

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hasan PINAR**

**FARKLI YABANİ DOMATES VE BİBER GENOTİPLERİNİN  
MİKORİZAYA BAĞIMLILIKLARININ BELİRLENMESİ**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**

**ADANA 2009**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI YABANI DOMATES VE BİBER GENOTİPLERİNİN MİKORİZAYA  
BAĞIMLILIKLARININ BELİRLENMESİ**

**Hasan PINAR  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI**

Bu tez 29/12/2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

İmza.....  
Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ  
DANIŞMAN

İmza.....  
Doç. Dr. Bülent TORUN  
ÜYE

İmza.....  
Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA  
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Toprak Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.  
Kod No:

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür**

Bu Çalışma **Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi** Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF.2008.YL.2

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

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### FARKLI YABANI DOMATES VE BİBER GENOTİPLERİNİN MİKORİZAYA BAĞIMLILIKLARININ BELİRLENMESİ

Hasan PINAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK ANABİLİMDALI

**Danışman:** Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

**Yıl:** 2009, **Sayfa:** 147

**Jüri:** Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

Doç. Dr. Bülent TORUN

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

Bazı yabancı domates türlerine ait genotipler ile farklı biber genotiplerinin bazı büyüme ve gelişme parametreleri bakımından mikorizaya bağımlılığını tespit etmek amacıyla yapılan iki dönemlik çalışma yarı kontrollü cam sera koşullarında yürütülmüştür. Bitkiler 6 hafta süresince mikorizalı (*G. etunicatum*) ve mikorizasız olarak yetiştirilmişlerdir. Çalışmanın birinci döneminde 17 adet *C. annuum* L. türüne ait biber genotipi ve 6 adet farklı yabancı domates türlerine ait genotip ile 1 adet sanayilik ve 1 adet standart domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci döneminde ise birinci dönemde kullanılan genotiplerden oluşan 14 adet *C. annuum* L. türüne ait biber genotipleri ile 5 adet yabancı domates türlerine ait genotip, 1 adet sanayilik ve 1 adet standart domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan genotiplerde bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), toplam kuru ağırlık ölçümleri yapılmış ve aynı genotiplerde denemenin her iki döneminde de bitki yapraklarında P analizi yapılmıştır.

Biber genotiplerinin araştırma bulgularına göre, mikorizaya bağımlılık büyük bir varyasyon göstermiştir. Mikorizaya bağımlılık çalışmanın birinci döneminde % 39,04-83,96 ve ikinci döneminde % 20,90-56,83 arasında gerçekleşmiş olup, biber genotiplerinden A 300 ve A287 nolu genotipler en yüksek bağımlılığa sahip olmuşlardır. Biber genotiplerinde kök enfeksiyonu değerleri ise 1. dönemde ortalama % 48,04 2. dönemde ise % 47,68 olarak belirlenmiştir.

Domates genotiplerinden de mikorizaya bağımlılık varyasyon göstermiştir. Mikorizaya bağımlılık 1. dönemde % -25,03-53,17, 2. dönemde % -35,36-36,92 olarak gerçekleşmiş olup TA496 nolu genotip (*L. esculentum*, sanayilik domates) ve LA1589 (*L. pimpinellifolium*) her iki dönemde de en yüksek bağımlılığa sahip olmuşlardır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular hem biber genotipleri arasında hem de domates genotipleri arasında mikorizal bağımlılık bakımından varyasyon göstermiştir. Ayrıca biber ve domates genotipleri birlikte değerlendirildiğinde biberin domatese göre mikorizaya daha bağımlı olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgular ışığında mikorizaya bağımlılığı yüksek olan bireyler yeni biber ve domates çeşitlerinin geliştirilmesinde ıslah materyali olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, biber, mikoriza, bağımlılık

## ABSTRACT

### MSc THESIS

# SCREENING OF MYCORRHIZA DEPENDENCY OF DIFFERENT WILD TOMATO AND PEPPER GENOTYPES

Hasan PINAR

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Süpervisor: Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

Year:2009, Page: 147

Jury: Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ

Doç. Dr. Bülent TORUN

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

This study was conducted for the purpose of screen of mycorrhizae dependency of some tomato genotypes that belong to different wild tomato species and different pepper genotypes with respect to some growth and development characteristics under glasshouse at two period. Plants were grown with mycorrhizae (*G. etunicatum*) and without mycorrhizae during 6 weeks. During the first period of study, 17 pepper genotypes (*C. annuum L.*), 6 tomato genotypes which belong to wild tomato species, one industrial tomatoes cultivar and one standart tomatoes cultivar were used. During the second period of study, 14 pepper genotypes (same with first period), 5 wild tomatoes genotypes, one industrial tomato cultivar and 1 standart tomato cultivars were used. Plant height (cm), shoot dry weight (g), root dried weight (g) and total plant dry weight (g) of tomato and pepper genotypes were measured and shoot P content were analyzed.

Mycorrhizal dependency showed a signifiant variation between genotypes in pepper genotypes. Mycorrhizal dependency was obtained as 39,04-83,96 % during the first period of study and it was 20,90-56,83 % during the second period of study. A300 and A287 numbered genotypes had the highest mycorrhizal dependency. Root mycorrhizal infection ratios were determined as average 48,04 % during the first period, during the second period as 47,68 %.

Tomato genotypes also have signifiant variation in mycorrhizal dependency. Mycorrhizal dependency was obtained as -25,03-53,17 % at first period and as -35,36-36,92 % at second period. TA496 (industrial cultivar) numbered genotip and LA 1589 (*L. pimpinellifolium*) had the highest mycorrhizal dependency for two periods.

Datas obtained from this study showed that there are a signifiant variation with regard to mycorrhizal dependency among pepper and tomato genotypes. In addition, pepper plants are more dependent to mycorrhizae than tomato as this study. As this results, genotypes that have to high mycorrhizal dependency can used as breeding material to improve new cultivar.

**Key Words:** Tomato, pepper, mycorrhizae, dependency

## TEŞEKKÜR

Öncelikle değerli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ'a, çalışmada kullanılan domates genotiplerini sağladığı için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Başkanı sayın Doç. Dr. Sami DOĞANLAR'a, Dr. Nedim MUTLU'ya, hem biber mataryellerinin temininde hem de diğer bilimsel çalışmalarda her türlü desteğini esirgemeyen Dr. Davut KELEŞ'e, çalışma boyunca hep yanımda yer alan arkadaşım Atilla ATA'ya, Laboratuvar personeline ve istatistiki analizler konusunda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Veysel ARAS'a, Dr.Cenap YILMAZ'a ve Dr. Aydın UZUN'a desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Yine çalışmanın başından sonuna kadar her türlü desteğini esirgemeyen Ar.Gör. Çağdaş AKPINAR'a, arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Kemal DOĞAN'a, denemenin kurulması ve analizlerin yapılmasında sürekli yol gösteren Dr.Ayhan AYDIN'a, arazi işlerinin büyük çoğunluğunu birlikte yürüttüğüm Oktay DURU'ya İhsan CANAN'a, idari ve kişisel olarak sürekli desteklerini gördüğüm Enstitü Müdürü Şekip KESER ve İdari Müdür Yardımcısı ve arkadaşım Mustafa BİRCAN'a, tez projemi destekleyen TAGEM ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

İslah ve Genetik Şubesi personeline, yüksek lisans eğitim boyunca her türlü fedakarlıktan kaçınmadan destek veren eşim Handan ve çocuklarım Mustafa Kaan ve Yağız Batu'ya ve katkıda bulunan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	XII
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Mikoriza .....	7
2.1.1. Mikorizanın Ekolojisi ve Yayılması .....	7
2.1.2. Mikorizanın Fizyolojisi .....	8
2.1.3. Doğal Mikoriza Potansiyeli .....	9
2.1.4. Mikorizanın Diğer Toprak Mikroorganizmaları İle İlişkisi.....	10
2.1.5. Mikorizanın Önemi .....	10
2.1.6. Mikorizanın Besin Maddesi Alımındaki Önemi .....	12
2.1.7. Mikoriza ve Fosfor Alımı .....	14
2.1.8. Mikorizanın Diğer İşlevleri .....	18
2.2. Mikorizaya Bağımlılık .....	22
2.3. Domates Bitkisinin Önemi .....	30
2.3.1. Mikoriza-Domates İlişkisi .....	31
2.3.2. Domates genotipleri ile ilgili çalışmalar.....	38
2.4. Biber Bitkisinin Önemi .....	39
2.4.1. Mikoriza-Biber İlişkisi .....	40
2.4.2. Biber genotipleri ile ilgili çalışmalar.....	43
3. MATERYAL VE METOT.....	46
3.1. Materyal.....	46
3.1.1. Denemede Kullanılan Genotipler.....	46
3.1.2. Deneme Yeri ve Yılı .....	48
3.1.3. Fide Yetiştirme.....	48
3.1.4. Yetiştirme Ortamı.....	48
3.1.5. Mikoriza Türü .....	49
3.2. Metot .....	49

3.2.1. Yetiştirme Ortamının Sterilizasyonu .....	49
3.2.2. Saksıların Dezenfeksiyonu .....	50
3.2.3. Deneme Deseni.....	50
3.2.4. Büyütme Ortamı .....	50
3.2.5. Mikoriza Uygulaması.....	50
3.2.6. Bitkilerin Hasat Edilmesi ve Hasat Sonrası Yapılan İşlemler .....	51
3.2.7. Hasatta İncelenen Özellikler.....	51
3.2.8. Mikorizaya Bağımlılığın Belirlenmesi .....	51
3.2.9. İnfeksiyon Oranının Belirlenmesi .....	52
3.2.10. Bitki Analizleri .....	52
3.2.11. Toprak Analizleri.....	52
3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi .....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	54
4.1. Biber Genotiplerinin Mikorizal Bağımlılık Bakımından İncelenmesi.....	54
4.1.1. Biber I.Dönem Bulguları .....	54
4.1.1.1. Kök Kuru Madde Ağırlığı.....	55
4.1.1.2. Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı .....	57
4.1.1.3. Toplam Kuru Madde Ağırlığı .....	59
4.1.1.4. Mikorizaya Bağımlılık .....	61
4.1.1.5. Kök İnfeksiyonu .....	64
4.1.1.6. Bitki Boyu .....	66
4.1.1.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu .....	67
4.1.1.8. Biber II. Dönem Bulguları .....	69
4.1.1.9. Kök Kuru Madde Ağırlığı.....	69
4.1.1.10. Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı.....	71
4.1.1.11. Bitki Boyu .....	73
4.1.1.12. Toplam Kuru Madde Ağırlığı.....	75
4.1.1.13. Mikorizaya Bağımlılık .....	78
4.1.1.14. Kök İnfeksiyonu .....	80
4.1.1.15. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu .....	82
4.1.1.16. Domates Genotiplerinin Mikorizal Bağımlılık Bakımından İncelenmesi .....	84
4.1.2. Domates I. Dönem Bulguları .....	84

4.1.2.1. Bitki Boyu .....	84
4.1.2.2. Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı .....	86
4.1.2.3. Kök Kuru Madde Ağırlığı.....	88
4.1.2.4. Toplam Kuru Madde Ağırlığı .....	89
4.1.2.5. Mikorizaya Bağımlılık .....	91
4.1.2.6. Kök İnfeksiyonu .....	93
4.1.2.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu .....	95
4.1.3. Domates II. Dönem Bulguları .....	97
4.1.3.1. Bitki Boyu .....	97
4.1.3.2. Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı .....	99
4.1.3.3. Kök Kuru Madde Ağırlığı.....	101
4.1.3.4. Toplam Kuru Madde Ağırlığı .....	102
4.1.3.5. Mikorizaya Bağımlılık .....	104
4.1.3.6. Kök İnfeksiyonu .....	107
4.1.3.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu .....	109
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	111
KAYNAKLAR.....	117
ÖZGEÇMİŞ .....	142
EKLER .....	143



## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 3.1 Denemelerde Mikorizaya Bağımlılığı İncelenene Domates Genotipleri	46
Çizelge 3.2 Denemelerde Mikorizaya Bağımlılığı İncelenen Biber Genotipleri.....	47
Çizelge 3.3 Yetiştirme Ortamının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	48
Çizelge 4.1 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki).....	56
Çizelge 4.2 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki).....	59
Çizelge 4.3 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler ..	61
Çizelge 4.4 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%).....	63
Çizelge .4.5 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	65
Çizelge .4.6 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm/bitki).....	67
Çizelge .4.7 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (%).....	69
Çizelge .4.8 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g).....	71
Çizelge .4.9 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g).....	73
Çizelge .4.10 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm).....	74
Çizelge .4.11 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler ..	77
Çizelge .4.12 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%).....	79
Çizelge .4.13 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	81

Çizelge .4.14 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	84
Çizelge .4.15 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm).....	86
Çizelge 4.16 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki).....	88
Çizelge 4.17. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g).....	89
Çizelge .4.18 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler ..	91
Çizelge 4.19 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%) .....	93
Çizelge 4.20 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	94
Çizelge .4.21 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	97
Çizelge .4.22 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm).....	98
Çizelge .4.23 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g).....	100
Çizelge .4.24 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g).....	102
Çizelge .4.25 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler	104
Çizelge. 4.26 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%) .....	106
Çizelge .4.27 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	108
Çizelge .4.28 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%).....	110

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 3.1 Denemeden Genel Bir Görünüm .....	47
Şekil 4.1. A287 nolu biber genotipinin genel bir görünümü .....	57
Şekil . 4.2 Farklı Biber genotiplerinin Mikorizaya Bağlılık Oranları .....	63
Şekil 4.3 Farklı Biber genotiplerinin Kök Enfeksiyonu Oranları (%).....	65
Şekil 4.4 A300 Nolu Biber Genotipinin Genel Bir Görünümü.....	75
Şekil .4.5 Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağlılık Oranları .....	80
Şekil .4.6 Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonu Oranları (%).....	82
Şekil 4.7 Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağlılık Oranları (%).....	93
Şekil 4.8 Mikoriza Aşıl原因mış Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyon Oranları (%) .....	95
Şekil 4.9 Mikoriza Aşıl原因lanan Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağlılık Oranları .....	106
Şekil 4.10. LO 6176 Nolu Domates Genotipinden Genel Bir Görünüm.....	107
Şekil 4.11 Mikoriza Aşıl原因lanan Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonu Oranları .	108

## EKLER DİZİNİ

EK 1. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	143
EK 2. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Yeşil Aksam Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	143
EK 3. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	143
EK 4. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	143
EK 5. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	144
EK 6. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	144
EK 7. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	144
EK 8. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	144
EK 9. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	145
EK 10. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	145
EK 11. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	145
EK 12. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	145
EK 13. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	146
EK 14. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	146
EK 15. Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	146

EK 16. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	146
EK 17. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	147
EK 18. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	147
EK 19. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	147
EK 20. Mikoriza Uygulanan Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları1.....	147

## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
µm	: Mili-mikron
AMF	: Arbusköl mikoriza
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
G	: Gram
K	: Potasyum
KOH	: Potasyum hidroksit
+M	: Mikorizalı
-M	: Mikorizasız
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
N	: Azot
NH <sub>4</sub>	: Amonyum
O.M.	: Organik Madde
P	: Fosfor
pH	: Asidik-alkalilik faktörü
S	: Kükürt
VAM	: Vesicular-arbuskular mikoriza
Zn	: Çinko
ZnSO <sub>4</sub>	: Çinko sülfat

**1. GİRİŞ**

Dünyada artan nüfusa paralel olarak artan gıda talebi bilim adamlarını daha yüksek verimli bitki çeşitleri üzerinde çalışmaya yöneltmiştir. Daha verimli çeşitlerin üretime girmesiyle verim artışına paralel olarak tarımsal girdilerde artmaktadır. Bu girdilerin başında inorganik gübreler ve kimyasal ilaçlar gelmektedir. Yüksek verimi hedefleyen tarımsal üretim teknikleri beraberinde yüksek miktarda kimyasal gübre uygulamaları ile toprak ve çevre kirliliğini getirmekte, bunun sonucu olarak toprak verimliliği düşmeye başlamakta ve uygulanan fazla kimyasalların yıkanarak yeraltı sularına geçmesiyle çevre ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmektedir. Bugün dünyanın özündeki en ciddi sorun tarıma dayalı çevre kirliliği ve dolayısıyla toplumun sağlığının bozulmasıdır. Bozulan toprak kalitesi ve bitki sağlığının yeniden sağlanması sürdürülebilir tarımın insanın sağlığını istenilen düzeye getirmesi için geleneksel tarım teknikleri yerine ekolojik tarım ilkeleri benimsenmektedir. Bunun için organik kökenli gübreler yanında topraktaki yararlı mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır. Bunların başında mikoriza mantarları gelmektedir.

Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alınımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı düşünülmekteydi. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementleri alınımının, köklerin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, birim cm kök uzunluğu başına yüzlerce metre uzunluğunda hif üreten bazı mantar türleri tarafından yapıldığı ortaya çıkarılmıştır (Koide, 1991; Ortaş, 1996 ve 1997; Smith ve Read, 1997; Ortaş, 2008).

Mikorizal kolonizasyonun bitkilere sağladığı bitki besin elementlerinden dolayı birçok bitki türünün büyüme ve gelişmesinde etkili olduğu bilinmektedir (Cavagnaro ve ark. 2006; Singh ve ark. 2008; Ortaş ve Varma, 2008 ). Ayrıca bitkileri abiyotik stres koşullarına karşı (kuraklık, tuz, ağır metal v.b.) koruduğu (Ruiz-Lozano, 2003; Boomsma ve Vyn, 2008), fotosentez oranında artışa neden olduğu, ikincil metabolitlerin üretiminde ve stres koşullarında bitkiyi korumak için enzim seviyelerinde artış meydana getirdiği (Wuand ve Xia, 2006), toprak kökenli zararlılara

karşı dayanıklılığı artırdığı (Pozo ve Azcon-Aguilar 2007) çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir. Bunların yanında toprağın fiziksel yapısına olan olumlu etkisi bilinmektedir (Gohre ve Paszkouzki, 2006).

Mikorizanın başta fosfor olmak üzere aynı zamanda çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe), kalsiyum (Ca), potasyum (K), azot (N)'un bitkiler tarafından alımında etkili olduğu (Tinker, 1980; Ames ve ark., 1983; Smith ve ark., 1985; Stribley, 1987; Gnekow, ve Marschner, 1989; Marschner, 1995; Ortaş ve ark. 2002a ve b; Atul-Nayyar ve ark. 2009; Cardoso and Kuyper, 2006; Meding and Zasoski, 2008) ve kontrollü koşullarda çinko içeriğini 3-5 kat ve bakır içeriklerini 2,5 kat arttırdığı belirlenmiştir (Li ve ark., 1991; Marshner ve ark. 1993).

Bunların yanında mikorizanın daha etkin su kullanımı için hifleri aracılığı ile bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan su temin ederek bitkinin su stresine dayanıklılığını arttırdığı rapor edilmiştir (Drüge ve Schönbeck, 1992).

Diğer bir çok bitki tür ve çeşitlerinde olduğu gibi sebzelerde mikoriza ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Sebzeler içerisinde en fazla üretimi ve tüketimi yapılan ürünlerin başında domates ve biber olup FAO (2008)'ya göre dünya sebze üretimi 916 milyon tondur. Türkiye ise 27 milyon ton sebze üretimi ile 4. Sırada yer almakta ve üretiminin büyük çoğunluğunu ihraç etmektedir. Üretilen sebze miktarlarında domates birinci sırada, biber ikinci sırada bulunmakta ve bunları hıyar ve patlıcan izlemektedir (Anonim,2008). Domates ve biber ülkemizin iç tüketimi ve ihracatı bakımından stratejik ürünler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla bu iki ürün üzerinde bilimsel çalışmalar yürütmek büyük önem arz etmektedir.

Diğer bitkisel üretimlerde olduğu gibi domates ve biber yetiştiriciliğinde de bir çok ekolojik sorun mevcuttur. Başlıca sorunlar bölgesel olarak düşük ve yüksek sıcaklık, hastalık ve zararlılar, verim, kalite ile birlikte bitki besleme sorunlarıdır. Bu konuda yürütülen araştırmaların temelinde daha az girdi ile çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden istenen düzeyde ve kalitede ürün yetiştirmek yatmaktadır. Mikorizal yaşam ile ilgili çalışmaların yukarıda bahsedilen sorunları azaltmaya yönelik bir alternatif olabileceği beklenilmektedir.

Bugüne kadar mikorizanın domates ve biber ile olan ilişkisi ve mikorizanın söz konusu bitkilerin büyüme ve gelişmesiyle ilgili çalışmalar yürütülmüş olup bir çok



olumlu sonuç ortaya konmuştur. Domatesin köklerinde % 28,1 biberin köklerinde ise % 46,7 oranında mikoriza kolonizasyonu olduğu bildirilmektedir (Demir, 2001). Mikorizanın domateste yüksek tuzluluk, kuraklık, ağır metal gibi abiyotik stres koşullarına tolerans (Ghazi, 2001, Subramanian, 2006), *fusarium*, *nematod*, *phytphthora*, *Alternaria solani* ve *Verticillum* gibi biyotik stres koşullarına dayanım (Singh ve ark., 1990, Akköprü ve Demir 2005; Akköprü ve ark. 2005; Utkhede, 2006; Fritz, 2006; Lioussanne, 2009 ) sağladığı, besin elementlerin alımındaki artışa neden olduğu (El Shanshoury ve ark., 1989; Waterer ve Coltman, 1989; Poulton ve ark. 2001; Ortaş ve ark. 2003) çeşitli araştırmacıların çalışmalarıyla rapor edilmiştir.

Biberde ise yine yüksek tuzlu koşullara (Türkmen ve ark. 2005; Kaya ve ark. 2009), *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanımı arttırdığı (Zheng ve ark., 2004) ve yine domateste olduğu gibi bitki besin elementlerinin özellikle toprak fosforun bitkiye taşınmasında etkin rolü bilinmektedir (Tofino ve ark. 1998; Krikun ve ark. 1990).

Bir tarım ülkesi olan ülkemiz yurtdışından petrolden sonra en fazla kimyasal madde alımını gübrede yapmaktadır. Kimyasal gübrelerin pahalı olması, doğal kaynakların azalması ve kullanılan kimyasal gübrelerin tarıma dayalı çevreyi olumsuz etkilediğinden dolayı, son yıllarda bitkilerin doğal beslenme mekanizmaları ve yöntemleri üzerinde yoğun çalışmalar yürütülmektedir (Yücel, 2007).

İnorganik gübrelere alternatif olarak organik kökenli gübrelerin kullanılması hem çevrenin kirlenmesi hem ülke içerisindeki kaynakların kullanılarak dışa bağımlılığın azalması bakımından önemlidir. Fakat son yıllarda doğal gübre kaynaklarının azalması, biyolojik ve ekolojik gübrelerin kullanılmasını ön plana çıkarmaktadır. Mikorizal mantarda hem bitki beslenmesi hemde abiyotik ve biyotik streslere karşı olumlu etkisinden dolayı alternatif biyolojik gübre olarak düşünülebilir.

Tarım biliminde bitki besleme, fizyoloji, genetik ve ıslah çalışmalarının birlikte ele alınması ve istenilen özelliklerin tespit edilerek bu özelliklerin diğer bitki çeşitlerine aktarılması bilimsel çalışmaların hedefleri arasında yer almaktadır.

Bitki genotiplerinin farklı ortamlara adaptasyonu, gelişimi ve besin elementlerini almalarının çevresel faktörler kadar genotipik özelliklerinde etkisi

altında olduğu bilinmektedir. Genotipsel farklılıklardan birisinde bitkilerin kök farklılaşması ve besin elementi alım kapasiteleri ile ilgilidir. Ancak bitkilerin besin elementi alım kapasitesinin farklılığının mikoriza mantarına bağlı olarak doğrudan etkileniyor olması bitki genotiplerinin farklılıkları ile mikoriza arasındaki ilişkinin sorgulanmasını gündeme taşımaktadır. Yapılan çalışmalar bitkilerin bir kısmının yüksek derecede mikorizaya bağımlılık gösterdiği bazısında bağımlılık göstermediği bilinmektedir (Plenchette, 1983; Ortaş, 2003).

Bir çok bitki türünde ve hatta aynı tür içerisinde mikorizanın etkinliğinin farklı olabildiği belirlenmiştir (Krishhna ve ark. 1985; Sreennivasa ve Rajashekara, 1989). Altı turuncuğil çeşidi arasında (Merge ve ark.1978), farklı tarla bitkilerinde (Tawaraya, 2003), tarımsal orman bitkilerinde (Khasa ve ark., 1992), mısır ve soya fasulyesi çeşitlerinde (Khalil ve ark., 1994; Ortaş, 2003), farklı muz çeşitlerinde (Declerck ve ark. 1995; Elsen ve ark. 2003), buğdayda (Qing ve ark. 2001; Hetrick ve ark. 1995; Yücel, 2007; Yücel ve ark., 2009) tatlı patates çeşitlerinde (Dare ve ark., 2008) ve biberde (Sensoy, 2007) yapılan çalışmalarla genotipler arasında mikorizaya bağımlılık bakımından varyasyonun olduğu bildirilmiştir. Yine Ortaş ve ark. 2002a,b narenciyenin mikorizaya bağımlı olduğunu belirlemişlerdir. Bitki beslenmesi ve birçok stres faktörüne karşı bitkiyi koruması açısından değerlendirildiğinde mikorizanın bu özelliklerini daha etkin kullanmak bitkisel üretim ve toprak verimliliğinin korunması (sürdürülebilirlik) bakımından büyük önem taşımaktadır.

Birçok kültür bitkisinin evrim sürecinde, gerek bitki ıslahçıları gerek çiftçiler tarafından yapılan yoğun seleksiyon baskısı sonucunda populasyon hacminin daralması ve tür içi ve türler arası genetik çeşitliliğin azalması bitki verimliliğini sınırlar düzeye gelmiştir. Genetik erezyona neden olan bu faktörler gen havuzunu ciddi bir şekilde daraltmıştır. Bunun nihai sonucu olarak kültür çeşitleri birçok çevresel faktörlere, hastalık ve zararlılara duyarlı hale gelmişlerdir (Yücel 2007). Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak yada en aza indirmek için, yabani ve kültür formlarının birlikte ele alınarak geniş bir gen havuzu oluşturarak ıslah programlarını yönlendirmek büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda ülkemizde önemli bir dikim alanı bulan domates ve biber bitkileri için bilimsel araştırma önem arz etmektedir.

