. Pungency of spring onion as affected by inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and sulfur supply. *Journal of Plant Nutrition*. 30 (7-9): 1023-1034.
- GUPTA, U.C., and VEINOT<sup>2</sup>, R.L. 1974. Response of crops to sulfur under greenhouse conditions<sup>1</sup>. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.*, Vol.38,1974.
- HARLEY, J.L. and SMITH, S.E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press. London.
- HAYMAN, D.S. 1975. The occurrence of mycorrhiza in crops as affected by soil fertility. In *Endomycorrhizas* (F.E. Sanders, B. Mosse, and P.B. Tinker, eds.). Academic Press, London, 1975, pp. 495-509.
- HETRICK, B.A.D., HETRICK, J.A., BLOOM, J. 1984. Interaction of mycorrhizal infection, phosphorous level, and moisture stress in growth of field corn. *Can J. Bot.* 62:2267-2271.

- 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.
- JALALI, B. L. and JALALI, I.. 1991. Mycorrhiza in plant disease control. In. D.K. Arora, B. Rai, K.G. Mukerji, and G.R. Knudsen (eds.). *Handbook of Applied Mycology, Vol. I. Soil and Plants.* pp. 131-154. Dekker, New York.
- JOHNSON, C.R. and MICHELINI, S. 1974. Effect of mycorrhizae on container grown *Acacia*. *Proc. of the Florida State Hort. Soc.*, 87:520-522.
- JONES, M.B., WILLIAMS, W.A., and RUCKMAN<sup>2</sup>, J.E. 1977. Fertilization of *trifolium subterraneum* L. growing on serpentine soils<sup>1</sup>. *Soil Sci.Soc.Am.J.*, Vol.41.
- KANG, B.T., ISLAM, R., SANDERS, F.E., AYANABA, A. 1980. Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on performance of cassava (*Manihot esculenta crantz*) grown on an alfisol. *Field Crops Research.* v.3 p.83-94.
- KAYA, Z., 1982. Çukurova bölgesinde yaygın bazı toprak serilerinde fosforun statüsü ve toprak-bitki sistemindeki dinamiği. Doçentlik tezi, Adana, 102 s.
- KILLHAM, K. 1994. *Soil Ecology.* Cambridge University Press. UK.
- KILLHAM, K. and FIRESTONE, M.K. 1983. Vesicular arbuscular mycorrhizal mediation of grass response to acidic and heavy metal depositions. *Plant and Soil* 72:39-48.
- KOIDE, R.T. and LI, M. 1990. On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytologist* 114:59-65.
- KOIDE, R.T. 1991. Nutrient supply, 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. *Mycol. Res.* 92, 486-505.
- LAMBERT, D.H., BAKER, D.E. and JOLE, H. JR<sup>2</sup>. 1979. The Role of mycorrhizae in the interactions of phosphorous with zinc, copper, and other elements<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43:976-980.

- LANDRY, J., LEGRIS-DELAPOORTE, S., FERRON, F. 1991. Foliar application of elemental sulphur on metabolism of sulphur compounds in leaves of sulphur-deficient wheat. *Phytochemistry*, v.30(3) p. 729-732.
- LI, S., LIN, B., ZHOU, W. 2001. Soil organic sulphur mineralization in the presence of growing plants under aerobic or waterlogged conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, v.33(6) p.721-727.
- LI, X.L., MARSHNER, H. and GEORGE, E. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. *Plant and Soil* 135, 49-57.
- LINDSAY, W.L. and NORWELL, W.A. 1978. Development of DTPA soil test zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428.
- MARSHNER, H. 1993. Zinc uptake from soils. In: *Zinc in soil and plants*. Ed by A.D. Robson. Kluwer Academic Publishers.
- MARSHNER, H. 1995. *Mineral Nutrition of High Plants*. Second edition. Academic Press. London.
- MCGRATH, S.P. and ZHAO, F.J. 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* (1996), 126. 53-62.
- MCLAUGHLIN, B.D. and I.C.R. HOLFORD. 1982. Initial and medium-term responses of white clover to three sulfur fertilizers on a basaltic soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 22(115) 95-99.
- MENGE, J.A., LABANAUSKAS, C.K., JOHNSON, E.L.V. and PLATT<sup>2</sup>, R.G. 1978. Partial Substitution of Mycorrhizal Fungi for Phosphorous Fertilization in the Greenhouse Culture of Citrus<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 926-930.
- MENGE, J.A., STEIRLE, D., BAGY ARAJ, D.J., JOHNSON, E.L.V., and LEONARD, R.T. 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytologist* 80:575-578.
- MENGE, J.A.; MJARRELL, W; LABANAUSKAS, C.K; OJALA, J.C; HUSZAR, C; JOHNSON, E.L.V. and SIBERT, D. 1982. Predicting mycorrhizal