Islah çalışmalarına biyoteknolojinin de katılımıyla birçok abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık belirlenerek bu dayanıklılık melezleme programlarında kullanılmaktadır. Mikorizaya bağımlılık bakımından üstün bireylerin tespit edilerek bu özelliklerin melezleme programlarında kullanılması ve bu özelliğin başka bir çeşide kazandırılması ile bitkinin daha az besin elementi ve su ile daha yüksek ve kaliteli verim verebilme potansiyeli olabilecektir. Bunu sağlayabilmek ve daha kısa zamanda sonuç alabilmek için türler arası melezlerden gelen genetik haritalaması yapılmış populasyonların yabani ebebeylerinin ve saf hatların kullanılması önem arz etmektedir. Genotipler arasında varsa bir varyasyon bu varyasyonu ıslahçılar geri melezlemeyle istedikleri çeşide aktarabilirler. Özellikle yabani domates türlerine ait genotipler ve kültür formları arasında yapılan melezlemelerden elde edilen populasyonlarda çok iyi genetik harita oluşturulmuş durumdadır (Foolad, 2007). Mikorizaya cevap verdiği takdirde bunlardan elde edilen populasyon yine mikoriza ile taranarak mikorizaya cevap veren genetik bölgenin hangi kromozomda olduğunu tespit etmek mümkün olacaktır. Böyle bir durum bu genetik bölgenin moleküler işaretlemeyle kullanılarak takip edilmesi ve moleküler ıslah amaçlı kullanılmasının önünü açacaktır. Genetik haritası bulunmayan biber ve domates genotipinde mikoriza bağımlılığın tespit edilmesi halinde bağımlılık göstermeyen bir genotiple melezlemeden elde edilecek populasyon kullanılarak bağımlılığın kalıtımı ve bağımlılık oluşturulan genetik bölgenin tespiti mümkün olabilecektir.

Mikorizaya bağımlılığın belirlenmesi, bu bağımlılığın hem ıslah programlarında hem de kültürel uygulamalarda kullanılması artan çevre kirliliği ve ekolojik dengeler bakımından önem arz etmektedir. Dolayısıyla mikoriza-bitki beslenmesi küresel iklim faktörlerine karşı önemli bir faktör olarak bilimsel çalışmada yerini alabilecektir.

Bitkilerin verim ve meyve kalitesinin yanında abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılıklarına ilişkin ıslah programları yoğun bir şekilde devam etmesi ile birlikte bitkinin beslenmesi ve mikoriza-bitki arasındaki karşılıklı ilişkiye yönelik çalışmalarda son yıllarda hız kazanmaya başlamıştır. Özellikle konuyla ilgili olarak biber ve domates hakkında çalışmaların sınırlı olması,

ülkemizde ise çok az çalışmanın olması bu konunun gündeme getirilmesi açısından önemlidir.

Bu araştırma; bazı farklı domates genotiplerinde (türler arası melezlerden gelen genetik haritalaması yapılmış domates populasyonların yabani ebebeyleri ve bazı kültürü yapılan domates genotipleri) ve biber (*C. annuum L.*) genotiplerinde genetik varyasyonun belirlenmesi için mikorizaya bağımlılığın ön taramayla kontrol edilmesi, bitki besin elementleri ve bazı özellikler bakımından mikorizanın etkinliğinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür.

## **2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Mikoriza**

Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alınımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı sanılıyordu. Fakat son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, çok miktarda hif üreten mantar türleri tarafından alındığını ortaya koymuştur (Ortaş, 1997).

Mikoriza botanik olarak, toprak kökenli mantarlarla yüksek bitkilerin kökleri arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişkidir (Koide, 1991; Marschner, 1995; George ve Marschner, 1996). Mikoriza bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Mikoriza kelimesi kök mantarı anlamındadır (Yunanca'dan mykes [mantar] ve rhiza [kök] kelimelerinden 1885 yılında Frank tarafından türetilmiştir) ve iki farklı oluşumun birleşerek bitkinin mantarı, mantarın da bitkiyi beslediği tek bir morfolojik organ oluşumunu tanımlamaktadır (Smith ve Read 1997).

#### **2.1.1. Mikorizanın Ekolojisi ve Yayılması**

AMF mikoriza mantarları doğal olarak yer yüzeyinde bulunmaktadırlar. Fakat bazı mikoriza türleri bir çok kıtada hakim olarak bulunmaktadırlar. Mikorizal mantarın aktif ve pasif olarak bir kıtadan başka bir kıtaya taşındıkları iddia edilmektedir. Aktif olarak toprakta misellerin gelişmesi ile taşınırken, pasif olarak rüzgar, su ve diğer toprak organizmaları tarafından yayılmaktadır. Fosil kayıtları bitkilerin hücrelerinde arbüsküler mikoriza enfeksiyonuna benzer bulguların 410-360 milyon yıl öncesine kadar dayandığını göstermektedir (Simon ve ark., 1993; Remy ve ark., 1994).

Kum kültüründe ve dezenfekte edilmiş ortamda yapılan araştırmada mikorizaların yılda 0.43 metre yayıldıkları gözlenmiştir. Ayrıca Powell (1981)

mikoriza türlerinin yayılma hızlarının birbirlerinden farklı olduklarını belirtmiştir. Yayılma hızı mikorizalı bitkilerin olduğu ortamda yavaşlarken mikorizasız bitki ortamında daha hızlı olmuştur.

Bitki çeşitleri de mikoriza mantarlarının yayılmasında farklılıklar oluşturmaktadır. Bitki kök yoğunluğu da mikorizanın yayılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Smith ve ark., (1985) tarafından kök yoğunluğu arttığı zaman mikoriza mantarlarının yayılma hızının azaldığı rapor edilmiştir.

Yüksek derecede mikoriza mantarlarının yayılmasının (1.5 - 3.5 m/yıl) toprak kökenli organizmalar tarafından sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca toprakların verimlilik koşulları, mevsimsel değişimler, nem, sıcaklık ve mikrobiyal aktiviteler mikorizanın yayılma hızını etkilemektedir. Mantarların yayılma hızı matematiksel olarak belirlenmeye çalışılmaktadır (Smith ve Walker, 1981).

Arbüsküler mikoriza mantarlarının genelde kök büyüme yönünde yayıldıkları tespit edilmiştir. Büyüme yönü büyük ihtimale sporlar için enerji ve hiflerin büyümesi için ortam sağlamaktadır.

### **2.1.2. Mikorizanın Fizyolojisi**

Mikoriza mantarı sporlarının saf kültür olarak teknolojik olarak üretiminin mümkün olmayışı nedeniyle konukçu bitkiye mutlak bağımlı olarak çoğalmaktadır. Mikoriza mantarlarının spor misellerinin (hiflerinin) konukçu bitkilerin kökleri ile birleşmesi ile infeksiyon gerçekleşir ve bunu takiben spor oluşumu gerçekleşir. Bitki çeşidine ve yoğunluğuna göre 1 kg toprakta 10-20 bin kadar spor bulunabilir. Genelde mera alanlarında ve tarım dışı alanlardaki spor sayısı tarım topraklarından daha fazladır (Ortaş ve ark., 2000, 2001 ve 2002). Topraktaki mikoriza sporları aynı şekilde diğer mikroorganizmaların kantitatif ve kalitatif özelliklerini etkilemektedir.

**2.1.3. Doğal Mikoriza Potansiyeli**

Doğal mikorizanın topraktaki konsantrasyonu çoğunlukla tarım pratiğinin uygulandığı ve uygulanmadığı alanlarda bitki örtüsü ve kanopisinin büyüklüğü ile korele edilmiştir. Michelsen ve Rosendahl (1988) bitki örtüsü ile mikoriza infeksiyonu arasında bir ilişkinin varlığını Somali’de yürüttükleri araştırmada belirlemişlerdir. En düşük mikorizanın varlığı ve daha az etkin mikorizalar bozulmuş, hayvanlar tarafından otlanmış ve sürülmüş alanlarda bulunmuştur. Vejetasyonun bozulması mikorizanın varlığını ve etkinliğini en fazla gerileyen faktör olarak öne çıkmaktadır. Çünkü AMF mikoriza fotosentez yapan bitkiye bağımlı olduğundan fotosentezin olmaması veya eksik gerçekleşmesi mikorizanın oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Toprakların verimlilik düzeyi ve yetersiz tarım pratikleri sayesinde bitki örtüsü yeterince gelişmeyeceği için mikoriza sporlarının oluşumu istenildiği gibi olmayabilmektedir. Sieverding (1991), Kolombiya koşullarında savana topraklarında elde edilen mikoriza sporlarının iyi yönetilmiş kassava veya sera ortamında çoğaltılan spora göre küçük ve cılız olduğunu belirlemiştir. Genelde savana topraklarının kumlu olması nedeniyle vejetasyonun susuz kalması spor yoğunluğu ve şeklinin küçük olması toprak tekstürünün indirekt olarak mikoriza sporlarının oluşumuna etki edebileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Düşük tarımsal girdilerin uygulandığı alanlarda gübre ve yabancı ot ilacı ve insektisit kullanımı sınırlayıcı olduğunda, mikoriza oluşumu genelde yüksektir. Fakat yoğun tarımın yapıldığı ve birim alandan yüksek verimin alındığı alanlarda yüksek tarım girdileri uygulandığından bu bölgelerde genelde tek bitki yetiştirilmekte ve buralarda daha çok mikorizaya az bağımlılık duyan bitkiler ekilmektedir. Bu bitkilerin ekildiği alanlarda daha az mikoriza sporu oluşmaktadır. Bu ve benzeri uygulamaların olduğu alanlarda mikoriza oluşumu az olduğu için biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitki verimi düşük olmaktadır (Dehne, 1982).

**2.1.4. Mikorizanın Diğer Toprak Mikroorganizmaları İle İlişkisi**

Arbüsküler mikoriza kök salgılarını direkt etkilediği için bunun sonucu olarak parazitik, saprofitik ve yararlı mikroorganizmaların rizosferdeki varlıklarını etkilemesi beklenilmektedir. Bunlardan kök patojeni kontrolünde kullanılan biyolojik kontrol ajanı olarak fluorescent pseudomonadsin VA mikorizalı bitkinin rizosferinde artmaktadır (Meyer ve Linderman, 1986). Bitki türleri yalnız beslenme yönünden değil aynı zamanda biyolojik stres durumlarında da mikorizadan yararlanmaktadır.

Bazı toprak altı canlıları tarafından mikoriza hiflerinin yenilmesi ve diğer organizmalar da antogonistik etki yaratarak infeksiyon oluşumunu engellemektedirler.

Solucan ve malç uygulamasının mikoriza mantarı ve mısır bitkilerinin azot alımı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada solucan ve malç uygulamalarının mikoriza kolonizasyonunu azalttığı, solucanın bitki ve kök büyümesine etkisinin olmadığı, malç uygulamasının bitki kök ve toprak üstü aksamına önemli etkisinin olduğunu, malç uygulamalarının mısır bitkilerinde N konsantrasyonunu artırdığı rapor edilmiştir (Ortiz ve ark., 2007).

**2.1.5. Mikorizanın Önemi**

Arbüsküler mikoriza mantarları sadece toprak verimliliğinin ana unsurlarından birisi değil, aynı zamanda üst toprak katmanına fazla oranda katkıda bulunması nedeniyle toprak biyolojik aktivitesinin gelişmesinde çok önemli derecede rol üstlenmektedir. Arbüsküler mikoriza kuru mikoriza kütlelerinin % 20'sini (Bethlenfalvay ve ark., 1982) oluşturmaktadır. Bu da toprak mikrofauna ve mikroflorasının % 25'ine karşılık gelmektedir. Arbüsküler mikoriza mantarları omurgasızlar, bitki patojenleri ve rizobium, serbest yaşayan diğer azot bağlayıcıları ve ayrıştırıcılar gibi tüm toprak mikroorganizmaları ile karşılıklı ilişkide bulunurlar (Paulitz ve Linderman, 1991).

Rizosferde çok geniş bir mikroorganizma topluluğu olduğu ve besin alımı için yarış içinde oldukları bilinen olgulardır. Genelde mikorizal infeksiyonun steril



topraklarda daha başarılı bir şekilde infekte olmasının nedeni çoğunlukla diğer mikro organizmalarla olan yarış ile direkt ilgilidir. Hatta mikoriza türleri arasında da besin elementi alımı yönünde yarış olduğu rapor edilmektedir (Linderman, 1988). Genel bir kural olarak mikoriza ile ilgili çalışmalarda topraklardaki doğal mikorizal mantarlar sterilizasyon yöntemleri ile elimine edilir ve yeniden mikoriza inokülasyonu ile infekte edilir (Ortaş ve Haris 1996). Çoğu zaman bazı bitkiler toprak sterilizasyonunun ardından yetiştirilmeleri sırasında şiddetli derecede besin elementi noksanlığı göstermektedir. Plenchette ve ark. (1983), steril edilmiş ve edilmemiş koşullara aşıl原因an mikorizanın değişik sebze türlerinin büyümesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, steril edildikten sonra mikoriza aşıl原因an bazı sebze türlerinin steril edilmeyen koşullarda yetişen türlere yakın bir gelişme gösterdiklerini, steril edilen topraklarda ise büyük bir verim düşüşünün meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Mikoriza ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu sera koşullarında ve kontrollü koşullarda yapılmıştır. Tarla koşullarında elde edilen az sayıdaki deneme sonuçları saksı koşullarındaki kadar arzulanan ölçüde sonuç vermediği görülmektedir. Bunun nedeni ise doğal ortamda çok sayıda kontrol edilemeyen faktörün olması ve bu durumda etkin bir mikoriza infeksiyonu ve gelişimi sağlanamamasıdır. Temelde diğer organizmaların antogonistik etkisinin yanında açık arazide mikoriza ekolojisinin iyi yönetilememesi, inokülasyon tekniğindeki sınırlayıcı faktörler olarak sıralanabilir.

Harley ve Smith (1983) bitki kökünün çevresindeki topraktan bitki besin maddeleri alma yeteneğini belirleyen anahtar faktörlerden birisinin uygun mikoriza mantarları ile ortaklık kurması olduğunu bildirmişlerdir.

Mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliği özellikle de ortamın fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Kitt ve ark, 1988).

Ortaş ve ark. (1995) ortamın fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak, bitki türlerinin ihtiyacına göre ilave edilen fosforun belirli bir fosfor düzeyine kadar kök infeksiyonunu artırdığını, bu noktadan sonra ilave edilen her fosfor miktarının ise bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azalttığını bildirmişlerdir.

Mikorizanın bitki besin elementi alımına etkisinin yanında toprak tuzluluğuna, ağır metal toksitesine, kuraklığa, hastalık ve zararlılara karşı bitkileri koruduğu bilinmektedir.

### **2.1.6. Mikorizanın Besin Maddesi Alımındaki Önemi**

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

Mikorizanın beslenme yönünden önemi, kökün etki alanı dışında olup ulaşılamayan besin maddelerinin, kökten gelişen mikoriza hiflerinin kökün uzantısı gibi işlev görerek toprağı sömürmesinden kaynaklanmaktadır (Mosse, 1981).

Mikorizal mantarın besin elementi alımındaki etkinliği daha çok mikoriza mantarı türlerine bağlıdır. Hatta aynı mikorizal mantarının alt türleri arasında da aynı besin elementinin aynı bitki tarafından alınması etkilenmektedir (Bethlenfalvay ve ark., 1989; Marschner, 1995).

Mikorizanın besin elementleri alımındaki etkinliği bir çok parametreye bağlıdır. Bunlardan başlıcaları;

1. Hif kalınlığı,
2. Toplam hif uzunluğu ve birim hif başına alınan besin elementi,
3. 'Mikorizosfer' (Linderman, 1988) veya 'hifirizosfer' (Tarafdar ve Marschner, 1994) bölgesinde asit fosfataz salgıları gibi faktörlerdir.

Mevcut bilgi birikimine göre, mikorizal mantarın toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerini mikorizal infeksiyon sonucu ürettiği hifleri aracılığıyla bir kaç kat daha fazla aldığı kontrollü koşullar altındaki denemelerle belirlenmiştir (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975). Fakat besin elementlerinin hangi mekanizma ile nasıl alındığına ilişkin somut bir bilimsel bulgu veya açıklama bulunmamaktadır. Mikoriza ile ilgili çalışmaların başladığı 1970'li yıllardan bu yana bilim adamlarınca ileri sürülen hipotezlerden en fazla ilgi görenler aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Mikorizal hifler kökler gibi davranıp kök bölgesinden çok uzaklardaki besin elementlerini almaktadır (Sanders ve Tinker, 1973; Tinker, 1975; Gerdemann, 1968; Li

ve ark., 1991). Bu yolla fazla miktarda toprak hacmi geniş hif yüzey alanları tarafından işgal edilmektedir.

2) 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.

3) Mikorizal infeksiyon ya organik salgılar salarak veya fosfataz enzimleri salgılayarak toprakta alınmaz durumdaki fosforu kimyasal olarak değiştirerek alımını kolaylaştırmaktadır (Allen ve ark., 1981; Abbot ve Robson, 1985).

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

5) Bu mekanizmalara ilaveten rizosfer modifikasyonu olarak adlandırılan rizosfer pH'sındaki değişimin fosfor alımına olan katkısını esas alan mekanizma bulunmaktadır (Tinker, 1975; Bolan ve ark., 1991). Bu mekanizmadaki temel yaklaşım, eğer mikorizal fungus azotun  $NH_4^+$  formunu daha etkin olarak kullanıyorsa bunun sonucu rizosfer bölgesinde elektro-kimyasal dengenin  $H^+$  iyonları yönünde değişmesi kaçınılmazdır.  $H^+$  iyonları hem toprak pH'sını değiştirmekte hem de  $HPO_4^{-1}$  /  $H_2PO_4^{-2}$  dengesini kontrol etmektedir (Ortaş ve ark., 1996). Böylece hem mikorizal etki hem de rizosfer etkisi birlikte bitkinin fosfor alımını artırabilir. Şu ana kadar bir çok tarım bilimcisi veya agronomist araştırma bulgularını yorumlarken karşılaştıkları zorlukları rizosfer pH'sındaki değişime bağlamışlardır (Bolan ve ark., 1987, Stribley, 1987; Bolan, 1991; Koide, 1991).

Mikoriza ile infekte edilmiş bitkiler daha iyi büyümekte aynı zamanda mikoriza ile infekte edilmeyen bitkilere oranla birkaç kat daha fazla fosfor içermektedirler. Mikoriza aynı zamanda bitkinin kök ve gövdesi arasında fotosentez ürünlerinin dağılımını da sağlamaktadır. Bu aktivitesi besin elementlerinin alımı ile direkt ilgilidir. Bunun sonucu mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin bayrak yaprakları fotosentez ürünlerini daha iyi değerlendirmektedirler. Bundan dolayı daha az fotosentez ürünü köklere transfer edilmekte ve bunun sonucu gövde:kök oranı her zaman mikorizalı bitkilerde mikorizasızlara oranla daha fazla olmaktadır

(Mosse,1981). Yalnızca gövde:kök oranı değil, yaprakların yüzey alanı ve rengi de mikorizalı bitkilerde mikorizasızlardan daha farklı olmaktadır (Tinker, 1980).

Çığışar ve ark. (2000)'nın sera hıyar yetiştiriciliğinde AMF mikorizanın bitki büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, *G. mossea* ve *G. fasciculatum* mikoriza karışımlarını kullanmışlardır. Steril edilmiş ve edilmemiş 1:1:1 oranında çiftlik gübresi:bahçe toprağı:dere kumu harcının kullanıldığı çalışmada özellikle steril edilmiş ortamda VA mikorizanın bitki büyümesini olumlu yönde etklediğini bildirmişlerdir. Ayrıca mikorizal aşılamanın bitki büyümesine olan etkisini yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlamışlardır.

### **2.1.7. Mikoriza ve Fosfor Alımı**

Fosfor biyolojik sistemler için son derece önemli olup azottan sonra en çok gereksinim duyulan bir makro besin elementidir. Normal koşullarda toprakta bitkiler tarafından alınabilir miktarı az ve aynı zamanda çeşitli interaksiyonlardan dolayı da bitkiler tarafından alımı çoğu zaman ortam koşulları tarafından sınırlandırılmaktadır. Fosfor toprakta bitkilerce alımı yavaş olan bir besin elementi olup mikroorganizma popülasyonu özellikle de mikorizal mantar, rizosfer pH'sındaki değişimler ve bitki kök büyümesi tarafından etkilenmektedir (Ortaş ve ark., 1995). Yapılan araştırmalar mikorizal mantarla infekte olmuş ve olmamış bitkilerin aynı fosfor kaynağından beslendiğini ancak mikorizal infeksiyonun büyüklüğü veya etkinliği kendisini çözünürlüğü son derece az olan fosfor kaynaklarının kullanılmasında gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Daha çok kristal haldeki demir fosfat (Bolan ve ark., 1987) ile kireçli bölgelerdeki kalsiyum fosfatı etkin bir biçimde çözündürüp alabilmesi, fitat bünyesindeki saklı fosforun kullanılması (Taraftar ve Marschner, 1994) ve ayrıca Jayachandran ve ark. (1992) tarafından rapor edildiği gibi mikorizal mantar organik formdaki P'dan da yararlanabilmesi mikorizanın fosfor alımındaki avantajlarıdır.

Mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin fosfor alım mekanizması üç kriterle bağlıdır. Bunlar toprak, bitki ve mikorizal mantarın kendisidir. Bu üç kriter arasında ciddi bir ilişki mevcuttur. Mikorizanın fosfor alımının artırması;

1- Bitki türünün kendisine,

2- Toprağın P içeriğine ve

3- Mikoriza infeksiyon etkinliğine bağlıdır.

Bu da çoğunlukla bitki besin elementlerinin topraktaki düzeyine, mikorizanın toprak ve iklim ortamlarına adaptasyonuna ve aynı zamanda mikoriza türünün etkinlik kabiliyetine bağlı olarak değişmektedir.

Mikorizanın bitki gelişimi üzerindeki önemli etkisi oluşturduğu birim kuru madde üretimi ve birim kök uzunluğu başına alınan fosfor miktarı tarafından belirlenmektedir.

Rizosfer teknikleri kullanılarak yapılan ölçümlerde arbüsküler mikoriza ile infekte olmuş bitkilerin kaldırmış oldukları P'un % 80'ninin; N'un % 25'inin, K'nun % 10'unun, Zn'nin % 50'inin ve Cu'nun % 60'ının mikoriza hifleri aracılığı ile alındığı rapor edilmiştir (Marschner ve Dell, 1994).

Mikoriza hiflerinin besin elementlerinden fosforu etkin bir şekilde alması;

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

Bazen bitki mikoriza mantarı ile infekte olduğu halde besin elementi alamıyorsa veya yetersiz besin elementi taşıması yapılıyorsa bunun nedenleri, zayıf kök infeksiyonu, zayıf hif oluşumu, hiflerin düşük besin elementi taşıması, arbusküler aracılığı ile besin elementi taşınmasının az olmasıdır.

2- Fosforun, mikoriza hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmesi ile ATP'ye alternatif bir enerji oluşturmasıdır (Smith ve Gianninazzi-Paerson, 1989).

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

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

1) Fosforun mikoriza tarafından topraktan absorpsiyonu,

2) Fosforun dışarıdaki mikoriza hiflerinden içerideki hiflere taşınması ve

3) Fosforun hiflerden korteksteki hücrelere aktarılması ki bu aşamadan sonra alınmış olan fosfor, bitki tarafından kolayca yararlanılabilecek durumdadır.

Mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliği özellikle de ortamın fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Kitt ve ark., 1988).

Toprakların fosfor düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal mantar aktivitesi azalmakta, kökler infekte edilememekte veya infeksiyon sağlansa bile besin elementi sağlanamamaktadır. Böyle durumlarda mikoriza infeksiyonu bitkiye besin elementi sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketerek yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir (Bolan, 1991).

Mısır, soya fasulyesi, domates ve havuçla yapılan tarla denemelerinde, düşük fosfor içeren topraklarda AMF mikoriza mantarının bitkilerin erken gelişme döneminde fosfor alımını arttırdığı sonucuna varılmıştır (Sasai, 1991).

Biber fideleri 11, 22 ve 44 mg ml<sup>-1</sup> içeren fosfor dozlarında AMF mikoriza mantarı (*Glomus deserticola*) ile aşıl原因 ve aşıl原因mayanlar şeklinde karşılaştırılmıştır. 42 gün sonra bitkilerin büyüme, gelişme ve yaprak besin elementleri kapsamı değerlendirilmiştir. AMF mikoriza ile inokule edilen bitkilerin yaprak alanları ve yaprakların bor konsantrasyonu artmış, Mo konsantrasyonu azalmıştır. AMF mikorizalı bitkilerin potasyum ve azot konsantrasyonları ise değişmemiştir. Bunun yanında artan fosfor dozları bitkilerin bakır ve çinko konsantrasyonlarını azaltmış, P konsantrasyonunu ise arttırmıştır (Davies ve Linderman, 1991).

Düşük fosfor içeren tarla ve sera koşullarında, *Glomus aggregatum* ile infeksiyon biber bitkisinin fosfor konsantrasyonunu, bitki ağırlığını ve verimini arttırmıştır. Bitki fosfor konsantrasyonu arbüsküler mikoriza şaşırtma ortamına inokule edildiğinde hızla artmıştır. Şaşırtma öncesi inokulasyon tarlada toplam meyve verimi ve gövde yaş ağırlığını artırmıştır. Bunun yanında su stresi meyve verimini düşürmüştür. Ancak mikoriza inokule edilen bitkilerde su stresinden kaynaklanan bu düşüş daha az olmuştur (Waterer ve Coltman, 1989).

Sreenivasa ve ark., (1993) biber bitkilerini *Glomus macrocarpum* ve *G. fasciculatum* ile aşıl原因arak ve aşıl原因madan değişik dozlarda fosfor içeren killi (pH 7.0) toprağa dikmişlerdir. Dikimden 90 gün sonraki hasatta mikoriza mantarı ile aşıl原因 meyve verimini, gövde P konsantrasyonunu ve Zn, Cu, Mn ve Fe alımını

aşılama yapılmayanlara göre arttığını, *G. macrocarpum*'un *G. fasciculatum*'dan daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Mikoriza mantarının aşılması aynı zamanda gövde kuru maddesini de arttırdığını rapor etmişler ve bu bulgular ışığında biber bitkilerinin mikoriza ile aşılandığı zaman uygulanacak çözünebilir fosforlu gübre oranının %50 oranında azaltılabileceği sonucuna varmışlardır

Olsen ve ark. (1996) sera koşullarında AMF aşılmasının (*Glomus mosseae* ve *Glomus etunicatum*) düşük fosfor düzeylerinde büyüyen biber (*C. annuum* L., Target), tatlı mısır (*Zea mays* L., Snosweet), ve domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Floradade) bitkileri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında fosforun 5 dozunu (0, 10.3, 30.9, 92.7, ve 278 mg P/kg firin-kuru toprak; P-1, P-2, P-3, P-4, ve P-5, ve sulama suyu ile azotun 2 dozunu (50 ve 200 mg N/L; N-1 ve N-2, olarak) uygulamışlardır. mikoriza aşılanmış bitkiler P1 fosfor düzeyinde en yüksek kuru ağırlığa ve 5.olgunlaşmış en genç yapraktaki P kapsamına biber bitkisi sahip olmuştur. Domates ve tatlı mısırdaki infeksiyon olmasına rağmen aşılanmamışla aşılanmış arasında bir farkın oluşmadığını bildirmişlerdir. Yine artan N konsantrasyonu tatlı mısırdaki mikoriza kolonizasyonunu artırmasına rağmen biberde ve domatesde önemli bir etkiye sahip olmadığını rapor etmişlerdir.

Hetrick ve ark. (1996) sera koşullarında 3 farklı fosfor dozunda 5 farklı mikoriza mantarının 10 buğday çeşidinin büyümesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 6 adet buğday çeşidinin pozitif etkilendiğini, 4 çeşidin ise negatif etkilendiğini bildirmişlerdir. Mikorizaya olumlu tepki vermenin yerine tepki vermemenin bitkilerinin sahip olduğu kalıtsal bir özellik olduğunu ve çeşitlerin mikorizaya ve P'a verdiği tepkilerin arasında yüksek bir korelasyonun olduğunu belirtmişlerdir.

Nikolaou ve ark. (2002)'nin farklı fosfor kaynaklarının 3309C ve 110R anaçları üzerine aşılı mikorizal Viktoria bağ çeşidinin yaprak kimyasal kompozisyonu, meyvenin suda çözülebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asit içeriklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, mikorizal kolonizasyon yüzdesi çözünmesi yavaş P uygulamasında çözünebilir P (Kalsiyum Dihidrojen fosfat) kaynağına göre daha yüksek bulunduğunu, 110R anacı üzerine aşılı bağ çeşidinin en yüksek kolonizasyona sahip olduğunu, mikorizal bağların en yüksek yaprak N, P, K,

Ca kapsamına sahip olduğunu, ve yine mikorizal bağ meyvelerinin toplam suda çözülebilir kuru madde miktarının mikorizasızlara göre % 30 daha düşük olduğunu, mikorizal kolonizasyon ve P formlarının titre edilebilir asitliğe öneli bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

### **2.1.8. Mikorizanın Diğer İşlevleri**

Mikoriza mantarları farklı koşullarda konukçu bitki için değişik işlevler yapabilmektedirler. Bazı mikoriza mantarları bitki besin maddesi alımına yardımcı olurken, bazıları ekstrem sıcaklık ve kuraklık dönemlerinde, bitki gelişmesinin belirli dönemlerinde veya izleyen durumlarda yararlı olabilmektedir (Bougher ve ark., 1990). Mikoriza diğer organizmalara birlikte, ağır metal toksisitesi ve toprak tuzluluğu gibi çevre streslerine karşı bitki kökünün korunmasına yardım etmektedir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992). Yüksek ve düşük seviyede Zn ve Cd içeren topraklarda mikorizal infeksiyon köklerin metal alımını artırırken, gövdedeki miktar değişmemiştir. Aşırı derecede ağır metal içeren topraklarda, mikorizal bitki gövdelerindeki metal konsantrasyonu daima düşük olurken köklerdeki miktar artmıştır. Böylece mikorizal infeksiyon ağır metal toksisitesi için bariyer oluşumunu arttırmış, bitkilerin ağır metal toksisitesine dayanıklılığında bir role sahip olmuştur (Amijee ve ark., 1989).

Nitekim, sera koşullarında mikorizanın Vetiver Grass bitkisinin (*Vetiveria zizanioides*) büyümesi ve N, P, Zn ve Pb alımına etkisinin araştırıldığı çalışmada *Glomus mosseae* ve *G. intraradices* uygulaması P alımını önemli oranda arttırmıştır. Düşük toprak metal konsantrasyonlarında (0 ve 10 mg/kg Pb ve Zn) mikorizal kolonizasyonun arttığı, fakat yüksek metal konsantrasyonlarında kolonizasyonun azaldığı bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlarına göre AMF'nin bitkileri potansiyel metal toksitesinden koruduğu ve koruma derecesinde köklerdeki kolonizasyona bağlı olduğu rapor edilmiştir (Wong ve ark.,2007).

Mikoriza mantarları toprak strüktürü ve nem depolanması gibi ekosistem özelliklerini dolaylı olarak etkilemektedir (Malajczuk ve ark., 1992). Mikorizanın dış miselleri sadece toprağın mikrobiyal aktivitesini değiştirmemekte, aynı zamanda



toprak faunası için substrat temin etmektedir (McGonigle ve Fitter, 1988). Hiflerin birbirine bağlanması (Davies ve ark., 1992) veya hücre dışı polisakkaritlerin üretilmesi (Tisdall, 1991) suretiyle mikroagregatları daha stabil agregatlar haline dönüştüren mikoriza toprak strüktürünü de değiştirmektedir.

Toprak karbonuna katkısı yanında arbüsküler mikoriza mantarları sürdürülebilir tarımın köşe taşı olan toprak agregasyonu ve stabilitesinde önemli bir role sahiptirler (Bethlenfalvai, 1992). Doğal ekosistemde 1 g toprakta 27 m'ye varan hif bulunmuştur (Finlay ve Söderström, 1992). Fazla miktardaki arbüsküler mikoriza hifleri mikrobiyal salgılar ve diğer organo-mineral bağlayıcı bileşiklerle toprak mikroagregatlarını (<0.250 mm) bir arada tutarak makroagregatlara (> 0.250 mm) dönüştürmektedirler (Miller ve Jastrow, 1992).

Mikorizalı bitkilerde kök-toprak ilişkisi değişmekte ve ilave veya yeni "mikorizosfer" oluşmaktadır (Fogel, 1988; Linderman, 1988). Mikorizal kolonizasyon rizosfer mikroorganizmalarının hem sayısını arttırmakta, hem de kompozisyonunu değiştirmektedir (Marschner, 1995).

Mikoriza bitki hastalık ve zararlılarına karşı da bitkiyi hem iyi besleyerek korur ve hem de direkt rizosferde diğer mikroorganizmalarla mücadele ederek etkin duruma gelir. Mikoriza ile inoküle edilen domates bitkisinin *Fusarium oxysporum* (Dehne ve Schonbeck, 1979) ve *Pseudomonas syringae*'ye (Garcia-Garrido ve Ocampo, 1989) karşı direnci artmıştır.

Salami, (2002) mikoriza aşılamanın biber (*C. annuum* L.) bitkisinin hastalık şiddetine ve büyümesi üzerine etkisini araştırmış ve *Phytophthora* infeksiyonunundan önce biber fidelerine uygulanan *Glomus etunicatum*'un patojenin etkisini baskıladığını ve bitki yapraklarında gelişmeyi arttırdığını bildirmiştir.

Arbüsküler mikoriza mantarının domateste gal nematoduna (*Meloidogne incognita*) karşı etkisini araştıran araştırmacılar kökte arbüsküler mikoriza mantarının varlığının kökte gal nematodu oluşumunu engellediğini bildirmişlerdir (Mittal ve ark., 1991).

Mikoriza bitki köklerini diğer patojenik organizmalara karşı koruduğu gibi çevre faktörlerinin yarattığı ağır metal toksisitesi ve tuzluluk gibi streslere karşı da bitkiyi korumakta ve bitkinin direncini arttırmaktadır (Harley ve Smith, 1983). Ayrıca

mikorizal infeksiyon kirletilmiş veya dezenfekte edilmiş toprakların bitki bünyesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilmektedir (Mosse,1981).

Mohammad ve ark. (2003)'nın tuzlu topraklarda farklı tuz ve P konsantrasyonlarında arbuskular mikorizanın besin elementi alımına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, toprak A'ya, 16.6dS m(-1) tuz ve 8.4mg kg P dozu (-1); toprak B'ye, 6.2 dS m(-1) tuz ve 17.5 mg kg P dozu; ve toprak C'ye, 2.4 dS m tuz ve 6.5 mg P kg dozlarını kullanmışlar ve tuzlu topraklardan bitkilerin şiddetli şekilde etkilendiğini, P uygulaması ile mikorizal inokulumun benzer etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca mikoriza uygulanmış bitkilerde P, Fe, Zn alımının arttığını, tuzlu topraklarda mikro element alımının azaldığını, AMF inokulumunun Na konsantrasyonunu azalttığını, K/Na oranının AMF inokulumu ile arttığını rapor etmişlerdir.

Bolat (2006) tarafından tuzlu alanlarda var olan doğal mikorizaların uygun teknikler ile çoğaltılıp turunç bitkisine aşılınmasıyla bitkilerin tuzlu topraklara adaptasyonunun sağlanması amacıyla çalışmada, turunç bitkilerinin en iyi 1000 µmhos/cm tuzlu suya dayanıklı olduğu, tuzlu alanlardan alınan doğal mikorizaların kültür bitkilerinde çalıştığı ve bitki gelişimine ve bitki besin elementleri alımına destek olduğunu bildirilmiştir. Ancak andezitik tuf: toprak: kompost (6:3:1 v/v) harç ortamında yetiştirilen bitkilerde mikorizaların daha iyi çalıştığını, mikoriza aşılmasının belli bir doza kadar tuz ilavesi sonucu oluşan strese cevap verdiğini rapor etmiştir.

Sheng ve ark. (2008) tarafından tuzlu koşullarda mısır bitkisiyle yürütülen bir başka çalışmada ise mikorizanın farklı tuz seviyelerinde bitki büyümesine, su statüsüne, gaz değişim kapasitesine ve klorofil içeriğine olumlu etkide bulunduğu bildirilmiştir.

Mikoriza bitkinin kuraklığa karşı dayanıklılığını da artırabilir. Bu artış ya direkt hifler aracılığı ile veya mikorizanın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerinde yaptığı değişikliklerden kaynaklanan kök büyümesi veya kılcal kök oluşumu ile ilgilidir (Davies ve ark., 1992).

Mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir (Harley ve

Smith, 1983; Malajzuk ve ark., 1992). Şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonu ürün üniformitesi ve gelişmeyi arttırarak, şaşırtma sırasındaki fide kaybını azaltmıştır (Barrows ve ark., 1977; Bierrman ve Linderman, 1983). Bitkilerin fideliklerde inokule edilmesi tarla inokulasyonundan daha az mikorizal mantar gerektirir. Fidelerin saf ve etkinliği yüksek mikorizal mantar ile inokulasyonu bu mantarlara tarlada karşılaşacağı mantarlarla rekabette bir avantaj sağlamaktadır (Waterer ve Coltman, 1978). Genellikle fidelere erken ve sağlıklı büyümeyi sağlamak amacıyla bol miktarda fosforlu gübre verilmekte, buna karşılık rizosferdeki yüksek fosfor seviyeleri dokulardaki fosfor seviyesini arttırarak mikorizanın kök sistemi içerisindeki gelişimini ve yayılmasını engellemektedir (Menge ve ark., 1978).

Kaya ve ark. (2003) *Glomus clarum* mikoriza türünün tarla koşullarında su kullanım etkinliği ve verim üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, su stresinin kök kuru ağırlığı ve verimi azalttığını, mikoriza aşılınmış bitkilerden yüksek verim ve biomas elde edildiğini bildirmişlerdir. Su stresinde yapraklardaki makro ve mikro besin elementlerinin azaldığını, mikoriza uygulamasının su stresindeki bitkilerin yapraklarındaki besin elementleri konsantrasyonunu düzelttiğini rapor etmişlerdir.

Mikorizalı bitkiler daha fazla transpirasyon yaptıklarından, birim kök başına alınan su miktarı ve buna bağlı olarak kök bölgesine birim zamanda gelen su akımı yaklaşık olarak mikoriza ile infekte olmamış bitkilere göre iki kat daha fazla olmaktadır. Birim kök başına daha fazla su tüketildiği için mikorizalı bitkinin rizosfer bölgesinde ciddi bir su eksikliği görülmektedir (Ortaş, yayınlanmamış veriler). Rizosferde azalan su miktarı ise dış bölgelerden rizosfer bölgesine bir besin elementi difüzyonu yaratacaktır.

Mikorizanın yine kuraklık stresine etkisi ile ilgili olarak Valentine ve ark.,(2006)'nın AMF mikoriza aşılınmış üzümün kuraklık stresine tepkisini inceledikleri çalışmalarında, sera koşullarında 4 haftalık periyotta kuraklık stresi uygulamışlar ve kuraklık stresine mikoriza kolonizasyonunun azalmasına rağmen mikoriza aşılınmış bitkilerin biomasının ve prolin miktarının yükseldiğini, bu sonuçların kuraklık stresi koşullarında mikorizanın bitkilerin artan prolin birikimiyle su kullanım etkinliğini arttırdığını rapor etmişlerdir.

Mikorizanın diğer önmeli işlevlerinden biriside bitkinin kök, sürgün ve yine kök ve sürgündeki P miktarını arttırmasının yanında serbest amino asit konsantrasyonunu arttırmasıdır. Çilek bitkisiyle yürütülen bir çalışmada Serine, glitamic asit, glycine, alenine, leucine ve GABA gibi asitler mikoriza aşılanan bitkilede kontrole göre artış göstermiştir (Matsubara, 2009).

## **2.2. Mikorizaya Bağımlılık**

Yeryüzündeki bitki topluluklarının % 90'ı *Endogenecea*'ya ait fikomiset (*phycomycetous*) toprak mantarlarıyla AMF mikorizal işbirliği oluştururlar (Mosse, 1981; Barea ve Azcon-Aguilar,1983; Koide, 1991).

Ayrıca mikorizalar, mikroorganizmalar ve bitkiler arasındaki en yaygın ortak yaşam şeklidir. Toprakta yetişen bitkilerin çoğunun kökünde mikoriza bulunur. Global düzeyde ise çift çeneklilerin % 83'ünde tek çeneklilerin % 79'unda ve Gimnospermlerin (açık tohumlular) tamamında mikoriza bulunur (Wilcox, 1991).

Mikoriza mantarları buğdaygiller, baklagiller, endüstri bitkileri, bahçe bitkileri ve süs bitkileri ile ortaklık oluşturmaktadırlar (Barea ve Azcon-Aguilar,1983).

Buna karşılık bazı bitki familyaları (*Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Cruciferae*, *Juncaceae* ve *Caryophyllaceae*, *Proteaceae*) hiçbir zaman mikorizayla infekte olmazlar veya nadiren infekte olurlar (Gerdemann, 1968; Harley ve Harley, 1987; Brundrett ve Abbot, 1991).

Tawaraya (2003) bitki türleri ve çeşitlerinin mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında mikorizaya bağımlılığın tarla bitkilerinde % 44 (37 türde), yem bitkilerinde % 56 (46 türde), çimde % 70 (140 türde), ağaçlarda % 79 (26 türde), ve bütün bitkilerde %56 (250 türde) olduğunu kültürü yapılan bitki türlerinin yabani türlere göre daha az bağımlılık gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca düşük girdi kullanılan sistemlerde mikorizaya bağımlılık bakımından oluşan farklılığın kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Bitkilerin mikorizal simbiyozise bağımlılığı değişkenlik göstermektedir. Mikorizal bağımlılık çevre koşulları özellikle toprak fosfor verimliliği (Plenchette ve

ark., 1983) ve bitki genlerine bağlıdır (Hetrick ve ark., 1990). Plenchette ve ark. (1983), yaygın olarak yetiştirilen mikorizalı bitkiler arasında farklı mikorizal bağımlılık oranları bulmuşlardır. Havuç en yüksek bağımlılık indeksine sahip olurken, bunu sırasıyla bezelye, fasulye, bakla, kuşüzümü, biber, domates ve patates izlemiş, yulaf ve buğday ise sıralamada en düşük bağımlılık indeksi göstermiştir. Soğan, elma, çilek ve sorgum mikorizaya bağımlı olarak bilinen bitkilerdir.

Hetrick ve ark. (1992, 1993 ve 1996), mikorizaya bağımlılığın kalıtsal bir özellik olması nedeniyle çeşitler arasında farklı düzeyde bağımlılık oluştuğunu, bağımlılık gösteren çeşitlerde biomas artışı sağlandığını, aksine diğerlerinde büyüme depresyonu ortaya çıktığını, bunun mikorizaya bağımlılığı sağlayan genlerin eksikliğinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Khasa ve ark. (1992) 19 tarımsal ve orman bitki türlerinin endo mikorizaya olan tepkisini belirlemek için yürüttükleri çalışmalarında amaranth (horoz ibiği çiçeği) hariç bütün türlerin farklı oranlarda kök kolonizasyonuna sahip olduğunu, 8 bitki türünün (afrika fasülyesi, yabani mung, akasya, leucaena, soğan, tatlı patates, domates ve cassava) normal büyüme ve gelişme için mikorizaya bağımlılıklarının yüksek olduğunu, kültürü yapılan 19 türden 16'sında mikoriza uygulaması ile kök kolonizasyonunun önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Khalil ve ark. (1994) üç geliştirilmiş ve üç adet geliştirilmemiş mısır ve soya fasüyesinin çeşidinin mikorizaya bağımlılıklarını (*Gigaspora margarita* ve *Glomus intraradices*) inceledikleri çalışmalarında bitkilerin besin maddesi alımı (N, P, K, Ca, Mg, ve Zn) ve fosfataz aktivitesini değerlendirmişler. Mikoriza kolonizasyonu soya fasüyesinde % 62-87, mısırdan ise % 49-68 olarak gerçekleştiğini, soya fasüyesinin mısırdan daha fazla bağımlılık gösterdiğini, soya fasülyesi çeşitleri arasında büyük bir varyasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Geliştirilmiş soya fasülye çeşitlerinin daha az bağımlılık gösterdiğini, geliştirilmemiş bir mısır çeşidinin mikorizaya hiç tepki vermediğini, N, P, K, Ca, Mg, ve Zn elementleri alımının mikorizalı bitkilerde yüksek olduğunu fakat N, Mg ve Ca elementlerinin konsantrasyonlarının mikorizalı bitkilerde düşük olduğunu, bu sonuçların ise fosfor bakımından noksan topraklarda mısır ve soya fasülyesi arasında geliştirilmiş ve geliştirilmemiş çeşitler arasında mikorizaya bağımlılığın varyasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Plenchette ve Morel (1994) sera koşullarında AMF'nin (*Glomus intraradices*) arpa ve soya fasüyesinin P alımı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında fosforun 0, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 110, 160, ve 310 mg P kg<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O olarak dozunu kullanmışlar ve arpanın mikorizal aşılama tepki vermediğini, fakat soya fasüyesinin olumlu tepkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Fosfor gereksiminin 0.110 g ml<sup>-1</sup> P mikorizal soya fasüyesi 0.148 g ml<sup>-1</sup> mikorizasız soya fasüyesi için sağlandığında % 80 ürün artışı sağlandığını, bununlada 222 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> fosfor tasarruf edildiğini ve soya fasüyesinin mikorizaya bağımlılığının toprak solüsyonundaki P konsantrasyonuyla ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Declerck ve ark. (1995) sera koşullarında 7 muz çeşidinin (*Musa acuminata*, AAA group) iki mikoriza türü (*Glomus mosseae* ve *Glomus macrocarpum*) ile mikorizaya bağımlılıklarını incelediklerini çalışmalarında mikoriza aşılama bitkilerin daha yüksek sürgün kuru ağırlığı ve P konsantrasyonuna sahip olduklarını, muz çeşitleri arasında büyük bir varyasyonun olduğunu, Williams muz çeşidinin en yüksek mikorizal bağımlılığa sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Hetrick ve ark. (1995) bir çalışmalarında mikorizaya bağımlılık gösteren genlerin 6 kromozom üzerinde lokalize olduğunu, Cheyenn'in (bağımlılık gösteren) 1A, 5B, 6B, 7B, 5D ve 7D'yi içeren yedekli hatlarının mikorizaya en büyük düzeyde bağımlılık göstermesi sonucu biomas üretiminde önemli artışlar sağladığını; bunlardan 5B ve 7B hatlarının inokule edilmeyenlere göre bioması yaklaşık 3.5 kat, benzer biçimde 1A, 6B, 5D ve 7D hatlarının 1.27-1.69 kat arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak Hope'un (bağımlılık göstermeyen) 5B kromozomlu yedekli hattının sağladığı biomas artışının (% 30.0), Cheyenne'in 5B ve 7B hatlarının sağladığı artıştan (% 247.5) daha az olduğunu, sonuç olarak mikorizaya bağımlı genlerin 5B ve 7B kromozomları üzerinde lokalize olduğunu bildirmişlerdir.

Qing ve ark. (2001) üç buğday (*Triticum aestivum* L.) genotipinin yüksek, düşük ve orta P düzeylerinde mikorizaya verdiği tepkiyi (*Glomus versiforme*) belirlemek için yürüttükleri çalışmalarında mikorizal bağımlılığın yüksek P seviyesinde düşük olduğunu, doğrusal korelasyon analizlerinin mikorizal bağımlılığın P alım etkinliği tarafından kontrol edildiğini ortaya çıkardığını bildirmişlerdir. Ayrıca düşük P seviyesinde köklere daha fazla karbon taşındığını,

artan karbon taşınması ile hif uzunluğunun arttığını ve bununda daha fazla P alımı sağladığını, bununda mikorizal bağımlılıkta dikkate alınabileceğini rapor etmişlerdir. Bunların yanında mikorizal bağımlılığın bitki besin gereksinimi ve besin elementleri alım etkinliği bakımından kalıtsal bir özellik olduğunu bildirmişlerdir

Sharma ve ark. (2001) sera koşullarında karışık mikoriza uygulamasının *Acacia nilotica* ve *Albizia lebbek* bitkilerinin büyümesi ve mikorizaya bağımlılığa etkisini araştırdıkları çalışmalarında artan P (10-40 ppm P) düzeylerinde kuru madde miktarının azaldığını, ve bununda iki çeşit arasında farklılık gösterdiğini, 10 ppm P dozunda mikoriza aşılansın *Acacia nilotica* bitkisinin P içeriği ve kuru maddesi en yüksek olmasına rağmen *Albizia lebbek* bitkisindeki en yüksek artış 20 ppm P dozunda meydana geldiğini bildirmişlerdir. 25 ppm P dozu her iki bitki türündede mikoriza kolonizasyonunu baskılamıştır. 30 ppm P dozu *Acacia nilotica* bitkisinde 40 ppm dozu ise *Albizia lebbek* bitkisinde negatif bağımlılık meydana getirmiştir. Araştırmacılar mikorizal bağımlılığın P seviyesiyle negatif korelasyon içinde olduğu rapor etmişlerdir.

Kahiluoto ve ark. (2001) bitki (keten, kırmızı yonca ve arpa) büyümesi ve besin elementi alımı için mikoriza uygulamasının katkısı ile kümülatif P gübrelenmesindeki azalışını inceledikleri çalışmalarında mikorizanın etkisi, mikorizaya bağımlılık ve mikorizanın oluşturduğu kolonizasyonu incelemişler ve fosforun düşük ve yeterli dozunu kullanmışlar. Düşük P düzeyinde mikorizanın katkısı yüzünden P gübrelenmesinin azaldığını, en yüksek mikoriza etkinliğinin P uygulanmayan koşullarda ketende olduğunu, fakat yonca için aynı durumun söz konusu olmadığını, arpada ise tam tersi bir durum olduğunu yani mikorizadan faydalanmanın az olduğunu bildirmişlerdir. Kümülatif P gübrelenmesinin kök kolonizasyonunu azalttığını rapor etmişlerdir.

Uided ve ark. (2001) passion meyvesinin mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında her bitkiye 100 spor olacak şekilde karışık mikoriza uygulamışlar ve düşük fosfor düzeyinde passion meyve ağaçlarının mikorizaya bağımlılıklarının yüksek olduğunu ve mikorizanın bitki büyümesini geliştirmek için kullanılabilceğini rapor etmişlerdir.

Qing ve ark. (2001) üç buğday genotipinin düşük, orta ve yüksek P düzeylerinde mikorizaya bağımlılıklarını inceledikleri çalışmalarında yüksek P düzeyinde bağımlılığın az olduğunu, P etkinliğiyle mikorizal bağımlılığın linear korelasyon gösterdiğini, düşük P düzeyinde ise karbonhidrat taşımının yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Tawaraya ve ark. (2001a) 27 adet soğan çeşidinin mikorizaya bağımlılıklarını inceledikleri çalışmalarında kök kolonizasyonunun % 48-81 arasında olduğunu, sürgün P kapsamının ve kuru ağırlıklarının arttığını, mikorizaya bağımlılığın % 73-95 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Fakat mikorizasız bitkilerin P alımı ve mikorizalı bitkilerin sürgün büyümesi ile P alımı arasında negatif bir korelasyonun olduğunu rapor etmişlerdir.

Tawaraya ve ark. (2001b) arpa çeşitleri ile yürütmüş olduğu çalışmada çeşitler arasında P alımına bağımlılık ve mikorizadan dolayı yeşil aksam büyümesinin değişiklik gösterdiğini, bütün çeşitlere eşit aşılama yapılmasına rağmen mikorizal kolonizasyonun çeşitler arasında değişiklik gösterdiğini, mikorizal kolonizasyon ile P alımı ve sürgün gelişimi arasında bir korelasyonun olmadığını bildirmiştir.

Duponnois ve ark. (2001) Senegal'da nadasa bırakılan alanlarda yetişen baklagil bitkilerinin mikorizaya bağımlılıklarını test etmek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında 20 çeşit arasından 16 tanesinin önemli büyüme artışı gösterdiğini, en yüksek mikorizaya bağımlılığın % 92.7 ile *Indigofera stenophyll*'den en düşük ise % 26.2 ile *Prosopis juliflora*'dan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Elde ettikleri bulgular ışığında nadasa bırakılan alanlardaki toprakların verimliliğinin artırılması için mikorizaya bağımlılığı yüksek baklagil çeşitlerinin kullanılmasının önemli olacağını bildirmişlerdir.