- dependency of troyer citrange on *Glomus fasciculatus* in California citrus soils and nursery mixes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46, 762-768.
- MENGEL, K., 1991. Ernährung und stoffwechsel der pflanze. Gustav Fischer Verlag, Jena, s.318.
- GRYNDLER, M., Hr ŠELOVA, H., CHVATOLOVA I. and VOSATKA, M. 1998. In vitro proliferation of *Glomus fistulosum* intraradical hyphae from mycorrhizal root segments of maize. *Mycol. Res.* 102 (9): 1067-1073.
- MOHAMMED, A., MITRA, B., KHAN, A.G. 2004. Effects of sheared-root inoculum of *Glomus intraradices* on wheat grown at different phosphorus levels in the field. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.103(1) p.245-249.
- MOHAMMED, M.J., PAN, W.L. and KENNEDY, A.C. 1995. Wheat responses to vesicular-arbuscular mycorrhizal fungal inoculation of soils from eroded topsequence. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 59:1086-1090.
- MOSSE, B. 1967. Effects of host nutrient status on mycorrhizal infection. Annual Report of the Rothamsted Experiment Station, p.79.
- MOSSE, B. 1973. Plant growth responses to vesicular- arbuscular mycorrhizae. IV. In soil given additional phosphate. *New Phytologist* 72:127-136.
- MOSSE, B. 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research for Tropic Agriculture. Research Bulletin, Hawai Institute of Tropical Agriculture and Human Sources. 82p.
- NUTTALL, W.F., BOSWELL, C.C., SINCLAIR, A.G., MOULIN, A.P., TOWNLEY-SMITH, L.J., and GALLOWAY, G.L. 1993. The effect of time of application and placement of sulphur fertilizer sources on yield of wheat , canola, and barley. *Commun.Soil Sci.Plant Anal.*, 24(17&18), 2193-2202.
- OATES, K.M., and KAMPRATH<sup>2</sup>, E.J.. 1985. Sulfur fertilization of winter wheat grown on deep sandy soils<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 925-927.
- OLSEN, S. R., WATANABLE, F.S.. 1954. A method to determine a phosphorous adsorption maximum for soils as measured by the langmuir isotherm. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:144-149.
- ORTAŞ, I., 1997. Mikoriza nedir? TUBİTAK dergisi. Ankara. Şubat 1997sayı351.

- ORTAŞ, İ. 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Adana.
- ORTAŞ, I., ORTAKÇI, D., and KAYA, Z., Various mycorrhizal fungi propagated on different hosts have different effect on citrus growth and nutrient uptake. *Communication Soil Science And Plant Analyses* (Basımda) (2002a).
- ORTAŞ, I., ORTAKÇI, D., KAYA, Z., ÇINAR, A., ÖNELGE, N., Mycorrhizal dependency of sour orange in relation to phosphorus and zinc nutrition. *J. Plant Nutrition* (Basımda). (2002 b).
- OZBEK, H., DINC, U., KAPUR, S.. 1974. Detailed basic survey and mapping of the soils of Cukurova University settlement area. C.U. Agricultural Faculty publications:73.
- PRATT, P.F., MORSE, H.H.. 1954. Potassium release from exchangeable and non-exchangeable forms in Ohio soils. Ohio Agricultural Experiment Station Research Bulletin 747.
- RAJ, J., BAGYARAJ, D.J., MANJUNATH, A. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and a phosphate-dissolving bacterium on plant growth and <sup>32</sup>P uptake. *Soil Biology and Biochemistry*. v.13(2) p.105-108.
- READ, D. 1993. Mycorrhizae. In *Tropical Soil Biology and Fertility*. (Eds. by Anderson, J.M. and Ingram, J.S.I.) C.A.B. International. UK.
- REHM, G.W. 2005. Sulfur management for corn growth with conservation tillage. *Soil Sci. Soc.Am.J.* vol.69, Iss.3; pg.709, 9 pgs.
- REHM, G.W., R.C. SORENSEN, and R.A. WIESE<sup>2</sup>. 1983. Application of phosphorous, potassium, and zinc to corn grown for grain or silage: nutrient concentration and uptake<sup>1</sup>. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:697-700.
- RHODES, L.H., GERDEMANN, J.W. 1978. Hypal translocation and uptake of sulphur by vesicular-arbuscular mycorrhizae of onion. *Soil Biology and Biochemistry*. v.10(5) p.355-360.
- RHODES, L.H., GERDEMANN, J.W. 1978. Influence of phosphorous nutrition on sulphur uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizae of onion. *Soil Biology and Biochemistry*. v. 10(5) p.361-364.