Gemma ve ark. (2002) dört endemik Hawaian bitki türünün (*Sesbania tomentosa* ve *Colubrina oppositifolia* ve (*Bidens sandvicensis* ve *B. asymmtrica* X *sandvicensis*) *Glomus aggregatum*'un bir Hawaian izolatu ile aşılmasına verdiği tepkiyi inceledikleri çalışmalarında fosforun farklı dozlarını kullanmışlardır. Düşük fosfor düzeylerinde mikoriza aşılansız bitkilerin yeşil aksam kuru ağırlığının aşılansızlara göre 2.1-7.0 kez daha yüksek olduğunu mikorizal bağımlılığın % 44-88 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.



Al-Karaki (2002)'nin farklı fosfor uygulamaları ile mikoriza (*Glomus fasciculatum*) uygulamasının sarımsak bitkisinin gelişmesine etkisini araştırdıkları çalışmada P'nin (0, 20, 40, ve 60 kg ha<sup>-1</sup>) dozlarını kullanmış ve farklı dönemlerde örnekleme yapmıştır. En yüksek kolonizasyonun 20 kg/ha düzeyinde olduğunu, mikoriza uygulamasının taze yumru ağırlığını önemli oranda artırdığını ve bununda uygulanan P düzeyi ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının orta düzeyde fosfor uygulamasıyla sarımsak bitkisinin mikorizaya bağımlı olduğunu ve bununda P gübrelmesini azaltabileceğini rapor etmiştir.

Collier ve ark. (2003) Chihuahuan tek yıllık ve çok yıllık çöl bitkilerinin AMF ile infeksiyonu değerlendirdikleri çalışmalarında tek yıllık bitkilerin çok yıllık bitkilere göre daha fazla infeksiyona sahip olduğunu, tek yıllık bitkilerin daha küçük ve ince kök çapına sahip olduklarını, mikorizaya bağımlılık bakımından incelenen 15 türü tek yıllık ve mikorizaya bağımlılığı düşük bitkiler ve çok yıllık ve mikorizaya bağımlılığı yüksek bitkiler şeklinde iki kategoriye ayırdıklarını rapor etmişlerdir.

José ve ark. (2003) sera koşullarında verimliliği düşük topraklarda 29 odunsu bitki türünün mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında bitki türleri arasında AMF kolonizasyonu, mikorizaya bağımlılık ve P alımı bakımından büyük bir varyasyonun olduğunu, mikorizal kolonizasyonun % 0'dan % 60'a kadar değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. 10 adet türün mikorizaya bağımlılık gösterdiğini, bazı türlerde mikorizaya bağımlılık ve tepkinin toprak solüsyonundaki P ile ilişkili olmadığını, bazı türlerin ise mikorizadan tamamen bağımsız olduğunu, elde ettikleri bulgular ışığında mikorizaya bağımlılık ve tepkideki farklılığın tropiklerde toprakların tekrar verimli hale getirilmesi için önemli olduğunu rapor etmişlerdir.

Elsen ve ark. (2003) dört muz çeşidinin mikorizaya (*G. mosseae*) bağımlılığı, nematod ve mikoriza arasındaki interaksiyonu araştırdıkları çalışmalarında mikorizanın bitki büyümesini arttırdığını ve nematod popülasyonunu baskıladığını, fakat dört muz çeşidinde göreceli bir mikorizaya bağımlılığın elde edilmediğini bildirmişlerdir. Mikoriza uygulamasının nematod yoğunluğunu azaltmasına paralel olarak nematod yoğunluğunun da mikorizal kolonizasyonu negatif yönde etkilediğini rapor etmişlerdir.

Guadarrama ve ark. (2004) tropikal bir ağaç olan *Heliocarpus appendiculatus*'ın AMF'ye bağımlılığını tespit etmek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, farklı fosfor dozları kullanmışlar ve mikoriza aşılama bitkilerin yüksek toplam kuru ağırlığa ve göreceli büyüme oranına sahip olduğunu ve *H. appendiculatus*'un düşük fosfor düzeyinde yüksek oranda (%50) mikorizal bağımlılık gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Mahaveer ve Alok (2004) Hindistan'da yarı kurak alanlarda büyüyen çileğe aşılama mikorizanın farklı P (50, 100, 150, ve 200 kg·ha<sup>-1</sup>) dozlarında çilek bitkilerinin gelişmesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında hasatta en yüksek fosfor dozu hariç diğer dozlarda mikoriza aşılama bütün bitkiler bitki başına verim, yeşil aksam kuru ağırlığı, meyve sayısı ve yeşil aksam P içeriği bakımından olumlu etkilendiğini bildirmişlerdir. Fakat mikoriza tepkisinin P konsantrasyonuna göre değiştiğini, mikoriza aşılama bitkilerin en yüksek verim artışına 150 kg·ha<sup>-1</sup> P dozunda sahip olduğunu, fosfor gereksinimi ise mikoriza aşılama bitkilerde 50 kg·ha<sup>-1</sup> P ve mikoriza aşılama bitkiler için ise 106 kg·ha<sup>-1</sup> P olarak belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Rowe ve Pringle (2005) AMF mikorizanın bitkiler üzerine etkisinden elde edilen morfolojik verilerin yalnız başına bitkilerin mikorizal durumunu ortaya koymada sınırlı kalabileceği düşüncesi ile yürüttükleri çalışmalarında geleneksel tekniklerin yanında moleküler teknikleride kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarının *Epiphytic*, *Bromeliad* ve *Vriesea warkleana* formlarının *Glomus* mikoriza türü ile ilişkili olduğunu, bu bitki türlerinin AMF mantarına bağımlılık bakımından *Glomus* grubu içinde üç farklı gruba ayrıldığını ve morfolojik ve moleküler metotların *Epiphytic* bromeliad'lar ve diğer tropikal epiphyte'lerin mikorizal durumunun karakterizasyonu için pratik bir çözüm olabileceğini rapor etmişlerdir.

Pandey ve ark. (2006) mikoriza (*Glomus macrocarpum Tul & Tul*) aşılama buğday genotiplerinin (*Triticum aestivum L. emend. Fiori & Paol.*) düşük fosforlu koşullarda P alım etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında kök kolonizasyonunda % 50, yeşil aksamda % 18-88, kökte % 25-96 ve bitki kuru ağırlığında %29-91 artışın olduğunu, fakat mikorizasız koşullarda yeşil aksam kuru ağırlık/kök oranının yüksek olduğunu, mikoriza uygulanmış 'DL I010-5' (39%) ve 'DL 2044-1' (60%)

genotiplerinde en yüksek P içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Mikorizal bağımlılık bakımından ise yine en yüksek değere `DL1010-5' (191%) nolu genotipin sahip olduğunu bildirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre ıslahçıların P alımı etkinliği yüksek çeşitler geliştirmede kullanabileceklerini rapor etmişlerdir.

Üç mikorizal mantarın (*Glomus occultum*, *Glomus aggregatum* (yerel isolat) ve *G. mosseae* (Hindistan) *Acacia mangium* bitkisinin bitki boyu, kök uzunluğu ve çapı, yaprak alanı ve yeşil aksam kuru ağırlığına etkisinin araştırıldığı çalışmada, bütün mikoriza uygulamalarının bitki büyümesine olumlu etkide bulunduğu, *G. occultum* mikoriza türünün ise en iyi sonuç verdiği, *Acacia mangium* bitkisinin *G. occultum* ile % 57 oranında, *G. Mosseae* ile % 47, *Glomus aggregatum* ile % 46 oranında mikorizaya bağımlılık gösterdiği rapor edilmiştir (Ghosh ve Verma. 2006).

Yücel (2007)'in buğday ve yabancı türlerinin mikorizaya bağımlılığını belirlemek amacıyla yürütmüş olduğu çalışmada, buğdayın yabancı ve primitif formlarını da içeren 21 diploid, 29 tetraploid ve 7 hekzaploid buğday genotipini kullanmıştır. Mikorizaya bağımlılığın ploidi düzeylerine göre yüksek bir varyasyon göstermiş olduğunu, diploid, tetraploid ve hekzaploid türler için sırasıyla, %11.5-50.0, -0.10-35.4 ve %13.4-21.2 arasında değişim göstermiş olduğunu ve diploid türlerin, tetraploid ve hekzaploid türlerden daha yüksek bağımlılık sağladığını rapor etmiştir. Yürütmüş olduğu çalışmanın sonuçlarının, buğdayın S(B) genomunun yüksek düzeyde mikorizaya bağımlılık gösterdiğini, AA ve BBAA genomlarının hem bağımlılık, hem de bağımsızlık, buna karşın BBAADD genomunun ise en düşük tepki sağladığını gösterdiğini bildirmiştir.

Dare ve ark. (2008) 2004-2005 yıllarında Nijerya'nın farklı ekolojilerinde (Ibadan, Onne, Abuja and Ubiaja) dört lokasyonda tatlı patates genotiplerinde AM kolonizasyonunun varyasyonunu inceledikleri çalışmalarında, toplam 55 tatlı patates genotipinde infeksiyonun olduğunu, kök kolonizasyonunun % 24-95 arasında değiştiğini, bütün denemelerde lokasyon X genotip X yıl interaksiyonun önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca elde ettikleri tüm bulgular ışığında tatlı patatesin mikorizaya bağımlı ve çevreden etkilenen bir tür olduğunu rapor etmişlerdir.

Yine Yücel ve ark.(2009) tarafından yürütülen bir başka çalışmada 23 yabancı germik (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides*) buğday genotipi ile yürütülen ve

mikorizaya bağımlılığın incelendiği çalışmada mikorizaya bağımlılığın (56.8%-90.5%) ve büyüme tepkinin (% 144.0-% 990.4) gerçekleştiği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçların mikorizaya bağımlılığın B genom kromozomunda A genom kromozomundan daha büyük etkiye sahip olduğu, yabancı germik buğday genotiplerinin buğday ıslahında mikorizaya bağımlılık kaynağı olarak kullanılabileceğini rapor edilmiştir.

### **2.3. Domates Bitkisinin Önemi**

Domates (*Lycopersicon esculantum* Mill) bitkisinin Güney Amerika'nın batı kıyı şeridi kökenli olduğuna inanılmakta (Taylor, 1986; Papadopoulus, 1991) ve Meksika'dan dünyanın diğer ülkelerine yayıldığı kabul edilmektedir. Güney Amerika'nın özellikle de Peru ve Galapagos adalarının doğal bitkisi olan domates, ilk defa Meksika'da kültüre alınmış, Avrupa 16. yüzyıl ortalarında domatesle tanışmıştır. 18. yüzyılda da Avrupa'dan Kuzey Amerika'ya geçmiştir.

Domates en ucuz ve bol vitamin kaynaklarından birisidir. 100 gramında 0,55 mg B6, 1700 IU vitamin A, 0,1 mg vitamin B1 ve 21 mg vitamin C içerdiği bu vitamin içeriklerine göre domatesin 38 sebze arasında B6 vitaminince altıncı, A ve B1 vitaminlerince on üçüncü, C vitaminince ise yirmi üçüncü sırada yer aldığı bildirilmiştir (Sevgican, 1981). Domates dünyanın en güçlü antiokstantı olduğuna inanılan lycopene içermektedir ve lycopene bir çok kanser türünün gelişimini önlediği belirtilmektedir. Yine domatesin içerdiği ve aspirin benzeri bir madde olan salicylates kalp hastalığı riskini azaltmaktadır (Jones, 1999).

Domates kumlu topraklardan ağır killi topraklara kadar her tip toprakta yetiştirilebilir. Ancak en iyi sonucun organik madde ve besin maddelerince zengin, su tutma gücü yüksek, tınlı topraklardan alındığını bildirilmiştir (Şeniz, 1992).

Domates bitkisinin optimum gelişme gösterdiği toprak pH'sını Bayraktar (1970) 6.5, Macit ve Agme (1980) 5.0-7.5, Günay (1981) 5.5-7.0, Röber ve Schaller (1985) 5.0-6.0, Kovancı (1985) ise 5.4-6.4 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Özbek (1975), domates bitkilerinin tuzluluğa iyi derecede tolerans gösterdiğini rapor etmiştir. Maas ve Hoffman (1977), domatesi orta derecede tuza duyarlı bitkiler

grubuna almış, verimde azalmaya neden olabilen EC değerini 2.5 mmhos/cm 25 °C olarak rapor etmişlerdir.

Wittwer ve Honma (1979) serada domates yetiştiriciliği için toprakta bulunması gerekli kimyasal durum ve optimum besin elementi konsantrasyonunu şöyle özetlemişlerdir; pH 6.5-7.2, azot (Nitrat) 12-40 mg kg<sup>-1</sup>, fosfor 40-150 mg kg<sup>-1</sup>, potasyum 200-600 mg kg<sup>-1</sup> ve kalsiyum 600 mg kg<sup>-1</sup>.

### **2.3.1. Mikoriza-Domates İlişkisi**

Mikoriza çalışmalarının yoğunlaşmakta olduğu alanlardan birisi de sebzelerdeki çalışmalardır. Sebze yetiştiriciliğinde tohumdan başlayıp dikime kadar geçen dönemdeki mikoriza uygulamalarının bitki besin maddesi alımı, gelişme ve verime etkisi ile hastalık ve zararlılara dayanıklılığa olan etkisi üzerinde araştırmalar bulunmaktadır.

Mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992). Kaliteli fide elde edildiğinde bunun verime olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Dinç ve ark.,1978). Şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonu ürün üniformitesini ve şaşırtma sırasındaki fide kaybını azaltmaktadır (Barrows ve ark., 1977).

Domates genotiplerinin düşük fosfora toleransını araştıran Coltman ve Kuo (1991), mikoriza inokulasyonunun tarla koşullarında domateslerin fosfora toleransını önemli ölçüde değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Luxor domates çeşidi bitkiye yarayışlı düşük N ve P içeren topraklarda *Glomus fasciculatum* ve *Azotabacter choroococcum* veya her ikisi ile inokule edilerek yetiştirilmiştir. Domatesin *A. choroococcum* ile inokulasyonu köklerin *G. fasciculatum* ile infeksiyonunu hızlandırmış ve bitki büyümesini arttırmıştır. Bununla birlikte gövdenin N, Ca, Mg ve K kapsamı diğer uygulamalara göre artarken, kökün N, P, Na, Ca ve Fe kapsamı inokule edilmeyen bitkilerden daha fazla olmuştur (El Shanshoury ve ark., 1989).

Artan dozlarda uygulanan fosfor domates ve soğanda bitki toplam yaş ağırlığını ve gövde fosfor konsantrasyonunu artırırken, kökün mikoriza infeksiyonunu azaltmıştır. Mikoriza inokulasyonu soğanın gövde fosfor konsantrasyonunu ve toplam yaş ağırlığını düşük fosfor uygulamalarında arttırmıştır (Waterer ve Coltman, 1989).

Tarla koşullarında domatesin *Glomus fasciculatum* ve *Acaulospora vinelandii* ile tek tek veya birlikte aşılması bitki yaprak alanını, gövde kuru ağırlığını, azot ve fosfor kapsamı ile verimini mikoriza aşılammış bitkilere göre arttırmıştır. Sadece mikoriza aşılması bitki gelişmesi, azot ve fosfor kapsamı ile verimi artırırken, *A. vinelandii* yaprak alanı, gövde kuru ağırlığı, fosfor kapsamı ve verimin artması gibi ilave yararlar sağlamıştır (Mohandas, 1987).

Üç yerel *Glomus* türü (*G. fasciculatum*, *G. monosporum* ve *G. mossea*) tarla koşullarında domates, patlıcan ve biber bitkilerine inokule edilmiştir. Patlıcanın gövde yaş ağırlığı % 47, % 28 ve % 29 olarak sırasıyla *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* inokulasyonu ile artmıştır. Domatesin toplam verimi % 47, % 23 ve % 9 oranlarında sırasıyla *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* inokulasyonu ile artmıştır. Domates gövde yaş ağırlığı ise sırasıyla % 59, % 48 ve % 9 oranında artmıştır. Biberin toplam verimi % 22, % 21 ve % 27 oranında aynı sıralamaya göre artmıştır. Bunlar içerisinde en etkili türün *G. mossea* olduğu tespit edilmiştir (Al-Raddad, 1987).

Tropik ve subtropik koşullarda yetiştirilen domateste AMF mikoriza inokulasyonu fosfor alımını arttırmış ve *Fusarium oxysporum* hastalık şiddetinin azalmasından dolayı büyümeyi arttırmıştır (Dehne ve Schonbeck, 1979).

*G. mosseae* ile infekte edilen domates bitkilerinin yaş ağırlıkları ve kök ağırlıkları artmış, nematod penetrasyonu ve çoğalması ise gerilemiştir. AMF mikoriza mantarının nematodların neden olduğu stresi azaltmada çok etkili olduğu belirtilmiştir (Abd-El-Hadi 1988).

*G. mossea* ve *G. fasciculatum* dahil olduğu 7 *Glomus* türü ile domateste solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve biberde solgunluğa neden olan *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*'u kontrol etmek amacıyla yapılan çalışmada *Fusarium*'la inokule edilen mikorizalı bitkiler mikorizasız bitkilerden

daha fazla kök ve bitki ağırlığı ile bitki boyuna sahip olmuşlardır. *G. mossea* ile inokule edilen biber bitkisi yalnız *Fusarium* ve *Fusarium+G. mossea* ile infekte edilen bitkilerden daha fazla yaş ağırlığa ve bitki boyuna sahip olmuşlardır. *Fusarium* domates bitkisi köklerinin mikoriza ile inokulasyonunu azaltmamıştır. *Glomus* izolatları domates ve biberde *fusarium* infeksiyonunu farklı oranlarda azaltmıştır. M 66 izolatu *fusarium* infeksiyonunu domateste %64'e kadar azaltırken, M 75 izolatu en etkili *Glomus* izolatu olmuş ve biberde *fusarium* inokulasyonunu %96 oranında azaltmıştır (Al-Momany ve Al-Raddad, 1988).

*Rhizoctonia solani*'nin domateste neden olduğu çökerten hastalığının biyolojik kontrolü için *Glomus leptotichum*, *Gigaspora margarita* ve *Acaulospora morrovae* ile test edilmiştir. *Glomus leptotichum* ve *Acaulospora morrovae* ile inokule edilen bitkiler hastalığa karşı inokule edilmeyenlerden daha fazla dayanıklılık göstermişlerdir (Cassiolata, 1991).

Buharla sterilize edilen topraklarla yapılan saksı denemelerinde AMF mikoriza mantarının (*Glomus calodenium*) domateste kök mantarlaşması (*Pyrenochaeta lycopersici*) yoğunluğu üzerine etkisi çalışılmıştır. Patojenin olmadığı ortamlarda yetişen arbüsküler mikorizalı bitkilerin hastalık indeksi daha düşük olurken, kök gelişmeleri daha fazla olmuştur. Bitkilere arbüsküler mikoriza mantarı inokulasyonu ile ilave N ve K'un verildiği kombinasyonlar hastalık indeksini en aza indirirken, en yüksek bitki gelişmesi ve verimi bu kombinasyonlardan elde edilmiştir. Araştırmacılar arbüsküler mikoriza mantarının bitki sağlığındaki rolünün özellikle diğer bitki koruma önlemleriyle entegre edildiğinde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (Bochow ve Abou-Shaar, 1990).

Pusa Ruby domates çeşidinin *Glomus fasciculatum* ile infekte edilmesi kök uru nematodu (*Meloidogyne javanica*) popülasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. *G. fasciculatum* ile inokulasyonun lignin ve fenollerin üretimini iki kat arttırarak Pusa Ruby çeşidinin kök uru nematoduna karşı dayanıklılığını sağlamıştır (Singh ve ark., 1990).

Domates bitkilerinin kök derinliğine *G. mosseae*, *Pseudomonas syringae* (bakteriyel kara leke hastalığı etmeni) ve her ikisi inokule edilmiş, *P. syringae* inokulasyonu bitki kuru maddesini azaltırken, *G. mossea* ile *P. syringae* birlikte

inoküle edildiğinde bitki kuru maddesi azalmamıştır. Mikoriza kök uzunluğu yüzdesi *P. syringae* tarafından etkilenmezken, *G. mosseae*'nin varlığı rizosferdeki *P. syringae* popülasyonunu azaltmıştır (Garcia-Garrido ve Ocampo, 1988).

Al-Karaki (2000) tuz stresi koşullarında domates bitkisi ile yaptığı araştırmada *G. mossea* ile infekte edilen bitkilerin kontrole göre daha fazla kolonizasyon gerçekleştirdiğini ve tuzlu topraklardaki ürün kaybını azalttığını bildirmiştir. Araştırmacı mikorizal aşılmasının bitki gelişmesi ve besin maddesi alımında artış sağlayarak domates bitkisini tuz stresine karşı koruduğunu belirtmiştir.

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

İki domates çeşidinde, mikoriza inokulasyonu ve fosforun polen kalitesi ve miktarı üzerine etkilerini in vitro ve in vivo'da araştıran Poulton ve ark. (2001) düşük fosfor içeren topraklara mikoriza inokulasyonu ile daha fazla tohum elde etmişlerdir. Araştırmacılar düşük fosfor içeren topraklara mikoriza uygulaması ile çiçek ve dolayısıyla polen miktarı ve kalitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Pond ve ark.(1984) güney merkez California ve Nevada'dan tuzlu topraklardan 38 AMF mikoriza mantarı toplamışlar ve tanımlamışlar. Bunların 22 tanesini domates fidelerine inoküle ederek yapay tuzluluk koşullarında değerlendirmişler. Kontrole göre 6 örneğin tuzlu koşullarda domatesin gelişmesine önemli etki ettiğini, *Glomus fasciculatum*'un en büyük büyümeyi sağladığını bildirmişlerdir.

Al-Momany ve Al-Raddad (1988) *F. oxysporum f.sp*'un sebep olduğu *tomatoes wilt* ve *F. oxysporum f.sp. vasinfectum*'un sebep olduğu *Capsicum frutescens wilt*'in kontrolü için 7 izole edilmiş *Glomus spp.* (*G. mosseae* ve *G. Fasciculatum*) kullanmışlar ve *F. oxysporum* ile inoküle olmuş mikorizal domates bitkilerinin yüksek oranda bitki boyu, kök ve yeşil aksam ağırlığına sahip oldukları ve *F. oxysporum* ile inoküle olmuş *C. Frutescens* bitkilerinin en yüksek bitki boyuna sahip olduklarını bildirmişlerdir. *Glomus spp.* domateste *F. oxysporum* oranını azaltmış ve *C. frutescens* köklerinde farklı oranlarda olmuştur. M 75C. *Frutescens*'de



*F. oxysporum* infeksiyonunu % 96' ya kadar azaltmasına rağmen M66 domateste *F. oxysporum* infeksiyonunu % 65 e kadar minimize etmişliğini bildirmişlerdir.

Olsen ve ark. (1996) AMF aşılamanın (*Glomus mosseae* ve *G. etunicatum*) mısır, domates ve biberin gelişimi üzerine etkisini araştırdıkları sera koşullarındaki denemede bitkilere düşük fosforda (6 mg P/kg) fosforun 5 farklı dozunu (0, 10.3, 30.9, 92.7 or 278 mg P/kg ve azotun 2 dozunu (50 ve 200 mg N/litre) sulama suyu solüsyonu şeklinde uygulamışlar ve 10,3 dozunda biberde AM aşılması yapılmış bitkilerde kuru ağırlık 10,03 g/bitki ve olgunlaşmış en genç yaprakta P konsantrasyonu % 0,14 olup aşılama yapılmayanlarda ise kuru ağırlık 0,28 g/bitki ve P konsantrasyonu % 0,09 olduğunu, aşılama yapılmış bitkilerin dokularındaki yüksek P kapsamına rağmen düşük P oranlarında tatlı mısır ve domateste kontrole göre bir değişiklik oluşmadığını rapor etmişlerdir. Mısır ve domates bitkilerinde orta P düzeyinde inoküle olmuş bitkilerin kuru ağırlıkları inoküle olmamışa göre daha az bulmuşlardır. Artan N dozunda tatlı mısırdaki kök kolonizasyonunu arttırmış fakat domates ve biberde önemli bir etki oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Copeman ve ark. (1996) tuzlu ve tuzsuz topraklardan topladıkları AMF populasyonlarını domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. 'Heinz 1350 VF 402) fidelerine aşılamışlar ve 8 hafta boyunca 1,0, 2,0, 5,0, ve 10,0 dS/ m 1 M NaCl : 1 M CaCl<sub>2</sub> dozlarını içeren saf suyla sulamışlar. Tuzsuz alanlardan toplanan VAM'ın bitki büyümesini arttırdığını fakat tuzlu alanlardan toplanan AMF'nin bitki büyümesini azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca tuzlu topraklardan elde edilen AMF'nin bitki büyümesini teşvik etmemesine rağmen tuzlu düzeylerde yaprak CI konsantrasyonunu azalttığını, bu durumun ise tuzlu koşullarda bitkilerin hayatta kalabilmesi için faydalı olabileceğini rapor etmişlerdir.

Thomson ve ark. (1996) düşük fosfor içeren ortamlarda 4 mikoriza türünün 15 farklı kombinasyonunu domates fidelerinin gelişmesi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında mikorizal bitkilerin yüksek bitki boyuna sahip olduğu aynı zamanda bitki dokularındaki N ve P oranlarını arttırdığını bildirmişlerdir. AMF kombinasyonları arasında *endophytes*'lerin en etkili olduğunu, fakat *Glomus aggregatum* ve *G. fasciculatum* arasında bitki büyümesi bakımından negatif korelasyonun olduğunu rapor etmişlerdir.

Kim ve ark. (1998) AMF ve *phosphate-solubilizing* bakteri'nin (PSB) domateste bitki büyümesi, toprak mikrobiyal aktivitesi ve organik asitlerin üretimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarını 3 deneme ve bir kontrol ile yürütmüşlerdir. *Enterobacter agglomerans* ile inokulum (deneme E), *Glomus etunicatum* ile aşılama (deneme G), *E. agglomerans* ve *G. etunicatum* ile aşılama (deneme E+G) ve kontrol (C) olarak tanımlamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında aşılama E, G, ve E+G (35, 55, ve 75 gün) ile bitki büyümesi artmıştır. Zamanla rizosferdeki mikrobiyal biomass, karbon (C) ve alkalın fosfat aktivitesinin arttığını ve *E. agglomerans* ve *G. etunicatum* arasında sinerjik bir intereksiyonun olduğunu rapor etmişlerdir.

Abdul Khalil Gardezi ve ark.(1999) Meksika'da *F. o. f.sp. radidis-lycopersici* ile infekte olmuş topraklarda AMF mikorizanın domatesin gelişimi üzerine etkisini araştırmışlar ve mikorizanın hem infekte olmuş toprakta hemde steril olmuş toprakta etkili olduğunu ve *Glomus sp.*'nin patojen popülasyonunu ve hastalık şiddetini azalttığını rapor etmişlerdir.

Olsen ve ark. (1999) 2 farklı (biber, domates) üründe sobahar-kış, yaz-sonbahar da olmak üzere serada saksıda düşük P ortamı kullanarak 5 farklı P dozunda (0 , 9.2 , 27.5 , 82.5 ve 248 mg P/kg) mikorizanın etkisini araştırdıkları çalışmada AMF kolonizasyonu olan bitkilerin tüm bitki kuru ağırlığında biberde 9,7 kat ve domateste 17,9 kat artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Rao ve ark. (2000) Hindistanda 1999-2000 yılları arasında sera ve arazi koşullarında yaptıkları ve *Pasteuria penetrans* ve *Glomus mosseae*'nin domateste kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisini araştırdıkları çalışmada uygulamaların nematot popülasyonunu, yumurta üretimini önemli derecede azalttığını ve *P. penetrans* ve *G. mosseae* kombinasyonunun *P. penetrans* ile karşılaştırıldığında en iyi sonucu verdiğini rapor etmişlerdir.

Subramanian (2001)'nin Hindistan Tamil Nadu'da 1999 and 2000 yıllarında 4 farklı nem rejimi altında (0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 IW : CPE oranı) domates bitkileri ile yürütmüş olduğu çalışmasında *Glomus intraradices* (50 g/m<sup>2</sup>) aşılmasının kuraklık koşullarda bitki büyümesi ve ürün miktarındaki azalmayı minimize ettiğini rapor etmiştir.

Dell'amico ve ark. (2002) tarafından yürütülen bir başka çalışmada mikoriza aşılanmış ve aşılanmamış domates bitkileri (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv 'Amalia') 72 saat süreyle su stresine tabi tutulmuş ve *Glomus clarum* domates bitkisinin büyümesini arttırmasına rağmen su stresinin kök kolonizasyonunu azalttığını bildirilmiştir. Özellikle su stresi uygulaması yapılan kontrol bitkilerinde yaprak turgor potansiyeli ve yaprak su potansiyelinin azaldığını rapor edilmiştir..

Jackson, (2004)'nın organik domates üretiminde arbuskular mikoriza ve besin elementi varlığının etkisi ile ilgili çalışmasında mikoriza aşılmasının meyve kalitesinde, meyve fosforunda ve toplam fosfor içeriğinde artışa neden olduğunu ve yine uygulamanın meyvelerde besin kalitesini arttırdığını bildirmiştir.

Hernandez ve ark. (2004) Küba'da tomato HC 38-80 domates çeşidinde fide aşamasında AMF ve *Rhizobacteria* uygulamalarının bitki büyümesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında bitki boyu, bitki çapı, kök uzunluğu ve toplam kuru ağırlığı incelemiştir. Fide aşamasında en yüksek etkiyi *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *G. mosseae* + *Pseudomonas fluorescens* ve *G. mosseae* + *Azospirillum brasilense* kombinasyonlarında tespit etmişlerdir.

Attia ve ark.(2004) bakteriyal (*B. subtilis*) ve mantarsal AMF (*Glomus spp.*) mikroorganizmaların tek yada kombinasyonlarının serada dezenfekte edilmiş ve edilmemiş toprak koşullarında yetiştirilen domatesin (*Supermarmment*) büyümesine ve *Fusarium oxysporum*'un kontrolüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kombinasyonların mikroorganizmaların ayrı ayrı uygulamasına göre daha etkili olduğunu, hastalık şiddetinin kontrolde % 65, mikoriza aşılanan uygulamalarda ise % 23,3 olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca mikoriza aşılması yapılan bitkilerde kontrole göre meyve sayısında % 22 ve meyve büyüklüğünde % 44 oranında artışın olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışma ile domateste *G. monosporum* and *G. Mosseae*'nın *Fusarium oxysporum f. sp. radicle-lycopersici* (FORL) kök infeksiyonunu önemli oranda azalttığı bildirilmektedir (Utkhede, 2006)

Domates ve mikoriza arasındaki ilişki moleküler açıdan da incelenmektedir. Nitekim Nicholas ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada mikoriza-domates interaksyonyonu ile ilgili bir mutasyon belirlenmiş ve bu mutasyon

klonlanmaya çalışılmıştır. Aynı mutasyonun domatesin *nematod* ve *Fusarium wilt* ile olan ilişkisinde etkilediğini bildirmişlerdir. Fakat haritalama populasyonu oluşturmalarına rağmen elde edilen farklılığın haritalanması ve etkili olan gen veya genlerin klonlanması için yeterli olmadığını, elde edilen sonuçların ise bu ilişkinin genetik temelini anlamada kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Mikorizanın diğer biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkileri koruduğuna yönelik bir çok bitki türünde yapılan çalışmalarda olduğu gibi domates ile yürütülen çalışmalarda da pozitif sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Subramanian ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada farklı kuraklık seviyelerinde mikoriza aşıl原因 domates bitkilerinin N ve P alımının, meyve ve çiçek sayısının ve absisik asit düzeyinin arttığını ve bu artışların kurak tarla koşullarında yetiştirilen domates üretimi ve kalitesi bakımından önemli olduğu bildirilmiştir.

### **2.3.2. Domates genotipleri ile ilgili çalışmalar**

Günümüzde kültürü yapılan *L. esculentum* ve onun yabani formu *L. esculentum* var.'ın dışında *L.pimpinellifolium* , *L. cheesmanii*, *L. chmielewskii*, *L. chilense*, *L. parviflorum*, *L. peruvianum* , *L. hirsutum*. ve *L. pennellii* olmak üzere 8 adet akraba tür bulunmaktadır. Bu türler Güney Amerika'da özellikle Peru'da doğal olarak yetişmektedir. Sadece yabani *cherry*'nin kültürü yapılmaktadır. *Lycopersicon esculentum* kurak alanlardan nemli alanlara, kıyı şeridinden 3300 rakımlı alanlara kadar geniş bir alanda yetişebilmekte ve bundan dolayı domatesteki büyük bir varyasyonun olması kaçınılmazdır (Foolad, 2007).

Bu genetik varyasyonu ıslacılar yeni çeşit geliştirmek için yoğun bir şekilde kullanmışlar ve kullanmaya devam etmektedirler. Özellikle yabani türler abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklılık kaynağı olarak kullanılmaktadır. Söz konusu türlerle ilgili çok iyi harita oluşturulmuş durumdadır.

Foolad, (2007)'ın bildirdiğine göre, çalışmada kullanılan domates türleri ile haritalama çalışmaları yürütülmüş

-*Hirsutum*'dan düşük sıcaklığa dayanım, *Earlt blight*, *Late blight*, *Leaf mould*, *Potyviruses*, *Powdery*, *Mildew*, *Tobacco mosaic virus*, *Tomato yellow leaf curl* virusüne dayanım,

-*L. pimpinellifolium*'dan düşük sıcaklığa , kuraklığa , tuza , *tomato yellow leaf curl virus* , *nematoda*, *Late blight*, *Gray leaf spot*, *Fusarium wilt*, *Early blight* , *Bakterial wilt* ve *Bakterial speck*'e dayanım,

-*L. peruvianum türünden*, *Aphid*, *Bacterial canker*, *Bacterial wilt*, *Fusarium crown* ve *nematod*'a (root knot ), *tobacco mosaic virus*'üne, *tomato spotted wilt virus*'üne dayanım haritalanmıştır.

Söz konusu dayanıklılıklar çeşitli ıslah metotlarıyla yaygın olarak kültürü yapılan domates çeşitlerine aktarılmaktadır. Mikoriza mantarının bağımlılığı bakımından oluşacak varyasyonda domatesin sahip olduğu genetik varyasyon önem arz etmektedir. Çünkü değişik genetik yapıya sahip genotiplerin oluşturacağı varyasyon ıslah çalışmaları bakımından önemlidir.

#### **2.4. Biber Bitkisinin Önemi**

Biber, dünyada ve ülkemizde değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen önemli bir sebze türüdür. Ülkemizin her bölgesinde az veya çok biber yetiştiriciliği yapılmaktadır. Taze tüketimin yanında, toz biber, salça, közleme, sos, turşu ve ana yemeklerin içerisinde çok değişik şekillerde değerlendirilmektedir.

Anavatanı Güney Amerika olan biber *Solanaceae* familyasından olup yaygın kullanılan türü *C. annuum L.* olarak isimlendirilir. *Solanaceae* familyası *Capsicum* cinsi içinde 20–30 tür vardır. Çoğu biber türleri  $2n=24$  kromozomlu olmakla birlikte yabani biberlerde  $2n=48$  kromozoma rastlamak mümkündür (Krug, 1986).

*Capsicum annuum*'un geniş bir çeşitlilik gösterdiği, Meksika ve Orta Amerika biberin birincil gen merkezi, Güney ve Orta Avrupa, Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın bazı kesimleri ise ikincil gen merkezleri olarak bilinmektedir (IBPGR, 1983).

*Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsi, yenedünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde yetişen yaklaşık 30 türü kapsamaktadır (Greenleaf, 1986). Bunlardan 5

tür (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. pubescens*, *C. frutescens* ve *C. chinense*) ekonomik olarak kültüre alınmıştır. Biberin kültüre alınması, kullanım alanları ve kıtalar arası taşınmalar çeşitliliği azalttığı için genetik bir darboğaz olarak görülmektedir.

Biber, besin içeriği bakımından oldukça yüksek değerlere sahiptir. 100 g taze yeşil tatlı biberde, 29 kalori, 1,1g protein, 0,2 g yağ, 92,6 g su, 4,2 g karbonhidrat, 1,4 g selüloz bulunmaktadır. Yine yeşil tatlı biberler A, B1, B2, C vitaminlerince zengin olup, ayrıca P ve K ile alkoloitlerde içermektedir. Biber tohumlarındaki yağ oran % 25-28' dir (Günay, 2005).

İçeriğinde bulunan "capsaicin" isimli alkaloid maddesinin oranına göre meydana gelen acılık iştahı arttırıcı özelliği ile birlikte sindirim sisteminde bir çeşit dezenfektan olarak da görev yapmaktadır (Anonymous, 2005). Suyu sıkıldığı ve dışardan sürüldüğü zaman romatizmaya iyi gelmektedir. Ayrıca *Pleuritis* ve *Angina pectoris*'e karşı ilaç olarak kullanılmaktadır (Günay, 1981). Son yıllarda biber suyu adale ağrısı ve romatizma için çeşitli ilaçların bileşimine girmektedir.

Türkiye'ye girdikten sonra sevilerek tüketilen gıdalar arasına giren biberin üretimi, 1.860.000 ton ile ülkemiz sebze üretiminde, domates, karpuz, soğan, kavun ve hıyardan sonra 6. sırada yer almaktadır (Anonim, 2007). Türkiye dünya biber üretiminde bazı yıllar Çin'den sonra ikinci sırada, bazı yıllarda ise Endonezya ile yer değiştirerek dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2005).

#### **2.4.1. Mikoriza-Biber İlişkisi**

Afek ve ark. (1991) 1988 ve 1989 yılları arasında fumige edilmemiş topraklarda vesikular-arbuskular mikoriza (AMF) kolonizasyonunun soğan, pamuk ve biberin bitki büyümesi ve ürün artışına etkisini araştırdıkları çalışmalarında AMF inoküle edilmiş topraklarda en yüksek yaş ağırlığa pamuğun sahip olduğunu, AMF inoküle edilmiş biber bitkilerinin yaş ağırlığının, fumige edilmemiş topraklarda fumige edilmiş göre 1-2 kez daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Uygulamadan 5 hafta sonra 3 bitki türünde de kök kolonizasyonu ile yaş ağırlık ve ürün arasında korelasyonun olduğunu rapor etmişlerdir. Solarizasyon ortamındaki doğal mikoriza

varlığının yok edilmesinden dolayı AMF inokulum etkisinin büyük olduğunu bildirmişlerdir.

Krikun ve ark. (1990) metil bromid ve fosfor gübrelemesinin fosfor noksanlığı olan topraklarda mikoriza uygulamasının 4 bitki türünün büyümesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında fumigasyonu takiben kerevizde (*Apium graveolens*), soğan ve biberde hasat edilebilir ürün miktarı ve P içeriğinin düşük olduğunu, en yüksek P gübreleme denemesinin 25.4 mikro g/g bikarbonat-ekstrakte edilebilir P ve 0.26 mikro g/g su ile ekstrakte edilebilir P olduğunu tespit etmişlerdir. Bu P düzeyinin fumige edilmemiş topraklarda vesikular arbuskular mikoriza aşılandığı zaman süperfosfat olarak 330 kg P/ha P gübrelemesinin etki etmediğini, en yüksek fosfor gübreleme denemesinin 25.4 mikro g/g bikarbonat-ekstrakte edilebilir P and 0.26 mikro g/g P olduğunu bu P düzeyi ise mikoriza aşılandığı zaman kabul edilebilir ticari ürün için yeterli olduğunu ve bu durumunda bu ürünler için mikoriza ilişkisinin önemini ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu sonuçların ürün AMF bağımlılığı ve AMF etkinliğinin P önerileri için gerekli bir faktör olarak düşünülmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Russo (2006) organik sertifikalı ortama uyguladıkları *Sinorhizobium sp. bacteria* ve AMF'nin, dolmalık biber (*C. annuum L.*, Jupiter)'in aktarılması ve gelişimine etkisini inceledikleri çalışmalarında ortamı günde iki kez 3 dakika ve günde 3 kez 2 dakika sulamışlardır. Fideler 8, 16, 24 ve 32 ml.l<sup>-1</sup> organik sertifikalı sıvı gübre ile tohum ekiminden 3 hafta sonra gübrenilmiş ve bakteri kullanımının bitki boyunu ve kuru ağırlığını geliştirdiğini, bitkiler bir günde iki kez sulandığı zaman 16 ml/L<sup>-1</sup> sıvı gübre ile en uzun, 24 ml/L<sup>-1</sup> ile en yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu, AMF etkisi ile ise fideler günde iki kez sulama ile 24 ml/L<sup>-1</sup> sıvı gübre uygulamasında en yüksek bitki boyu ve en yüksek kuru ağırlığa sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Oyetunji ve Osonubi (2005) tropik topraklarda yarı kontrollü sera koşullarında arbuskular mikorizanın (*Glomus mosseae*, *G. etunicatum* ve her ikisinin karışımı)'nın *chilli* biberin üretimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında her uygulamada 10 g inokulum kullanmışlar ve *G. etunicatum*'un biberin meyve ve

çiçeklenme potansiyelini arttırdığı gibi biomas üretimini geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Thanuja ve ark. (2002) arbuskular mikorizanın Panniyur-1 biber çeşidinin bazı kök özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 3 mikoriza inokulumu kullanmışlar ve bunlar arasında en etkili *Acaulospora laevis* (% 69.96) olduğunu, AMF ile aşılama *Orthotropic cuttings*'lerin en yüksek kök gelişimine sahip olduğunu, *Gigaspora margarita* primer kök sayısında ve kuru ağırlıkta en etkili inokulum olduğunu, oysa primer kök uzunluğunda en etkili *Glomus fasciculatum*, en yüksek P içeriğinin *G. fasciculatum* (% 0.202) ile elde edildiğini ve bu çalışmanın AM aşılama etkisini ortaya koyduğunu rapor etmişlerdir.

Tofino ve ark. (1998) kırmızı bibere (*Capsicum annuum*) 20 ve 40 g/bitki 18:18:18 NPK, ve 20 g NPK + *Azotobacter chroococcum* ve *A. vinelandii* (rhizobacteria) ve/veya *Scutellospora gilmorei* + *Acaulospora longula* (mikorizal mantar) uygulaması yapmışlar ve en büyük ürün artışının mikoriza + NPK uygulamasında elde etmişlerdir.

Şensoy ve ark. (2007) 8 biber genotipi ve 2 mikoriza çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada mikorizaya bağımlılık bakımından 5 biber genotipinde pozitif etki gösterdiği 3 biber negatif etki gösterdiğini rapor etmişlerdir..

Demir, (2004) arbuskular mikorizanın biberin bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkisi araştırdığı çalışmasında, mikorizal simbiyosis nedeniyle artan bitki fosforunun biberin fizyolojik performansına pozitif etki yaptığını bildirmiştir.

Ortaş, (2002) mikorizal inokulumun mısır, fasulye ve biber bitkilerinin gelişmesi üzerine etkisi ile ilgili yaptığı çalışmada bu bitkilerin mikorizaya çok güçlü bir şekilde bağımlılık gösterdiğini bildirmiştir.

Zheng ve ark. (2004)'nin *Phytophthora capsici*'ye karşı *Glomus intraradices* ile ön uygulamanın biber bitkilerinde pathogenesis-related (PR) proteinler ve anti oksidant enzimlere etkisini araştırdıkları çalışmalarında *G. intraradices* ile aşılama bitkilerinde kök ve yeşil aksam büyümesinin en yüksek olduğunu, mikorizal enfeksiyonun patojenin oranını % 10 azalttığını, PR proteinlerin mikoriza uygulamasına göre sadece *Phytophthora capsici* uygulanmış bitkilerde arttığını, yapraklardaki peroksidaz aktivitesinin hem mikoriza uygulanmış hem de



uygulanmamış bitkilerde arttığını, *G. intraradices*'in biber bitkilerini patojenlere karşı koruyucu faktörlerden birisi olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca mikoriza aşılansmış biberlerde patojen infeksiyonun yapraklardaki antioksidant enzimleri ve PR proteinlerini değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Domateste olduğu gibi tuzlu toprak koşullarında mikoriza biber bitkisinin gelişmesine ve diğer üretim ve meyve özelliklerine önemli oranda katkıda bulunmaktadır. Nitekim Kaya ve ark.(2009) tarafından yürütölen bir çalışmada mikoriza aşılansmasının değişik tuz konsantrasyonunda mikoriza aşılansmayan bitkilere göre bitkilerin yapraklarındaki besin elementi kapsamını düzeltdiğini bildirmişlerdir.

#### **2.4.2. Biber genotipleri ile ilgili çalışmalar**

Bitki ıslahı çalışmalarının sağlıklı yürüyebilmesi için öncelikle geniş bir gen havuzu oluşturularak ıslah programını amaca uygun bir şekilde yönlendirmek gerekmektedir. Bu yüzden mümkün olduğunca farklı genetik yapıya sahip genotiplerin gen havuzuna dahil edilmesi bitki ıslahı bakımından büyük önem arzetmektedir. Bu yüzden bitki ıslahçıları öncelikle işe farklı ekolojiye sahip alanlardan farklı morfolojik yapıya sahip genotipleri seçerek başlamaktadırlar.

Genetik kaynakların doğru ve daha etkili değerlendirilebilmesi için genotiplerden oluşun koleksiyonlar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu koleksiyonlarının toplanması kadar bunların doğru ve etkin yönetilmesi de çok doğru stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bitki ıslahçıları, biber ıslahı çalışmalarını yalnızca *C. annuum* ile melezleme veya seleksiyon üzerine yoğunlaştırmışlardı. 1960'lardan beri diğer *Capsicum* türleri artan oranda ıslahta kullanılmaktadır. Bunlar henüz tamamen değerlendirilememekle birlikte, özellikle biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılık gibi birçok kullanışlı karakterleri taşıdığı bilinmektedir. Örneğin; *C. baccatum* ve *C. frutescens*'in *Verticillium solgunluğuna*, *C. chacoense* 'nin bakteriyel yaprak lekesine, *C. baccatum*'un hıyar mozaik virüsü ve patates Y virüsüne dayanıklı oldukları bulunmuştur. Bununla birlikte, *C. cardenasii*'nin kurağa dayanıklı olduğu saptanmıştır (Grubben 1977, Pickersgill 1980,).

Türkiye’de yetiştirilen biber çeşitleri diğer ülkelerde yetiştirilenden farklı olduğu için yabancı çeşitlerin üretimini yapma olasılığı çok sınırlı düzeydedir. Bu nedenle yerel biber popülasyonlarının seleksiyonu ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi ıslah çalışmalarının öncelikli konusu olmalıdır. Bu konuda Tarım Bakanlığı’na bağlı Araştırma Enstitüleri tarafından bir seri ıslah çalışması yürütülmektedir. Populasyon halindeki biberlerin ıslahında toplu veya teksel seleksiyon yöntemleri kullanılmakta ve standart çeşit özelliği kazandırılmaktadır (Keleş, 2007).

Göçmen (2006) yapmış olduğu bir çalışmada, analizi yapılan 16 biber genotipinde polimorfizm oluşturan 31 SRAP primer kombinasyonunda toplam 254 adet DNA bandı oluştuğunu, bu bantların 99’u (% 39) monomorfik ve 155’i (% 61) polimorfik bulunduğunu, bu veriler ışığında her primer için elde edilen ortalama bant sayısı 8,18 bant/primer ve polimorfik bant sayısı 5 bant/primer olarak belirlendiğini rapor etmiştir. Ayrıca *C. annuum* ve *C. frutescens* arasında yaklaşık % 30 genetik benzerlik olduğu, ancak *C. annuum* türü içerisinde çeşitleri SSR belirteçlerle ayırmamın zor olduğu tespit edildiğini, ancak SSR ve SRAP belirteçlerin kombine değerlendirilmesinde çalışmada kullanılan tüm genotipler genetik olarak ayrıldığını bildirmiştir.

Adetula ve Olakojo (2006) Nijerya’da *Capsicum frutescens*’e ait 33 biber genotipi ile yapmış oldukları 14 morfolojik karakter ile ıslah programı için agronomik ve genetik potansiyelini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonunda 5 adet genotipin meyve kalitesi ve verimlilik açısından ıslah programlarının içerisine alınacak kadar iyi olduğu saptanmıştır. Bakılan 14 morfolojik özellik içinde çanak yaprak kenarının şeklinin genotipleri birbirinden ayırmada en etkin olduğunu rapor etmişlerdir.

Söz konusu bu çalışmada kullanılan biber genotipleri ile ilgili olarak, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü bünyesinde oluşturulan yurtiçi (amaca özel değişik bölgelerde yetiştiriciliği yapılan değişik biber popülasyonlarının araziden toplanması), yurt dışı (amaca özel değişik kaynaklardan toplanması), Gen bankaları (yurtiçi, yurtdışı), ticari F1 hibrit çeşit açılımı kaynakları ve melezlemeler (melezleme yapıldıktan sonra melez bireylerden elde edilen hatlardan seçilen

genotipler ve daha sonra bunların saflaştırılması ile oluşan saf hatlar) elde edilen genotiplerle biber gen havuzu oluşturulmuştur (Keleş, 2007).

Yine aynı gen havuzundaki genotiplerle ilgili olarak Keleş (2007) 6 kez kendilenmiş olan 562 biber genotipinin morfolojik olarak karakterizasyonu yapmıştır. Koleksiyonun 16 sivri, 11 çarliston, 11 yağlık, 9 Kahramanmaraş-Şanlıurfa, 9 dolma ve 10 süs biberi genotipi ile düşük sıcaklık testlemesi sonuçlarına göre belirlenen 10 duyarlı, 10 orta tolerant ve 10 tolerant genotipten oluştuğunu bildirmiştir.

Yine Alata Bahçe Kùltürleri Kùltürleri Araştırma Enstitüsü biber gen havuzundan seçilen 75 adet farklı biber genotipinde biber genotiplerinin çinko etkinliği araştırılmış ve biber genotipleri arasında çinko etkinliği bakımından büyük bir varyasyonun olduğu rapor edilmiştir (Eken, 2007).

**3. MATERYAL VE METOT****3.1. Materyal****3.1.1. Denemede Kullanılan Genotipler**

Bu çalışmada iki dönemde toplam 7 adet türler arası melezlerden gelen domates populasyonların yabani ebeynleri, 1 adet sanayilik domates çeşidi (TA496) ve 1 adet standart domates çeşidi (A183) ile toplam 20 adet Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen biber ıslah projeleri çerçevesinde oluşturulan biber hatları ile yurtiçi ve yurtdışından temin edilen biber genotipleri materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 3.1,3.2).

Çizelge 3.1 Denemelerde Mikorizaya Bağımlılığı İncelenene Domates Genotipleri

<b>SN</b>	<b>Orijinal No</b>	<b>Türü</b>	<b>Orijini</b>
1	LA1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	Peru
2	LA1223	<i>L. hirsutum</i>	Ekvador
3	LA1777	<i>L. hirsutum</i>	Peru
4	LA0722	<i>L.pimpinellifolium</i>	Peru
5	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	Meksika
6	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	Meksika
7	TA 496	<i>L. esculentum</i>	ABD
8	A 183	<i>L. esculentum</i>	Alata
9	LO 6176	<i>L.pimpinellifolium</i>	Peru

Çizelge 3.2 Denemelerde Mikorizaya Bağımlılığı İncelenen Biber Genotipleri

S.N.	Orijinal No	Türü	Orijini	Meyve Tipi
1	A 475	<i>C. annuum</i> L.	Aydın	Maraş Biberi (Sivri)
2	A 450	<i>C. annuum</i> L.	K.Maraş	Maraş Biberi
3	A 111	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Maraş Biberi (Süs)
4	A 390	<i>C. annuum</i> L.	Muğla	Süs (Yedi kardeş)
5	A 318	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Sivri
6	A 21A	<i>C. annuum</i> L.	Kazanlı	Sivri
7	A67	<i>C.annuum</i> L.( Parennial)	İNRA	Süs
8	A 124	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Dolma
9	A 300	<i>C. annuum</i> L.	Şanlıurfa	Urfa Biberi
10	A 292	<i>C. annuum</i> L.	Tayland	Süs
11	A 47	<i>C. annuum</i> L.	Hindistan	Süs
12	A 287	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Sivri
13	PM 702	<i>C. annuum</i> L.	Meksika	Süs
14	CM 334	<i>C. annuum</i> L.	İNRA	Süs
15	Yolo Wonder	<i>C. annuum</i> L.	ABD	Dolma
16	AL-4	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Sivri
17	A 68	<i>C. annuum</i> L.	İNRA	Süs
18	A1452	<i>C. annuum</i> L. (LS279)	İNRA	Süs
19	A1462	<i>C. annuum</i> L. (PI427290)	İNRA	Süs
20	A324	<i>C. annuum</i> L.	Alata	Sivri



Şekil 3.1 Denemeden Genel Bir Görünüm

**3.1.2. Deneme Yeri ve Yılı**

Konu ile ilgili denemeler Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü seralarında ve Yaprak –Toprak analiz laboratuvarında 2007-2008 yetiştirme mevsiminde I. Dönem (12 Haziran – 15 Ağustos 2007) ve II. Dönem (05 Şubat-25 Nisan 2008) olmak üzere iki dönem halinde yürütülmüştür.