- ROSS, J.P. 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non-mycorrhizal soyabean. *Phytopathology* 61, 1400-1403.
- ROSS, J.P., and GILLIAM<sup>2</sup>, J.W. 1973. Effect of endogone mycorrhiza on phosphorous uptake by soybeans from inorganic phosphates<sup>1</sup>. *Soil Sci..Soc. Amer.Proc.*, vol. 37.
- SANDERS, F.E. and TINKER, P.B. 1973. Phosphate inflow into mycorrhizal roots. *Pesticide Science* 4, 385-395.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- SCHUBERT, A. and HAYMAN, D.S. 1978. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhizae. XVI. Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. *New Phytologist* 103:79-80.
- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Deuthsche Gesellschaft fur technishe Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- SIKORA, R.A. 1992. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 30: 245-270.
- SKINNER, M.F., BROWN, G.D. 1974. The uptake and translocation of phosphate by mycelial strands of pine mycorrhizas. *Soil Biology and Biochemistry*. 6:53-56.
- SMITH, S.E. and GIANINAZZI-PEARSON, V. 1988. Physiological interactions between symbionts vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology*, 39, 221-224.
- SMITH, S.E., JOHN, B.L., SMITH, F.A. and 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 phophorus nutrition. *New Phytologist*, 99, 211-227.
- Soil Survey Staff, 7. Approximation. 1969. U.S.D.A. Vas. Oc.
- STRIBLEY, D. 1987. Mineral nutrition. In *Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants*. (Ed). G.R. Safir pp. 59-69. CRC press. Boco Raton, FL.

- GUO, T., ZHANG, J., CHRISTIE, P. and LI, X. 2006. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and ammonium: nitrate ratios on growth and pungency of onion seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 29:1047-1059.
- TARAFDAR, J.C. and MARSHNER, H. 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and VA mycorrhizal wheat supplied with organic and inorganic phosphorus. *Soil Biology and Soil Biochemistry*, 26, 387-395.
- THOMPSON, J.P. 1991. Phosphorus nutrition of grain legumes in the semiarid tropics. In; Johansen, C., Lee, K.K., Sahrawat, K.L. (eds.). *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru, Andhra Pradesh 502324, India*.
- TINKER, P.B. 1975. The chemistry of phosphorus and effects on plant growth in Endomycorrhizas (Eds. Sanders, F.C., Mosse, B. and Tinker, P.B.). Academic Pres. London.
- TINKER, P.B. 1980. Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. In *The Role of Phosphorus in Agriculture* (Eds. Khasaweneh, F.E.et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.
- TRENT, J.D., SVEJCAR, T.J. and CHRISTENSEN, S. 1989. Effects of fumigation on growth, photosynthesis, water relations and mycorrhizal development of winter wheat in the field. *Canadian Journal of Plant Science*, 69, 535-40.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. USDA. No. 60.
- WEBER, E. 1992. Role of vesicular-arbuscular mycorrhizae in the mineral nutrition of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Northern Syria. Verlag Ulrich E. Grauer. Wendlingen.
- WERNER, V. D. 1987. *Pflanzliche und mikrobielle symbiosen*. George Thieme Verlag, Stuttgart. New York.
- WOLF, D.C., DAO, T.H., SCOTT, H.D. and LAVY, T.L. 1989. Influence of sterilization methods on selected soil microbiological, physical, and chemical properties. *J. Environment and Quality*. 16, 39-44.

- WRIGHT, D.P., SCHOLLES, J.D., READ, D.J. 1998. Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. *Plant Cell Environ.* 21:209-216.
- YASMIN N., BLAIR, G., and TILL, R. 2007. Effect of elemental sulfur, gypsum, and elemental sulfur coated fertilizers, on the availability of sulfur to rice. *Agronomy and Soil Science*, University of New England, Armidale, Australia.
- YIBIRIN, H., JOHNSON, J.W., and ECKERT, D.. 1996. Corn production as affected by daily fertilization with ammonium, nitrate, and phosphorous. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 60:512-518.
- ZHANG, J.J., and BARBER\*, S.A.. 1992. Maize root distribution between phosphorous-fertilized and unfertilized soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:819-822.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1969 yılında Muğla'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladıktan sonra 1988 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümünde lisans eğitime başladım ve 1992 yılında mezun oldum. 1995 yılında New Mexico State üniversitesinde yüksek lisans eğitime başladım ve 1998 yılında mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümüne Araş. Gör. olarak atandım. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümünde doktora eğitime başladım ve halen devam etmekteyim.