**3.1.3. Fide Yetiştirme**

Domates ve biber genotiplerine ait tohumlar 2:1 oranında torf ve perlit içeren viyoller içerisinde çimlendirilmiş ve elde edilen fideler 2-3 gerçek yaprak oluştuktan sonra deneme saksılarına aktarılmışlardır.

**3.1.4. Yetiştirme Ortamı**

Yetiştirme ortamı olarak toprak (orman toprağı: dere kumu 2:1 (v/v) hacim oranlarında karıştırılmış 2 litre hacimdeki saksılar kullanılmıştır.

Çizelge 3.3 Yetiştirme Ortamının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bünye	Tınlı
Org.Mad. (%)	2,60
Toplam Kireç (%)	20,00
pH	7,60
Tuz(mmhos/cm)	0,71
P (ppm) (Olsen)	32,0
K (ppm)	317,5
Ca (ppm)	3589,2
Fe (ppm)	3,4
Mn (ppm)	1,1
Zn (ppm)	1,5
Cu (ppm)	0,3

### **3.1.5. Mikoriza Türü**

Denemede kullanılan *G. etunicatum* mikoriza türü ÇÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden temin edilmiştir. Mikoriza Ortaş ve ark. (1999)'a göre üretilmiş ve denemede kullanılıncaya kadar +4 °C'de korunmuştur.

#### ***Glomus etunicatum* (INVAM, 2004)'um Özellikleri:**

Renk: Turuncudan koyu kahverengi sarı renk arası değişik renklerde bulunmaktadır.

Şekli : Küresel ve yarı küresel

Büyüklüğü : 60-160 um, ortalama: 129 um

Orijini : ABD

### **3.2. Metot**

Denemenin I. döneminde A475, A450, A111, A390, A318, A21A, A67, A124, A300, A292, A47, A287, PM702, CM334, Yolo Wonder, A1452, A1462 numaralı biber genotipleri ile LA 1777, LA 1223, PI270435, PI126443, TA 496, LA 1589, A183, LA 0722 genotipleri kullanılmıştır.

Denemenin II. döneminde ise A475, A450, A111, A318, A67, A124, A300, A292, A287, A324, A1452, A1462, AL-4, A68 numaralı biber genotipleri ile LA 1223, PI 270435, PI 126443, TA 496, LA 1589, A183, LO 6176 domates genotipleri kullanılmıştır.

#### **3.2.1. Yetiştirme Ortamının Sterilizasyonu**

Yetiştirme ortamının sterilizasyonu ise otoklav aletinde 121 °C'de bir saat arayla iki defa şok etki yapılarak gerçekleştirilmiştir.

**3.2.2. Saksuların Dezenfeksiyonu**

Denemelerde 2 litrelik plastik saksular kullanılmıştır. Saksular deneme öncesi çesme suyu ile yıkandıktan ve seyreltik %1'lik HCl çözeltisinden geçirildikten sonra üç defa saf sudan geçirilmiştir. Deneme öncesi saksular bir kez de etanol ile steril edilmiştir.

**3.2.3. Deneme Deseni**

Biber ve domates genotipleri iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre + ve - mikoriza olarak 5 tekerrürlü her tekerrürde 1 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur.

**3.2.4. Büyütme Ortamı**

Deneme fan-pet sistemi ile çalışan cam sera koşullarında yürütülmüştür. Ekimde saksuların yüzeyi hafifce sulanmış ve dikimden sonra günlük olarak bitkinin gereksinim duyduğu oranda sulama yapılmıştır.

**3.2.5. Mikoriza Uygulaması**

Yetiştirme ortamı saksulara yerleştirilirken 1000 spor/bitki olacak şekilde mikoriza aşılması bir tabaka halinde fidenin yaklaşık 50 mm altına gelecek şekilde uygulanarak üst kısmına aynı yetiştirme ortamı ile kapatıldıktan sonra dikim gerçekleştirilmiştir. Mikoriza aşılması yapılmayan saksulara aynı miktarda mikorizadan ari (steril edilmiş) orijinal yetiştirme ortam ilave edilmiştir.



**3.2.6. Bitkilerin Hasat Edilmesi ve Hasat Sonrası Yapılan İşlemler**

Deneme bitkileri fizyolojik olgunluklarını tamamladıkları zaman (6 hafta), toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilmiş ve üst aksamın yaş ağırlığı tartılmış ve yıkandıktan sonra analiz için 65 °C de 24 saat süreyle etüvde tutulmuştur. Kökler ise yıkandıktan sonra yaş ağırlıkları alınmış ve 65 °C de 24 saat süreyle etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlığı tartılmıştır.

**3.2.7. Hasatta İncelenen Özellikler**

- 1-Bitki Boyu (cm)
- 2-Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı(g)
- 3-Kök Kuru Madde Ağırlığı(g)
- 4-Yeşil Aksamda P Elementi Analizi

**Bitki Boyu (cm)** :Toprak seviyesinden itibaren büyüme ucuna kadar olan yükseklik ölçülmüş ve cm olarak ifade edilmiştir.

**Kuru Ağırlık (g)** : Hasattan sonra 65 °C'de 48 saat süreyle kurutulan bitkilerin; kök, üst aksam ve toplam kuru ağırlıkları hesaplanmış ve gram olarak ifade edilmiştir.

**3.2.8. Mikorizaya Bağımlılığın Belirlenmesi**

Plenchrte ve ark., (1983) göre;

$$(W_m - W_n)$$

Kuru Madde Bazında Mikorizaya Bağımlılık: .....

$$W_n$$

Wm: Mikorizalı Bitkinin Kuru Madde Üretimi

Wn: Mikorizasız Bitkinin Kuru Madde Üretimi

### **3.2.9. İnfeksiyon Oranının Belirlenmesi**

Hasattan sonra bitki kökleri topraktan ayırt edildikten sonra önce bol çeşme suyu ile sonra da saf suyla yıkanmıştır. Yıkanan bitki köklerinin yüzeyindeki fazla su kurutma kağıdı ile alındıktan sonra bitki kökünün yaş ağırlığı kaydedilmiştir. Kök uzunluğu ve mikoriza ile infeksiyonunu teşhis etmek için bitki köklerinin canlılığının korunması amacıyla taze yıkanmış bitki kökleri Ortaş (1994)'ün belirlediği gibi Etanol, Glacial Asetik Asid ve Formalinden oluşan fiksasyon çözeltide korumaya alınmıştır.

Kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'a göre yapılmıştır ve mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Giovenetti ve Mosse (1980) yöntemine göre incelenmiştir.

### **3.2.10. Bitki Analizleri**

Toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan kesilen bitki örneklerinde P analizi yapılmıştır. Yaprak örnekleri yıkanıp, 65 °C'de kurutulup, öğütülmüş ve örneklerde P analizi; kuru yakma yöntemi ile (Chapman ve Pratt, 1961, Kacar, 1972) belirlenmiştir.

### **3.2.11. Toprak Analizleri**

Hazırlanan ortamdan dikim yapılmadan önce alınan örneklerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

pH 1:2,5 toprak/su karışımında tayin edilmiştir. (Jakson 1962 ) Tekstür Saturasyon çamurunda tayin edilmiştir. Kireç % CaCO<sub>3</sub> Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar 1949) tuzluluk, saturasyon ekstraktında eriyebilir total tuz belirlenmesi metoduyla (Soil Survey Staff, 1951), organik madde, Walkley Black metodu ile

(Walkley-Black, 1934), alınabilir fosfor, Olsen metodu ile (Olsen ve Dean 1965) Alınabilir potasyum, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan ve bakır analizleri ICP cihazı yardımıyla belirlenmiştir.

### **3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi**

Elde edilen verilerin hedeflenen amaç ve yaklaşımlara uygunluğu ve denemenin başarısı için veriler istatistiki olarak değerlendirilip yorumlanmıştır. Verilerin analizi iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre COSTAT paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar Duncan Testine göre gruplandırılmıştır.

**4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Denemenin I. döneminde, *Capsicum annum* türüne ait saf biber hatları ile (A67), 1462 (PI 427 290 015 D), 1452 (LS 279), PM 702 numaralı biber genotipleri, Yolo Wonder biber genotipi, 6 adet türler arası melezlerden gelen genetik haritalaması yapılmış domates populasyonlarının yabani ebebeynleri (Fulton ve ark.,2002 ; Monforte ve Tanksley, 2000; Doganlar ve ark.,2000; Eshed ve ark. 1992), 1 adet sanayilik domates çeşidi ve 1 adet standart domates çeşidi (Çizelge 3.1, 3.2) bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Denemenin II. döneminde ise bitki materyali olarak A475, A450, A111, A318, A67, A124, A300, A292, A287, A324, 1452, 1462, AL-4, 68 numaralı biber genotipleri ile LA 1223, PI 270435, PI 126443, TA 496, LA 1589, A183, LO 6176 numaralı domates genotipleri kullanılmıştır.

**4.1. Biber Genotiplerinin Mikorizal Bağımlılık Bakımından İncelenmesi**

Hasat döneminde alınan bitki örneklerinde, genotiplerin mikorizaya bağımlılıklarını incelemek ve beslenme yönünden karşılaştırmak için bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ölçümleri ve yeşil aksamda P elementi analizi yapılmıştır. Elde edilen değerler birinci ve ikinci dönemlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

**4.1.1. Biber I.Dönem Bulguları**

Biber genotiplerine ait birinci dönemde elde edilen araştırma bulguları aşağıda ilgili başlıklar altında ayrı ayrı işlenmiştir.

**4.1.1.1. Kök Kuru Madde Ağırlığı**

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşılana farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki başına kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 1’de ve kök kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.1’ de sunulmuştur.

Genotiplerin kök kuru madde ortalaması mikoriza ile aşılana bitkilerde (0.55 g/bitki), mikoriza aşılammış bitkilerde ise (0.29 g/bitki) olarak gerçekleşmiş olup farklılık istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur (Ek 1).

Mikorizasız kontrol koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.09-0.54 g/ bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer 1462 nolu genotipten, en düşük değer ise CM 334 nolu genotipten elde edilmiştir. Ayrıca A 318 ve A 124 nolu genotipler ilk sıralarda yer alırken, A47 ve A21A nolu genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge.4.1).

Mikoriza aşılammış koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.27-0.98 arasında değişmiş olup, en yüksek değer Yalowander’den, en düşük değer ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunların yanısıra A390, A111 ve A287 nolu genotipler ilk sıralarda, A1452, A1462, PM702 ve CM334 nolu genotipler ise alt sıralarda yer almışlardır.

Biber genotiplerinin mikorizalı ve mikorizasız koşullara verdiği tepki incelendiğinde ise değişim % -48,47 ile 338,46 arasında olup ortalama % 130.61 olmuş ve en yüksek değer A287 nolu genotipten (% 338,46) en düşük değer ise A1462 nolu (-48,47) genotipten elde edilmiştir. A318 ve A1462 nolu genotiplerin sergilemiş oldukları negatif tepki ile A287, A47 ve A300 nolu genotiplerdeki pozitif tepki biber genotiplerinin sahip olduğu genetik farklılığı ortaya koyan bir gösterge olarak değerlendirilebilir. A287 nolu genotip *Capsicum frutescens* biber türüne ait bir genotiple kültürü yapılan sivri biber genotiplerinin melezlenmesi, kendilenmesi ve bu oluşan popülasyondan seçilmesiyle elde edilmiştir (Keleş, 2007). A300 nolu genotip ise Şanlıurfa yöresinden seleksiyon yoluyla bazı verim ve kalite özelliklerine göre seçilmiş genotiptir. A47 nolu genotip ise Hindistan orijinli süs biberidir. A318 nolu genotip Ordu ilinden seleksiyon yoluyla elde edilmiş sivri biberdir. Genotipler

arasındaki farklılık Şensoy ve ark., (2007) tarafından yürütülen bir çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada 8 biber genotipinin mikorizaya bağımlılığı incelenmiş ve 5 adet biber genotipinin kök kuru ağırlığı bakımından pozitif olarak etkilendiği bildirilmiştir. Ortaş ve ark. (2001) sera koşullarında biber bitkisinin mikorizaya bağımlılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Yine Panddey ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir başka çalışmada buğday genotiplerinin düşük fosforlu koşullarda mikoriza uygulaması ile kök kuru ağırlığında % 25-96 oranında artış meydana geldiği bildirilmiştir. İncelenen biber genotiplerinin kök kuru ağırlığında meydana gelen artış ya direk hifler aracılığıyla ya da mikorizanın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerine yaptığı değişikliklerden kaynaklanan kök büyümesi veya kılcak kök oluşumundan kaynaklanmış olabilir. Ancak mevcut denemede bitki kılcak kök uzunluğu belirlenmemiştir.

Çizelge 4.1 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

S.N.	Genotip	Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)		
		+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	A 475	0,38± 0.18f	0,31±0.01bcd	22,58
2	A 450	0,42±0.06 ef	0,29± 0.01cd	43,68
3	A 111	0,74 ±0.05bc	0,31 ±0.05bcd	134,22
4	A 390	0,88 ±0.32ab	0,20 ±0.06def	332,79
5	A 318	0,44 ±0.10def	0,52 ±0.12a	-16,03
6	A 21A	0,38±0.03 f	0,16 ±0.03ef	144,68
7	A67	0,71 ±0.04bc	0,30 ±0.03bcd	134,07
8	A 124	0,63 ±0.05cde	0,51 ±0.13a	23,53
9	A 300	0,66 ±0.04cd	0,20 ±0.02def	222,95
10	A 292	0,62 ±0.03cde	0,37 ±0.05bc	68,18
11	A 47	0,46±0.08 def	0,11 ±0.02f	318,18
12	A 287	0,76±0.15 bc	0,17 ±0.06ef	338,46
13	PM 702	0,37 ±0.04f	0,25 ±0.04cde	49,6
14	CM 334	0,36± 0.06f	0,09 ±0.04f	289,29
15	Yolo Wonder	0,98 ±0.22a	0,38 ±0.14bc	160,18
16	A1452	0,27 ±0.04f	0,26 ±0.00cde	2,56
17	A1462	0,28 ±0.02f	0,54 ±0.13a	-48,47
<b>Genel Ortalama</b>		<b>0,55</b>	<b>0,29</b>	<b>130,61471</b>
<b>En Büyük</b>		<b>0,98</b>	<b>0,54</b>	<b>338,46</b>
<b>En Küçük</b>		<b>0,27</b>	<b>0,09</b>	<b>-48,47</b>
<b>LSD (%5)</b>		<b>0.200</b>	<b>0.119</b>	



Şekil 4.1. A287 nolu biber genotipinin genel bir görünümü

#### 4.1.1.2. Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşıl原因an farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen yeşil aksam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge Ek 2’de, yeşil aksam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2’den de görüldüğü gibi mikorizalı bitkiler ortalama 2.57 g/bitki yeşil aksam kuru madde ağırlığı üretirken, mikoriza ile aşıl原因mayan bitkiler 1,39 g/bitki yeşil aksam kuru madde üretmiştir. Uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Ek 2).

Mikorizasız koşullarda genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 0,48 ile 2,69 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A292 nolu genotipten, en düşük değer ise A287 nolu genotipten elde edilmiştir. Yolo Wonder ve A475 nolu genotip ilk

sıralarda, A300, A21A ve A47 nolu genotipler ise son sıralarda yer almışlardır (Çizelge.4.2).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 0,75 ile 4,55 arasında değişmekte olup, en yüksek değer Yolo Wonder'den, en düşük değer A1452 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunların yanısıra A67 ilk sıralarda, A450 son sıralarda yer almışlardır (Çizelge.4.2).

Mikoriza aşılmasının mikoriza aşılınmayan bitkilere göre bitki yeşil aksam kuru madde ağırlığında meydana getirdiği değişim incelendiğinde ise, değişim ortalama % 140,73 olup, en yüksek değeri % 476,54 ile A300 nolu genotip almış olup en düşük değer ise % -33,25 ile A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. Kök kuru madde ağırlığı yeşil aksam kuru madde ağırlığına paralel bir durum sergilemiştir. Araştırma bulguları genotipler arasında oluşan varyasyon genotiplerin genetik yapılarının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Örneğin A475 nolu genotip Aydın yöresinden Yalova Atatürk bahçe kültürleri merkez Araştırma Enstitüsü tarafından bazı verim ve kalite özelliklerine göre seleksiyon yoluyla seçilmiş Maraş biberi olarak bilinen bir genotiptir. Diğer taraftan A21A Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından Mersin-Kazanlı bölgesinden seçilmiş ve farklı biber genotipleriyle melezlemeden sonra oluşturulmuş populasyondan elde edilmiş bir genotiptir. A292 ise Tayland orijinli Pepper Green adıyla ticari standart çeşit olarak kullanılan bir genotiptir (Keleş, 2007).

Mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre tüm genotiplerde yeşil aksam kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırması mikorizanın muhtemelen oluşturmuş olduğu geniş bir absorbe ve kök alanı vasıtasıyla (Marschner ve Dell, 1994) bitki besin elementleri ve diğer maddeleri topraktan çözmesi ve alımının arttırmasına bağlı olarak sağlamış olduğu bitki büyümesinden kaynaklanmış olabilir (Sing ve Kaopoor, 1999; Yücel, 2007).



Çizelge 4.2 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

S.N.	GENOTİP	Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı(g/bitki)		
		+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	A 475	2,36± 0.96c	2,07 ±0.21 abc	13,67
2	A 450	2,12± 0.43c	1,46 ±0.26cde	44,98
3	A 111	2,71 ±0.69bc	1,89 ±0.70bcd	43,39
4	A 390	2,00±0.78 c	1,19 ±0.71 def	67,79
5	A 318	3,09 ±0.69bc	0,78 ±0.14 e	294,89
6	A 21A	2,70 ±0.27bc	0,50 ±0.06f	440,00
7	A67	3,62 ±0.42ab	2,03 ±0.20abc	78,62
8	A 124	2,91±0.23bc	1,73±0.26 bcd	67,88
9	A 300	3,11 ±0.19bc	0,54±0.26 f	476,54
10	A 292	3,15± 0.45bc	2,69 ±0.67a	17,10
11	A 47	2,54 ±0.50bc	0,69±0.03 f	268,12
12	A 287	2,50 ±1.14bc	0,48 ±0.12 f	421,53
13	PM 702	2,33±0.12 c	1,45 ±0.31cde	61,29
14	CM 334	2,33 ±0.12c	1,45±0.31 cde	61,29
15	Yolo Wonder	4,55 ±1.06a	2,40±0.34 ab	89,58
16	A1452	0,70 ±0.29d	0,89 0.30ef±	-21,05
17	A1462	0,94 ±0.11d	1,40 ±0.49cde	-33,25
	<b>Genel Ortalama</b>	<b>2,57</b>	<b>1,39</b>	<b>140,73</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>4,55</b>	<b>2,69</b>	<b>476,54</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,70</b>	<b>0,48</b>	<b>-33,25</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.988</b>	<b>0.624</b>	

#### 4.1.1.3. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza uygulanan farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 3'te ve toplam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Mikorizalı bitkilerin toplam kuru madde ağırlığı ortalamaları 3.12 g/bitki, mikoriza aşıl原因mayan bitkilerin ise 1.68 g/bitki olmuştur. Bu fark istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur (Ek 3).

Mikorizasız koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 0,52 ile 3,23 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer A292 nolu genotipten, en düşük değer A287 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 0,97-5,53 g/bitki arasında değişmiş ve en yüksek değer Yolo Wonder'den, en düşük değer ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından mikoriza aşılmasının genotiplerde meydana getirdiği ortalama değişim; % 46,23 olup, en yüksek değişim A287 nolu genotipte, en düşük değişim ise A1462 nolu genotipte olduğu belirlenmiştir.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim çalışmada kullanılan biber genotiplerinin morfolojik özelliklerinin farklı olması bu farklılığı desteklemesi bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmada kullanılan biber genotipleri Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Biber Islahı programlarında ıslah materyali olarak kullanılan ve yapılan morfolojik karakterizasyona göre mümkün olduğunca birbirinden farklı genotiplerdir (Keleş, 2007).

Ayrıca mikoriza ile aşılanan bitkiler daha iyi büyümekte ve daha fazla fosfor içermektedir. Mikoriza aynı zamanda bitkinin kök ve gövdesi arasında fotosentez ürünlerinin dağılımında sağlamaktadır. Bu aktivitesi besin elementlerinin alımı ile direkt ilgilidir (Mosse, 1981). Dolayısıyla mikoriza uygulaması ile bitkiler daha iyi beslenmekte ve kök ve yeşil aksamda kontrole göre daha fazla artış olmaktadır. Genotipler arasındaki farklılık ise genotiplerin yukarıda sözü edilen özelliklere ilişkin genetik farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

Kök/gövde oranı incelendiğinde ise mikoriza aşılınmış bitkilerde ortalama 0,23 iken mikoriza aşılınmamışlarda 0,25 olarak gerçekleşmiştir. Mikoriza aşılınmış genotiplerden A390 ve A1452 nolu genotipler en yüksek değere sahip olurken, A318 ve A21A nolu genotipler en düşük değere sahip olmuşlardır.

Mikoriza bitkinin kök ve gövdesi arasında fotosentez ürünlerinin dağılımını da sağlamaktadır. Bu aktivitesi besin elementlerinin alımı ile direkt ilgilidir. Bunun sonucu mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin bayrak yaprakları fotosentez ürünlerini daha iyi değerlendirmektedirler. Bundan dolayı daha az fotosentez ürünü köklere transfer edilmekte ve bunun sonucu gövde:kök oranı her zaman mikorizalı bitkilerde mikorizasızlara oranla daha fazla olmaktadır (Mosse,1981). Dolayısıyla mikoriza

uygulaması kök gelişiminden çok gövde gelişimini daha çok etkilemiştir. Fakat diğer özellikler bakımından ön plana çıkan genotipler tam olarak paralellik içerisinde değildir. Bu durum mikorizanın bazı genotiplerin kök gelişimine etki ederken bazılarının ise gövde gelişimine etki etmesinden kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.3 Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler

S.N	Genotip	Toplam Kuru Madde Ağırlığı (g/bitki)		Kök/Gövde	
		+ Mikoriza	- Mikoriza	+ Mikoriza	- Mikoriza
1	A 475	2,74±1.09 cd	2,38 ±0.21bc	0.16	0.15
2	A 450	2,53±0.38 d	1,75 ±0.25c-f	0.20	0.20
3	A 111	3,45 ±0.72bcd	2,20 ±0.65bcd	0.27	0.16
4	A 390	2,88 ±0.57cd	1,39±0.76 e-h	0.44	0.17
5	A 318	3,53 ±0.73bcd	1,30±0.13 e-i	0.14	0.67
6	A 21A	3,08 ±0.28cd	0,66±0.09 i	0.14	0.32
7	A67	4,33 ±0.39b	2,33 ±0.19bc	0.20	0.15
8	A 124	3,54 ±0.19bcd	2,24 ±0.14bc	0.22	0.29
9	A 300	3,77 ±0.23bc	0,74±0.24 hi	0.21	0.37
10	A 292	3,77 ±0.45bc	3,23 ±0.72a	0.20	0.14
11	A 47	3,00 ±0.54cd	0,80 ±0.02hi	0.18	0.16
12	A 287	3,26 ±1.18bcd	0,52 ±0.11gi	0.30	0.35
13	PM 702	2,71 ±0.09cd	1,70 ±0.27c-f	0.16	0.17
14	CM 334	2,70 ±0.16cd	1,54 ±0.27d-g	0.15	0.06
15	Yolo Wonder	5,53 ±0.98a	2,78±0.48 ab	0.22	0.16
16	A1452	0,97 ±0.31e	1,15±0.30 f-i	0.39	0.29
17	A1462	1,22 ±0.13e	1,95 ±0.36cde	0.30	0.39
<b>Genel Ortalama</b>		<b>3,12</b>	<b>1,68</b>	<b>0.23</b>	<b>0.25</b>
<b>En Büyük</b>		<b>5,53</b>	<b>3,23</b>	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>
<b>En Küçük</b>		<b>0,97</b>	<b>0,52</b>	<b>0.14</b>	<b>0.06</b>
<b>LSD (%5)</b>		<b>0.987</b>	<b>0.62</b>		

#### 4.1.1.4. Mikorizaya Bağımlılık

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza uygulanan farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen verilerle Planchette ve ark. (1983)'e göre hesaplanan mikorizaya bağımlılığa ilişkin ortalama değerler (%) belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

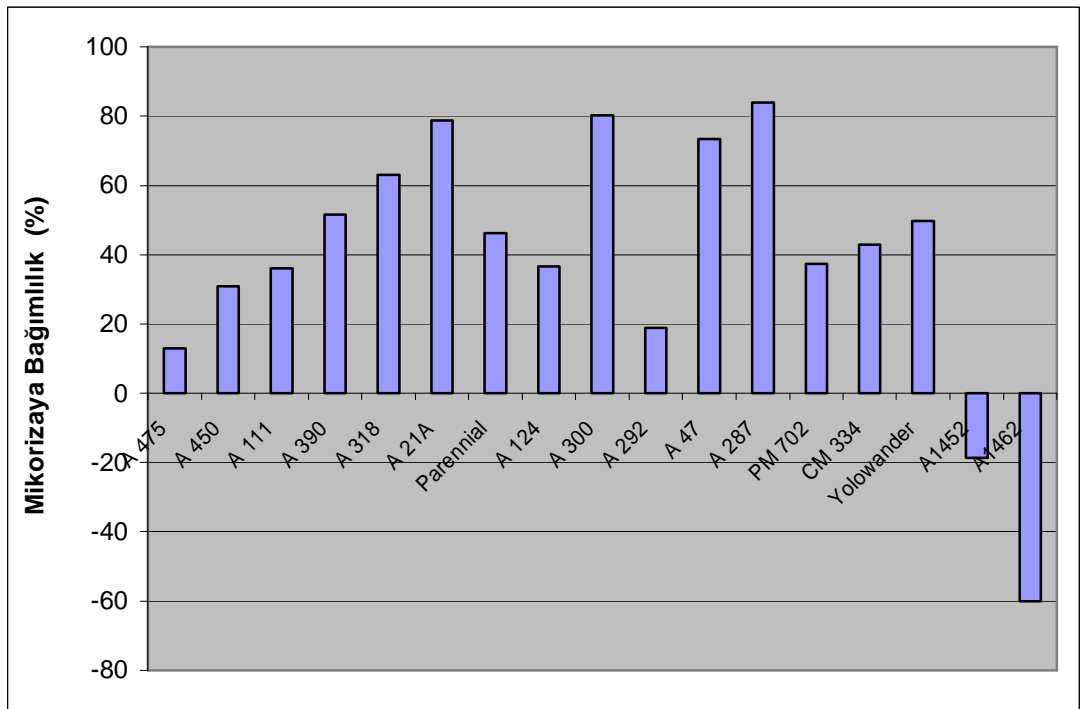
Mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması % -60 ile 83,96 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A287 nolu genotipten, en küçük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. A300, A47 ve A318 nolu genotipler ilk sırada, A475, A1452 ve A292 nolu genotipler ise alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.4).

Araştırmada kullanılan biber genotipleri mikorizaya bağımlılık bakımından farklılık göstermiş olup bu farklılık genotiplerin genetik yapılarından kaynaklanmış olabilir. Çünkü çalışmada yer alan biber genotipleri morfolojik olarak farklı yapıya sahiplerdir. Araştırmada 7 adet sivri 8 adet süs 2 adet dolma biber tipine sahip genotip kullanılmış olup, bu genotiplerin hepsi farklı bölgelere adapte olmuş ve bir çok farklı özelliğine bağlı olarak seçilmiş genotiplerdir (Çizelge 3.2). Dolayısıyla diğer özellikler bakımından olduğu gibi mikorizaya bağımlılık bakımından da farklılık göstermesinin sebebi bu olabilir. Ortaş ve ark. (2001; 2003) yürüttükleri sera ve tarla çalışmalarında biber birkisinin mikoriza yüksek derecede bağımlılık gösterdiğini belirlemişleridir. Gerek kök yapıları ve gerekse besin elementlerine olan talebinin yüksek olması nedeniyle biber bitkisi mikorizaya bağımlılık göstermektedir.

Yücel ( 2007)'in buğday genotipleri ile yaptığı çalışmada, değişik iklim ve toprak yapısına sahip olan bu genotiplerin buldukları ekolojiye adapte olma ve buldukları ortamdaki bitki besin elementlerinden yararlanma yetenekleri mikorizaya bağımlılıkta onların kalıtsal özelliklerini ortaya koyabilir analizinde bulunmuştur. Ayrıca yapılan çalışmalar muz çeşitleri (Declerek ve ark. 1995), buğday genotipleri (Hetrick ve ark. 1995) ve tatlı patates genotipleri (Dare ve ark. 2008) narenciye genotipleri (Ortaş ve ark. 2002a,b) arasında mikorizaya bağımlılık bakımından varyasyonun olduğunu göstermiştir. Biberde yürütülen bu çalışma söz konusu araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.4 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	GENOTİP	Mikorizaya Bağımlılık %
1	A 475	12,91
2	A 450	30,92
3	A 111	36,03
4	A 390	51,56
5	A 318	63,08
6	A 21A	78,70
7	A67	46,19
8	A 124	36,63
9	A 300	80,28
10	A 292	18,85
11	A 47	73,33
12	A 287	83,96
13	PM 702	37,33
14	CM 334	42,89
15	Yolo Wonder	49,79
16	A1452	-18,62
17	A1462	-60,00
<b>Genel Ortalama</b>		<b>39,04</b>
<b>En Büyük</b>		<b>83,96</b>
<b>En Küçük</b>		<b>-60</b>



Şekil . 4.2 Farklı Biber genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılık Oranları

**4.1.1.5. Kök İnfeksiyonu**

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza uygulanan farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler (%) Çizelge 4.5’da verilmiştir.

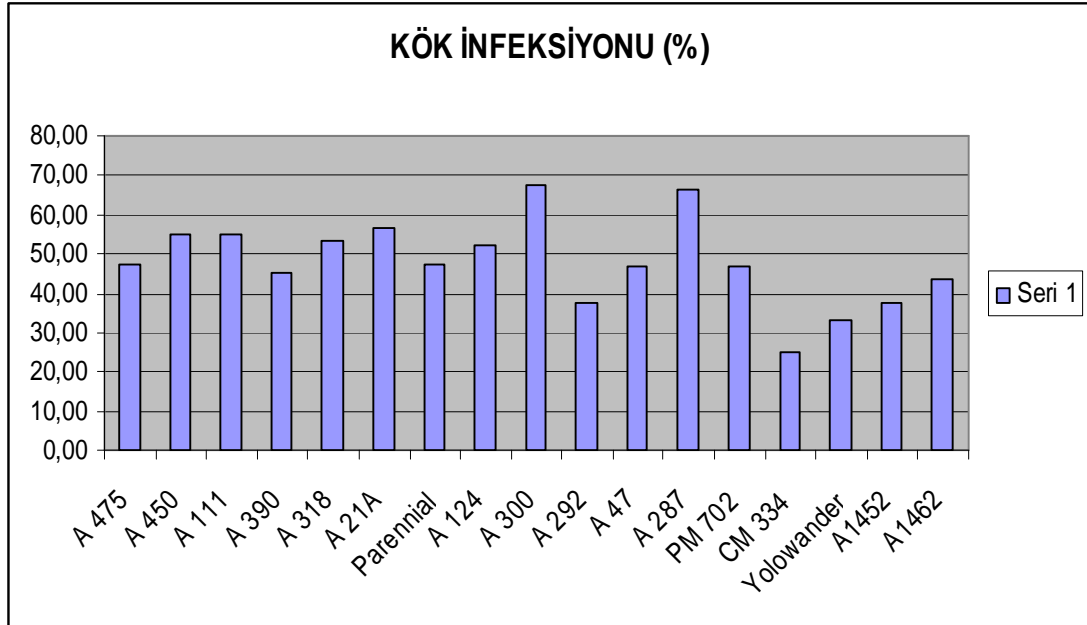
Mikoriza uygulanmayan 3 genotipte (PM702, A21A, A318) ortalama % 0.60’lık kök infeksiyonuna rastlanmasına rağmen, mikorizalı bitkilerde kök infeksiyonu ortalama % 25,00-67,50 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A300 nolu genotipte, en küçük değer ise CM334 nolu genotipte görülmüştür.

Çizelge 4.5’den da görüldüğü gibi genotipler arasında farklılıklar olmasına rağmen diğer özellikler ile birlikte değerlendirildiğinde kök infeksiyonu oranı mikoriza etkisini tam olarak yansıtamamaktadır. Bunun sebebi infeksiyon tayininde seçilen yöntemden kaynaklanmış olabilir. Elde edilen bu sonuçlar Şensoy ve ark., (2007)’nın çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Genotip A1452 ve A1462 sırası ile % 37,50 ve % 43,33 düzeyinde kök infeksiyonu gerçekleştirmiş olmalarına rağmen bitki gelişimine ve mikorizaya bağımlılığa tepki vermemişlerdir. Bilindiği üzere bitkilerin kök infeksiyonu gerçekleştirdikleri ancak bunu bitkinin positif yönde gelişimine yansıtmadıkları yönündeki bilgileri ile uyum içinde olduğu görülmektedir (Smith ve Read, 1997).

Çizelge .4.5 Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	GENOTİP	Kök İnfeksiyonu (%)	
		-M	+M
1	A 475	0.00	47,50
2	A 450	0.00	55,00
3	A 111	0.00	55,00
4	A 390	0.00	45,00
5	A 318	4.00	53,33
6	A 21A	4.00	56,67
7	A67	0.00	47,50
8	A 124	0.00	52,50
9	A 300	0.00	67,50
10	A 292	0.00	37,50
11	A 47	0.00	46,67
12	A 287	0.00	66,67
13	PM 702	2.00	46,67
14	CM 334	0.00	25,00
15	Yolo Wonder	0.00	33,33
16	A1452	0.00	37,50
17	A1462	0.00	43,33
	<b>Ortalama</b>	<b>0.60</b>	<b>48,04</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>4.00</b>	<b>67,50</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0.00</b>	<b>25,00</b>



Şekil 4.3 Farklı Biber genotiplerinin Kök Enfeksiyonu Oranları (%)

**4.1.1.6. Bitki Boyu**

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşılana farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 4'te, ortalama değerler Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Bitki boyu bakımından mikoriza aşılana genotiplerden elde edilen değerler incelendiğinde genotiplerin ortalaması 16,83 ile 40,67 (cm/bitki) arasında değişmiş olup, en yüksek değer A111 nolu genotipten, en düşük değer ise A47 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılana genotiplerde ise ortalama 12,00-39,03 (cm/bitki) arasında olup en yüksek değer CM334 nolu genotipten, en düşük değer ise A287 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılana ve aşılana genotiplerin % değişimleri incelendiğinde ise en yüksek değer A287 nolu genotipten elde edilmiş, A287'yi A300 nolu genotip takip etmiştir. En düşük değer ise, A47 nolu genotipten elde edilmiştir.

Bitki kök ve yeşil aksam kuru ağırlıklarında olduğu gibi bitki boyu değerleri yönünden genotipler arasında istatistiki bir fark gözükmemekte olup bunun nedeni genotiplerin mikorizaya verdiği tepkinin sonucu olabilir. Bitkinin mikorizaya sağlamış olduğu karbon, mikorizasında bitkiye sağlamış olduğu bitki besin elementlerine bağlı olarak biber genotiplerinin farklı gelişimi ve boyunda meydana gelmiş olan artış şeklinde gelişim olabilir. Genotipler arasındaki varyasyon ise söz edilen ilişkiye karşı genotiplerin verdiği tepki ile ilgili sahip olduğu kalıtsal özelliklerden kaynaklanmış olabilir.



Çizelge .4.6 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm/bitki)

S.N.	GENOTİP	Bitki Boyu (cm/bitki)		
		+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	A 475	30,67±4,62	28,00 bcd±3.21	8,70
2	A 450	32,00± 5,41	27,00 bcd±5.07	15,63
3	A 111	40,67±1.61	33,83 ab±7.01	16,80
4	A 390	32,33±1.76	24,50 b-e±2.29	24,22
5	A 318	26,67±1.26	31,17 abc±8.25	-16,88
6	A 21A	24,17±3.62	28,50 bcd±3.97	-17,91
7	A67	34,67±4.37	32,10 ab±1.85	7,40
8	A 124	34,83±5.35	28,00 bcd±2.29	19,62
9	A 300	23,17±4.65	13,50 fg±0.00	41,73
10	A 292	29,27±1.10	30,67 abc±2.52	-4,78
11	A 47	16,83±1.76	21,67 c-f±3.79	-28,74
12	A 287	30,67±7.09	12,00 b-e±2.65	60,87
13	PM 702	28,50±1.50	29,67 a-d±3.79	-4,09
14	CM 334	36,83±4.19	39,03 a±2.45	-5,98
15	Yolo Wonder	38,50±2.29	31,67 ab±9.87	17,75
16	A1452	17,17±3.51	17,67 efg±2.93	-2,83
17	A1462	20,67±3.40	21,17 d-g±5.86	-6,77
	<b>Ortalama</b>	<b>29,39</b>	<b>26,42</b>	<b>10,10</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>40,67</b>	<b>39,03</b>	<b>60,87</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>16,83</b>	<b>12,00</b>	<b>-28,74</b>

#### 4.1.1.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu

Araştırmanın birinci döneminde mikoriza aşıl原因an farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen yapraklardaki P konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 5’de, ortalama değerler ise Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Biber genotiplerinin yapraklarındaki P konsantrasyonu mikoriza aşıl原因amasında ortalama % 0,34 mikoriza aşıl原因mayanlarda ise % 0,26 olarak elde edilmiş ve elde edilen bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ek 5).

Kontrol koşullarda genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu % 0,11-0,37 arasında değişmiş ve en yüksek değer A450 nolu genotipten, en düşük değer ise A287 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunların yanısıra A111 ve A292 nolu genotipler ilk sıralarda, A1452 ve A1462 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda ise genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu % 0,24-0,49 arasında değişmekte olup, en yüksek değer A124 nolu genotipten, en

düşük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. Ayrıca A450 ve A111 nolu genotipler ilk sıralarda, Yolo Wonder ve A67 adlı genotip alt sıralarda yer almışlardır.

Mikoriza aşılmasının mikorizasızlara göre genotipler üzerinde oluşturduğu etkinin genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu üzerindeki değişimi ortalama % 24 olup en yüksek değer A287 nolu genotipten en düşük değer ise A292 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılmasının tüm genotiplerde yapraklardaki P konsantrasyonunu artırması, mikorizanın kök bölgesinde oluşturmuş olduğu hifler vasıtasıyla besin elementi alımını artırıcı etkisi nedeniyle olmuş olabilir (Marschner ve Dell, 1994; Yücel, 2007). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Şensoy ve ark. (2007)'nin bulguları ile paralellik göstermektedir.

Bitkilerin dokularındaki % P içeriği kritik değer olan % 0,20 düzeyinin üzerinde gerçekleştiği görülmektedir (Jones, 1998). A1452 ve A1462 nolu genotipler mikorizalı koşullarda sırası ile % 0,35 ve % 0,24 düzeyinde bitki dokularında fosfor bulundururken, kontrol koşullarında ise % 0,16 ve % 0,15 gibi kritik değerlerin altında dokularında fosfor bulundurmıştır.

Pandey ve ark. (2006) buğday genotiplerinin mikorizaya bağımlılıklarını inceledikleri çalışmalarında mikoriza uygulanan genotiplerin P kapsamalarının yüksek olduğunu ve bunlar arasında varyasyon olduğunu bildirmişlerdir. Yine Quing ve ark. (2001) üç buğday genotipinin düşük, orta ve yüksek P düzeylerinde mikorizaya bağımlılıklarını inceledikleri çalışmalarında yüksek P düzeyinde bağımlılığın az olduğunu, P etkinliği ile mikorizaya bağımlılığın doğrusal korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da mikoriza aşılana genotiplerle aşılana genotipler arasında varyasyon oluşmuştur. Bu varyasyon tam olarak ölçülen diğer özelliklerle paralellik göstermemektedir. Elde edilen bu sonuçlar genotiplerin sahip olduğu farklı özellikten kaynaklanmış olabilir. Örneğin A1452 nolu genotip fitofthoraaya dayanıklılık taşımakta, A1462 nolu genotip parennial olarak bilinmekte ve nematoda dayanıklılık taşımakta, A292 nolu genotip Tayland orijinli süs biber tipine sahip, A47 nolu genotip ise Hindistan orijinli düşük sıcaklığa hassas bir genotiplerdir (Keleş, 2007).

Çizelge .4.7 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	Genotip	P Konsantrasyonu (%)		% Değişim
		+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	A 475	0,34 ±0.02d-g	0,30±0.07 b-e	13,26
2	A 450	0,42±0.03 b	0,37±0.01 a	11,94
3	A 111	0,40± 0.01bc	0,33 ±0.03ab	17,01
4	A 390	0,32± 0.01d-g	0,31± 0.01a-d	5,16
5	A 318	0,36±0.03 cd	0,25± 0.00b-e	29,19
6	A 21A	0,33± 0.02d-g	0,22± 0.07efg	32,09
7	A67	0,29±0.00 fg	0,28± 0.01b-e	5,19
8	A 124	0,49±0.04 a	0,31± 0.08a-d	37,61
9	A 300	0,34± 0.04def	0,28 ±0.03b-e	18,07
10	A 292	0,33± 0.06d-g	0,32±0.02 ab	2,90
11	A 47	0,33 ±0.01d-g	0,17 ±0.00fgh	47,57
12	A 287	0,32± 0.03d-g	0,11±0.03 h	66,59
13	PM 702	0,37±0.02 cd	0,32 ±0.02abc	13,57
14	CM 334	0,30± 0.02efg	0,24±0.02 c-f	19,14
15	Yolo Wonder	0,28±0.02 g	0,23± 0.10d-g	19,07
16	A1452	0,35 ±0.01de	0,16 ±0.01gh	52,54
17	A1462	0,24 ±0.03h	0,15±0.01 h	38,23
	<b>Ortalama</b>	<b>0,34</b>	<b>0,26</b>	<b>24,90</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>0,49</b>	<b>0,37</b>	<b>66,59</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>2,90</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.046</b>	<b>0.069</b>	

#### 4.1.1.8. Biber II. Dönem Bulguları

Denemenin II. döneminde A475, A450, A111, A318, 67, A124, A300, A292, A287, A324, A1452, A1462, AL-4, A68 numaralı biber genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Mikorizaya bağımlılıkları incelenen genotiplerde bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru madde ağırlığı (g), kök kuru madde ağırlığı (g) ölçümleri yapılmış ve aynı genotiplerin yeşil aksam dokularındaki P besin elementi analizi de yapılmıştır.

#### 4.1.1.9. Kök Kuru Madde Ağırlığı

Farklı biber genotiplerinin mikorizaya bağımlılığının kök kuru ağırlığı bakımından incelendiği bu araştırmanın ikinci döneminde mikoriza aşıl原因an biber

genotiplerinden elde edilen bitki başına kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 6'te, kök kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.8'da sunulmuştur.

Mikoriza aşıl原因an biber genotipleri ortalama 0,61g/bitki kök kuru madde ağırlığına sahip olurken mikoriza aşıl原因mamış genotipler 0,49 g/bitki kök kuru madde ağırlığına sahip olmuştur. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0,14-0,78 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A475 (0,78 g/bitki) nolu genotipten en düşük değer ise A318 (0,14 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanı sıra A450 nolu genotip ilk sıralarda, A68 nolu genotip ise alt sıralarda yer almıştır (Çizelge 4.8).

Mikorizalı koşullarda ise kök kuru ağırlığı 0,14-1,02 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A475 (1,02 g/bitki) nolu genotipten en düşük değer ise A324 (0,14 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında A67 nolu genotip ilk sırada, A318 nolu genotip son sırada yer almıştır.

Mikoriza aşıl原因masının genotiplerin kök kuru madde madde artışına etkisi incelendiğinde ise değişim ortalama % 22,17 olup en yüksek değer A300 nolu genotipten en düşük değer ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir. A300 nolu genotipe ait biber bitkilerinin birinci dönemde olduğu gibi ikinci dönemde de benzer gelişme gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Kök kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre % 22,17'lik artış mikorizanın bitki besin elementleri ve suyu hifleri aracılığıyla köklere taşınmasıyla oluşan büyümeden kaynaklanabilir. Genotipler arasındaki farklılık ise bu özelliklere ilişkin farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla bu durum genotiplerin mikorizaya karşı verdiği farklı tepkiyi ortaya koymaktadır. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Şensoy (2007)'un bulgularıyla paralellik göstermektedir. Mikoriza aşıl原因masının biber bitkisinin kök ve yeşil aksam gelişimine etkisiyle ilgili bir çok çalışma yürütülmüş ve mikoriza aşıl原因masının biberin bitki kök kuru ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin Thanuja ve ark. (2002) Panniyur-1 biber çeşidinin kök özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında farklı mikoriza türlerinin

farklı etki ettiğini, en yüksek kök gelişiminin *Orthotropic cuttings* mikoriza aşılamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge .4.8 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

S.N	Genotip	Kök kuru ağırlığı (g/bitki)		% Değişim
		+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	A475	1,02±0.01 a	0,78±0.09 a	31,61
2	A450	0,78± 0.19abc	0,72± 0.04ab	8,39
3	A111	0,71± 0.04bcd	0,63± 0.04abc	12,77
4	A318	0,19±0.01 fg	0,14±0.06 f	35,71
5	A67	0,95± 0.15ab	0,61± 0.11abc	54,89
6	A124	0,60± 0.10cde	0,46±0.18 cde	31,16
7	A300	0,94±0.35 ab	0,52±0.00 bcd	80,77
8	A292	0,99 ±0.15ab	0,65±0.23 abc	51,53
9	A287	0,44± 0.06def	0,28±0.06 ef	55,29
10	A324	0,14±0.05 g	0,19±0.13 f	-26,79
11	A1452	0,38 ±0.22efg	0,67± 0.35abc	-42,79
12	A1462	0,82± 0.29abc	0,61 ±0.09abc	35,54
13	AL-4	0,31±0.12 fg	0,33 ±0.00def	-6,06
14	A68	0,23±0.02 fg	0,26± 0.10ef	-11,69
	<b>Ortalama</b>	<b>0,61</b>	<b>0,49</b>	<b>22,17</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>1,02</b>	<b>0,78</b>	<b>80,77</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>-42,79</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.269</b>	<b>0.199</b>	

#### 4.1.1.10. Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı

Kök kuru ağırlığında olduğu gibi yeşil aksam kuru ağırlığında bitkilerin mikorizaya karşı gösterdiği bağımlılığın bir parametresi olarak değerlendirilmektedir.

Söz konusu özellikle ilgili olarak araştırmanın ikinci döneminde mikoriza uygulanan farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki başına yeşil aksam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 7'de ve yeşil aksam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.9'de sunulmuştur.

Yeşil aksam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (2,36 g/bitki) uygulaması mikorizasız (1,61 g/bitki) göre yeşil aksam kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırdığı görülmektedir. Bu artış istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 0,58-4,13 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A300 nolu genotipten en düşük değer A68 nolu genotipten elde edilmiştir. Aynı zamanda A475 ve A1462 nolu genotipler ilk sıralarda A1452 ve AL-4 nolu genotipler ise son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.9).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 0,66-3,06 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A1452 nolu genotipten en düşük değer ise A68 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılmasının genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığına etkisi incelendiğinde ise en yüksek değişim % 147,50 ile A300 nolu genotipten elde edilmiştir. En düşük değişim ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

Yine kök kuru ağırlığında olduğu gibi mikoriza uygulamasının yeşil aksam kuru madde ağırlığını arttırdığı ve elde edilen sonuçların birinci dönemde yetiştirilen bitkilerle paralellik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca yine birinci dönemde olduğu gibi ikinci dönemde de genotipler arasında fark oluşmuş olup bu fark ise mikoriza ile köklere sağlanan ve buradan diğer organlara taşınan bitki besin elementi ve suyun bitki büyümesini sağlaması ile ilgili olarak genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Russo (2006) mikoriza aşılmasının etkisiyle biber fidelerinin en yüksek kuru madde ağırlığına ve bitki boyuna sahip olduklarını bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular söz konusu çalışma ile uyum içerisinde gözükmektedir.

Çizelge .4.9 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

S.N.	Genotip	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g/bitki)		% Değişim
		+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	A475	3,80±0.42 a	2,02 ±0.00bc	87,87
2	A450	2,54±0.61 b	2,15± 0.17bc	18,14
3	A111	2,79±0.05 b	1,90 ±0.87bcd	47,10
4	A318	1,08± 0.01cd	0,69±0.27 f	56,52
5	A67	2,72 ±0.35b	1,48± 0.29cde	83,15
6	A124	2,36± 0.78b	1,26 ±0.35def	88,06
7	A300	4,13± 0.16a	1,67± 0.23cde	147,50
8	A292	2,72 ±0.55b	2,56 ±0.45ab	6,11
9	A287	2,32 ±0.16b	1,29±0.20 def	79,92
10	A324	0,60 ±0.01d	0,69 ±0.20f	-13,94
11	A1452	1,88± 0.70bc	3,06 ±0.63a	-38,74
12	A1462	3,65±1.19 a	2,10 ±0.05bc	73,81
13	AL-4	1,85± 0.03bc	1,06±0.21 ef	74,06
14	A68	0,58±0.03 d	0,66±0.09 f	-11,68
	<b>Ortalama</b>	<b>2,36</b>	<b>1,61</b>	<b>49,85</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>4,13</b>	<b>3,06</b>	<b>147,50</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,58</b>	<b>0,66</b>	<b>-38,74</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.855</b>	<b>0.606</b>	

#### 4.1.1.11. Bitki Boyu

Araştırmanın ikinci döneminde mikoriza aşıl原因an ve aşıl原因mayan farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 8’de, ortalama değerler ise Çizelge 4.10’da sunulmuştur.

Biber genotiplerinin ortalamasına göre mikoriza (20,69 cm/bitki) aşılması mikorizasız (18,65 cm/bitki) göre bitki boyunu az da olsa arttırdığı görülmektedir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bitki boyu 12,67-32,00 cm/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A1462 nolu genotipten en düşük değer ise A324 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin bitki boyu 11,00-32,00 cm/bitki arasında değişmekte olup en yüksek değer A1452 nolu genotipten en düşük değer ise A124 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza uygulamasının bitki boyuna etkisi incelendiğinde % değişim en yüksek % 35,44 ile A300 nolu genotipten en düşük değer ise %-50,00 ile A1452 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge.4.10).

Biber genotipleri arasında oluşan farklılıklar yeşil aksam kuru madde ağırlığı değerleri ile paralellik arz etmekte olup bu farklılığın denemede kullanılan genotiplerin genotipik özellikten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge .4.10 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)

S.N.	Genotip	Bitki Boyu (cm)		% Değişim
		+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	A475	25,50± 3.50ab	20,73±2.21 bc	18,69
2	A450	18,35± 0.15b-e	12,60 ±3.10e	31,34
3	A111	25,33±1.15 ab	21,33 ±5.51bc	15,79
4	A318	16,00 ±1.20de	13,50 ±2.50de	15,63
5	A67	23,00 ±3.93bcd	19,33 ±3.22cd	15,94
6	A124	15,00±3.61 de	11,00±2.00 e	26,67
7	A300	26,33±0.58 ab	17,00 ±3.46cde	35,44
8	A292	24,67 ±1.15abc	26,67 ±3.06ab	-8,11
9	A287	16,67± 1.15cde	12,67 ±1.53cde	24,00
10	A324	12,67 ±4.73e	15,83 ±3.75cde	-25,00
11	A1452	21,33± 3.74bcd	32,00 ±3.61a	-50,00
12	A1462	32,00 ±4.00a	27,00± 2.00ab	15,63
13	AL-4	18,00± 0.95b-e	12,00 ±2.00e	33,33
14	A68	14,83 ±2*93de	16,67± 2.08cde	-12,36
	<b>Ortalama</b>	<b>20,69</b>	<b>18,45</b>	<b>10,82</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>32,00</b>	<b>32,00</b>	<b>35,44</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>12,67</b>	<b>11,00</b>	<b>-50,00</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>7.531</b>	<b>5.831</b>	





Şekil 4.4 A300 Nolu Biber Genotipinin Genel Bir Görünümü

#### **4.1.1.12. Toplam Kuru Madde Ağırlığı**

Tanja ve ark. (2004)'nın yürütmüş oldukları bir çalışmada bitki grupları, bitki çeşitleri hatta farklı kök yapısına sahip bitkilerde bile mikoriza etkinliğinin değiştiğini bildirmişlerdir. Mikoriza etkinliğinin tespitinde kullanılan parametrelerden biriside mikoriza aşılansmış bitkilerin sahip olduğu toplam kuru madde ağırlığındaki artıştır.

Bu özellikle ilgili olarak araştırmanın ikinci döneminde mikoriza aşılansan farklı biber genotipleri ile yürütölen çalışmadan elde edilen bitki başına düşen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 9'da ve yine toplam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Mikoriza aşılansmış biber bitkileri ortalama 2,96 g/bitki toplam kuru madde üretirken mikoriza aşılansmamış bitkiler 2,10 g/bitki toplam kuru madde üretmiştir.

Mikoriza aşılmasının toplam kuru madde ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin kuru madde ağırlığı 0,73-5,07 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A300 (5,07 g/bitki) nolu genotipten en düşük değer ise A324 (0,73 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında A475 ve A1462 nolu genotipler ilk sıralarda, A68 ve A318 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.11).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 0,80-3,73 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer A1452 (3,73 g/bitki) nolu genotipten en düşük değer ise A318 (0,80 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Mikoriza aşılmasının genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde ise ortalama değişim % 29,08 olup en yüksek değer kök ve yeşil aksam kuru madde ağırlıklarında olduğu gibi A300 (% 56,83) nolu genotipten onu A287 (% 43,01) nolu genotipten izlemiştir. En düşük değer ise A324 (% -20,00) nolu genotipten elde edilmiştir.

İkinci dönemde elde edilen bulgular birinci dönem bulguları ile karşılaştırıldığı zaman A300 ve A287 nolu genotipler ön plana çıkmış gözükmektedir. A287 nolu genotipin *C. frutesces* biber türüne ait bir genotiple *C. annuum* türüne ait sivri biber genotipi ile melezlenmesiyle oluşturulan populasyonun içinde yer alması ve *C. frutesces* biber türünün sahip olduğu bazı önemli özellikleri taşıyor olabileceği (*Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık v.b. Grubben, 1977), A300 nolu genotipin ise Şanlıurfa yöresinden ıslah programı için verim ve bazı kalite özellikleri bakımından seçilmiş olması diğer genotiplerden farklılıklarını gösterir niteliktedir (Keleş, 2007). Ayrıca A68 nolu genotip parental biber genotiplerinden olması, A318 nolu genotipin Ordu yöresinden verim ve bazı kalite özelliklerine göre seçilmiş sivri biber tipine sahip bir genotip olması, A324 nolu genotipin ise PM 702 ile Kahramanmaraş biberinin melezlenmesi ile oluşan populasyondan elde edilmesi biber genotipleri arasındaki varyasyonu açıklar niteliktedir. Bu varyasyon bitkilerin sahip oldukları diğer özelliklerin yanında mikorizya bağımlılık ile ilgili sahip oldukları genetik yapıdan kaynaklanmış olabilir.

Şensoy ve ark. (2007)'nin 8 biber genotipiyle yaptıkları çalışmada da kullanılan biber genotipleri arasında toplam kuru ağırlık bakımından bir varyasyonun olduğu rapor edilmiş ve bulgular bu araştırma sonucuyla paralellik göstermektedir.

Ayrıca kök/gövde oranı bakımından genotipler değerlendirildiği zaman ise mikoriza aşılınmış biber genotipleri ortalama 0.26 kök/gövde oranına sahip olurken mikoriza aşılınmamış genotipler 0.31 kök/gövde oranına sahip olmuşlardır. Mikoriza aşılınmış genotipler arasında en yüksek kök/gövde oranına A68 sahip olurken, en düşük orana AL-4 nolu genotip sahip olmuştur. Dolayısıyla mikoriza aşılması kök kuru ağırlığından ziyade yeşil aksam kuru ağırlığında artışa neden olmuştur.

Çizelge .4.11 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler

S.N	Genotip	Toplam Kuru Madde Ağırlığı (g/bitki)		Kök/Gövde Oranı	
		+ Mikoriza	- Mikoriza	+ Mikoriza	- Mikoriza
1	A475	4,82± 0.41a	2,80 ±0.10bc	0.27	0.39
2	A450	3,32 ±0.42c	2,87 ±0.13bc	0.31	0.33
3	A111	3,50± 0.09bc	2,52 ±0.85bc	0.25	0.33
4	A318	1,27±0.23 ef	0,83±0.33 f	0.18	0.20
5	A67	3,67± 0.49bc	2,10 ±0.18cde	0.35	0.41
6	A124	2,97 ±0.73cd	1,72±0.35 de	0.25	0.37
7	A300	5,07±0.26 a	2,19±0.23 cd	0.23	0.31
8	A292	3,71± 0.65bc	3,22±0.56 ab	0.36	0.25
9	A287	2,76 ±0.12cd	1,57± 0.25def	0.19	0.22
10	A324	0,73±0.05 f	0,88 ±0.11f	0.23	0.28
11	A1452	2,26 ±0.78d	3,73 ±0.93a	0.20	0.22
12	A1462	4,47± 1.48ab	2,71 ±0.13bc	0.22	0.29
13	AL-4	2,16 ±0.10de	1,39±0.21 ef	0.17	0.31
14	A68	0,81±0.01 f	0,91±0.11 f	0.40	0.39
	<b>Ortalama</b>	<b>2,96</b>	<b>2,10</b>	<b>0.26</b>	<b>0.31</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>5,07</b>	<b>3,73</b>	<b>0.4</b>	<b>0.41</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,73</b>	<b>0,83</b>	<b>0.17</b>	<b>0.2</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.942</b>	<b>0.691</b>		

**4.1.1.13. Mikorizaya Bağımlılık**

Biber genotiplerinin mikorizaya bağımlılıkları Plenchrte ve ark. (1983)'e göre hesaplanmıştır. Araştırmanın ikinci döneminde farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen mikorizaya bağımlılık değerleri Çizelge 4.12'da verilmiştir.

Mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması % -65,19 ile 56,83 arasında değişmiş olup en yüksek değer A300 nolu genotipten en düşük değer ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında A287, A67 ve A124 nolu genotipler ilk sıralarda, A68, A324 ve A292 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.12).

Mikorizaya bağımlılık bakımından denemede kullanılan genotipler büyük bir varyasyon göstermiştir. Bu varyasyonun genotiplerin sahip olduğu farklı genetik yapıdan kaynaklanmış olabileceği gibi bitkilerin kök yapısına bağlı olarak besin elementlerinden yararlanma ve çevresel koşullara adaptasyonundan da kaynaklanmış olabilir. Ayrıca denemede kullanılan biber genotipleri farklı iklim ve toprak koşullarına sahip bölgelerden seçildiği için morfolojik olarak farklılık göstermektedir (Keleş, 2007). Söz konusu genotipler yurtiçi ve dışından çeşitli kaynaklardan sahip oldukları farklı özelliklere göre temin edilmesinin yanında biber ıslah programları için ya seleksiyon yoluyla yada farklı biber genotiplerinin melezlenmesi ile oluşturulan populasyondan seçilmişlerdir. Dolayısıyla seçtikleri bölgelere adapte olmuş genotipler olduğu için mikorizaya bağımlılıktada farklılık ortaya çıkmış olabilir.

Mikorizal bağımlılıkla ilgili olarak, Tawaraya ve ark. (2003)'nın bitki türleri ve çeşitlerinin mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında mikorizaya bağımlılığın tarla bitkilerinde % 44 (37 türde), yem bitkilerinde % 56 (46 türde), çimde % 70 (140 türde), ağaçlarda % 79 (26 türde), ve bütün bitkilerde %56 (250 türde) olduğunu kültürü yapılan bitki türlerinin yabani türlere göre daha az bağımlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Üç mikorizal mantarın *Acacia mangium* bitkisinin bitki boyu, kök uzunluğu ve çapı, yaprak alanı ve yeşil aksam kuru ağırlığına etkisinin araştırıldığı çalışmada,

bütün mikoriza aşlamalarının bitki büyümesine olumlu etkide bulunduğu, *G. occultum* mikoriza türünün ise en iyi sonuç verdiği, *Acacia mangium* bitkisinin *G. occultum* ile % 57 oranında, *G. mosseae* ile % 47, *G. aggregatum* ile % 46 oranında mikorizaya bağımlılık gösterdiği rapor edilmiştir (Ghosh ve Verma, 2006).

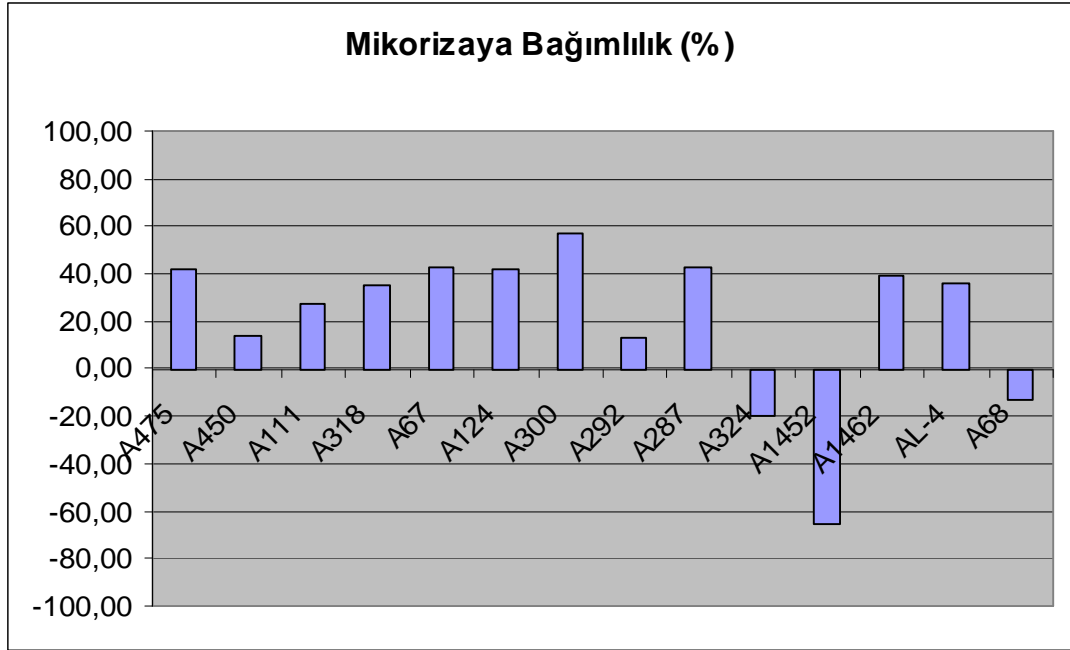
Dare ve ark. (2008) 2004-2005 yıllarında Nijerya'nın farklı ekolojilerinde dört lokasyonda tatlı patates genotiplerinde AMF kolonizasyonunun varyasyonunu inceledikleri çalışmalarında, bütün tatlı patates genotiplerinde infeksiyonun olduğunu, kök kolonizasyonunun % 24-95 arasında değiştiğini, ayrıca elde ettikleri tüm bulgular ışığında tatlı patatesin mikorizaya bağımlı ve çevreden etkilen bir tür olduğunu rapor etmişlerdir.

Söz konusu çalışmalarla bu çalışmadan elde edilen bulgular paralellik içerisinde gözükmemektedir.

Bunların yanında araştırma bulguları birinci dönemde negatif yönde mikorizaya bağımlılık gösteren A1462'nin mevcut denemede positif yansıma verdiği görülmektedir (Şekil 4.15) Bu farklılığı kaynağının yeniden araştırılması önem arz etmektedir.

Çizelge .4.12 Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	Genotip	Mikorizaya Bağımlılık %
1	A475	41,95
2	A450	13,57
3	A111	27,84
4	A318	34,65
5	A67	42,82
6	A124	42,13
7	A300	56,83
8	A292	13,30
9	A287	43,01
10	A324	-20,00
11	A1452	-65,19
12	A1462	39,49
13	AL-4	35,50
14	A68	-13,22
	<b>Ortalama</b>	<b>20,90</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>56,83</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>-65,19</b>



Şekil .4.5 Farklı Biber Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılık Oranları

#### 4.1.1.14. Kök İnfeksiyonu

İkinci yetiştirme döneminde mikoriza aşılamanın farklı biber genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.13'de verilmiştir.

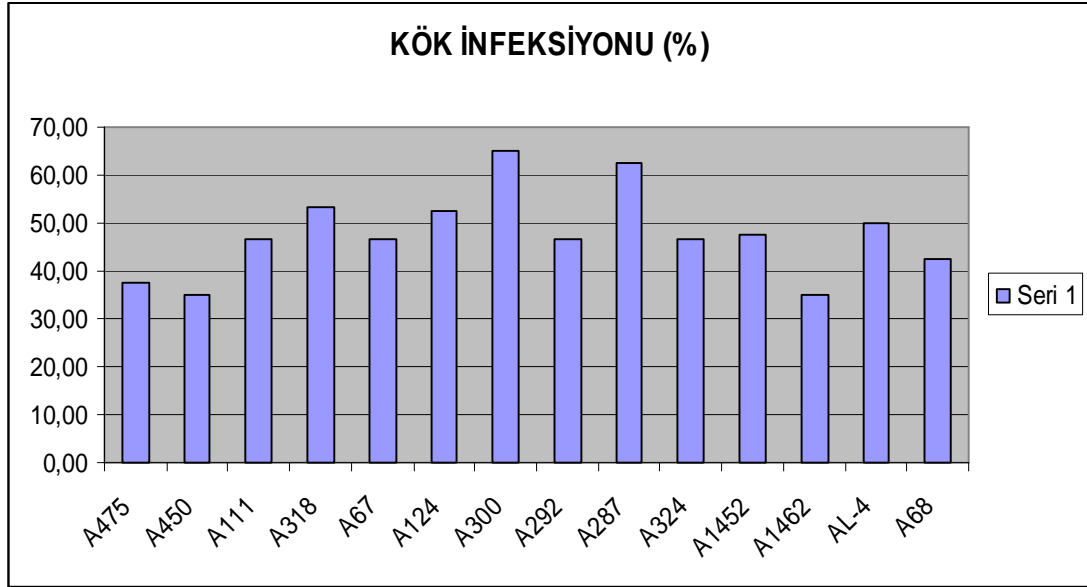
Kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 35,00-65,00 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A300 nolu genotipten en düşük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunların yanısıra A287, A124 ve A1452 nolu genotipler ilk sıralarda, A450 ve A475 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır.

Mikoriza aşılması ile diğer incelenen özellikler bakımından genotipler arasında oluşan varyasyona benzer varyasyon mikorizaya bağımlılıkta da oluşmuş fakat varyasyon aralığı tam olarak uyuşmamaktadır. Bunun nedeni mikoriza infeksiyonunun etkin bir şekilde çalışmaması yada kullanılan yöntemle infeksiyon oranının tam olarak belirlenememesi olabilir. Ayrıca mikoriza aşılamanın bazı genotiplerde de çok düşükte olsa infeksiyonun görülmesi yine teşhiste kullanılan yöntemle ilişkili olabilir. Yine de mikorizaya bağımlılık bakımından elde edilen sonuçlar mikoriza etkinliğine ışık tutar niteliktedir.

Ayrıca kök infeksiyonu bakımından oluşan varyasyon ile ilgili olarak Pandey ve ark. (2006) mikoriza (*G. macrocarpum*) aşılınmış buğday genotiplerinin düşük fosforlu koşullarda P alım etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında kök kolonizasyonunun % 50 olduğunu bildirmişlerdir. Yine José ve ark. (2003)'ün sera koşullarında verimliliği düşük topraklarda 29 odunsu bitki türünün mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında bitki türleri arasında AMF kolonizasyonu, mikorizaya bağımlılık ve P alımı bakımından büyük bir varyasyonun olduğunu, mikorizal kolonizasyonun % 0'dan % 60'a kadar değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular sözü edilen araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge .4.13 Mikoriza Uygulanan Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.No	Genotip	Kök İnfeksiyonu (%)	
		-M	+M
1	A475	0.00	37,50
2	A450	0.00	35,00
3	A111	0.00	46,67
4	A318	0.00	53,33
5	A67	0.00	46,67
6	A124	0.00	52,50
7	A300	0.00	65,00
8	A292	0.00	46,67
9	A287	0.00	62,50
10	A324	4.00	46,67
11	A1452	0.00	47,50
12	A1462	0.00	35,00
13	AL-4	4.00	50,00
14	A68	0.00	42,50
	<b>Ortalama</b>	<b>0.57</b>	<b>47,68</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>4.00</b>	<b>65,00</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0.00</b>	<b>35,00</b>



Şekil .4.6 Farklı Biber Genotiplerinin Kök İnfeksiyonu Oranları (%)

#### 4.1.1.15. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu

Araştırma bulguları mikoriza aşılmasının farklı biber genotiplerinin yapraklardaki P konsantrasyonu üzerindeki etkileri ve bunların varyans analiz sonuçları Ek 10'de, ortalama değerleri ise Çizelge 4.14'da verildiği gibidir.

Yapraklardaki P konsantrasyonu mikoriza aşılması yapılan bitkilerde % 0,30 mikoriza aşılmayanlarda ise % 0,21 olarak elde edilmiş ve uygulamalar arasında oluşan fark istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0,05$ ) bulunmuştur. Araştırma bulguları bitki dokularındaki % P kritik değerin (% 0,20) üzerindedir (Jones, 1998).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu % 0,16-0,44 arasında değişmiş olup en yüksek değer A450 nolu genotipten en düşük değer ise A324 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun ayanında A111 ve A300 nolu genotipler ilk sıralarda A68 ve AL-4 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.14).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu ortalama % 0,12-0,27 arasında değişmiş olup en yüksek değer A300 (% 0,27) nolu genotipten en düşük değer ise A324 (% 0,12) nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.14).



Mikoriza aşılmasının genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değişim A292 (% 90,41) nolu genotipten en düşük değişim ise AL-4 (% -8,05) nolu genotipten elde edilmiştir. Mikoriza aşılmasında genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu bakımından bütün genotipler pozitif yönde etkilenmiştir. Ayrıca genotipler arasında varyasyon oluşmuştur. Bu varyasyonun nedeni mikorizanın kök bölgesinde oluşturduğu hifler vasıtasıyla fosfor alımını artırıcı etkisi nedeniyle olmuş olabilir. Bunun yanında genotiplerin mikorizaya karşı oluşturduğu bağımlılığın farkından kaynaklanmış olabilir. Fosfor toprakta bitkilerce alımı yavaş olan bir besin elementi olup mikroorganizma populasyonu özellikle de mikorizal mantar, rizosfer pH'sındaki değişimler ve bitki kök büyümesi tarafından etkilenmektedir (Ortaş ve ark. 1995).

Mikorizanın bitki gelişimine olan etkisi en yaygın ifadesi ile bitkinin fosfor alımı ile doğrudan ilişkilendirilmiştir (Ortaş 2003). Rizosfer teknikleri kullanılarak yapılan ölçümlerde AMF ile infekte olmuş bitkilerin kaldırmış oldukları P'un % 80'ninin; N'un % 25'inin, K'un %10'unun, Zn'nun % 25'inin ve Cu'n % 60'ının mikoriza hifleri aracılığı ile alındığı rapor edilmiştir (Marschner ve Dell, 1994; Marschner, 1995).

Mahaveer ve Alok (2004) farklı P dozlarında çileğe aşılana mikorizanın çilek bitkilerinin gelişmesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında hasatta en yüksek fosfor dozu hariç diğer dozlarda mikoriza aşılansın bütün bitkiler bitki başına verim, yeşil aksam kuru ağırlığı, meyve sayısı, ve yeşil aksam P içeriği bakımından olumlu etkilenmiştir. Fakat mikoriza tepkisi P konsantrasyonuna göre değiştiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre biber genotiplerinin mikorizal bağımlılıkla tam olarak paralellik göstermemesi biberlerin ortam fosforuna verdiği farklı tepkilerden kaynaklanmış olabilir.

Çizelge .4.14 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	Genotip	P (%)		% Değişim
		+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	A475	0,30 ±0.02de	0,24± 0.01abc	23,16
2	A450	0,44 ±0.01a	0,22± 0.01bcd	97,03
3	A111	0,42± 0.04ab	0,270.02± ab	57,62
4	A318	0,26 ±0.00ef	0,22±0.03 bcd	19,98
5	A67	0,33 ±0.03cd	0,26 ±0.00abc	27,83
6	A124	0,33± 0.03cde	0,23 ±0.05abc	40,01
7	A300	0,38± 0.04abc	0,27 ±0.02a	40,24
8	A292	0,35 ±0.04bcd	0,19 ±0.02de	90,41
9	A287	0,21±0.01 fg	0,16 ±0.02ef	27,99
10	A324	0,16±0.05 g	0,12±0.03 f	35,15
11	A1452	0,34 ±0.06cd	0,26 ±0.04abc	32,21
12	A1462	0,30 ±0.05de	0,22±0.03 bcd	38,24
13	AL-4	0,20 ±0.07fg	0,22 ±0.02cd	-8,05
14	A68	0,19±0.08 g	0,13 ±0.02f	40,18
	<b>Ortalama</b>	<b>0,30</b>	<b>0,21</b>	<b>40,14</b>
	<b>En Büyük</b>	<b>0,44</b>	<b>0,27</b>	<b>97,03</b>
	<b>En Küçük</b>	<b>0,16</b>	<b>0,12</b>	<b>-8,05</b>
	<b>LSD (%5)</b>	<b>0.065</b>	<b>0.041</b>	

#### 4.1.1.16. Domates Genotiplerinin Mikorizal Bağımlılık Bakımından İncelenmesi

#### 4.1.2. Domates I. Dönem Bulguları

Denemenin I. döneminde LA 1777, LA 1223, PI270435, PI126443, TA 496, LA 1589, A183, LA 0722 numaralı domates genotipleri kullanılmıştır.

Mikorizaya bağımlılıkları incelenen domates genotiplerinde bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru madde ağırlığı (g), kök kuru madde ağırlığı (g) ölçümleri yapılmış ve aynı genotiplerde yeşil aksam P besin elementi konsantrasyonu analiz edilerek belirlenmiştir.

#### 4.1.2.1. Bitki Boyu

Farklı domates genotiplerinin mikorizaya bağımlılığını incelemek için yapılan bu çalışmada ise araştırmanın birinci döneminde mikoriza aşıl原因an ve

aşılınmayan domates genotiplerinden elde edilen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 11’de ve ortalama değerler (cm/bitki) ise Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Mikoriza aşılınan domates genotiplerinin bitki boyu ortalama 54,92 cm/bitki olurken mikoriza aşılınmayan genotiplerin bitki boyu 49,79 cm/bitki olarak olmuştur. Mikoriza aşılmasının bitki boyuna etkisi istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bitki boyu 37,33-80,33 cm/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LA 0722 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin bitki boyu 32,33-74,67 cm/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LA 1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Mikoriza aşılmasının bitki boyuna etkisi incelendiğinde % değişim en yüksek % 29,80 ile LA 1777 (*L. hirsutum*) ve LA 1589 nolu genotiplerden, en düşük değer ise %-35,29 ile PI 126443 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Olsen ve ark. (1999) 2 farklı (biber, domates) üründe sobahar-kış, yaz-sonbahar da olmak üzere serada saksıda düşük P ortamı kullanarak 5 farklı P dozunda (0 , 9.2 , 27.5 , 82.5 ve 248 mg P/kg) mikorizanın etkisini araştırdıkları çalışmalarında AM kolonizasyonu olan bitkilerin tüm bitki kuru ağırlığında biberde 9,7 kat ve domateste 17,9 kat artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise mikoriza uygulamasının bazı genotiplerin bitki boyunda artış meydana getirmesi söz konusu çalışma ile uyum içinde olmasına rağmen diğer genotiplerin negatif yönde etkilenmesi genotiplerin sahip olduğu mikorizaya bağımlılığa ilişkin genetik yapısıyla ilgili olabilir. Söz konusu genotipler farklı morfolojik özelliklere sahip olmalarının yanında bir çok biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılık kaynağı olarak kullanılmaktadır (Foolad, 2007).

Hernandez ve ark.(2004) 1996-2000 yılları arasında Küba’da HC 38-80 domates çeşidinde fide aşamasında AMF ve *rhizobacteria*’nın etkisini araştırdıkları çalışmalarında bitki boyu, bitki çapı, kök uzunluğu ve toplam kuru ağırlığı

inceledikleri çalışmalarında mikoriza aşılmasının bitki boyu, bitki çapı, kök uzunluğu ve toplam kuru ağırlığını önemli oranda arttırdığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.15 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)

S.N.	Kod No	Genotip	Bitki Boyu(cm)		% Değişim
			+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	LA 1777	<i>L. Hirsutum</i>	50,33± 4,51b	35,33 ±3,93cd	29,80
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	40,33± 5,51c	39,33 ±2,89c	2,48
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	53,00±3,06 b	57,67± 1,15b	-8,81
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	45,33 ±3,21bc	61,33 ±2,31b	-35,29
5	TA 496	<i>L. esculentum</i>	53,67±4,04 b	40,67±4,51 c	24,22
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	80,33±6,43 a	57,00 ±2,65b	29,05
7	183	<i>L. esculentum(Saf Hat)</i>	37,33±3,06 c	32,33±2,08 d	13,39
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	79,00 ±1,73a	74,67±3,51a	5,49
<b>Ortalama</b>			<b>54,92</b>	<b>49,79</b>	<b>7,54</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>80,33</b>	<b>74,67</b>	<b>29,80</b>
<b>En Düşük</b>			<b>37,33</b>	<b>32,33</b>	<b>-35,29</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>8.118</b>	<b>5.912</b>	

#### 4.1.2.2. Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı

Araştırmanın birinci döneminde mikoriza uygulanan ve uygulanmayan farklı domates genotiplerinden elde edilen bitki başına yeşil aksam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 12’de ve ortalama değerler ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Yeşil aksam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (3,94 g/bitki) aşılması mikorizasız (3,90 g/bitki) göre yeşil aksam kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırdığı görülmektedir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur (EK 12).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 2,09-6,92 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LA 1777 (*L. hirsutum*) nolu genotipten, en düşük değer TA496 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında PI 270435 (*L. peruvianum*) ve LA 1589 (*L. pimpinellifolium*) ilk sıralarda A183 nolu genotip ise son sıralarda yer almıştır (Çizelge 4.16).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 1,34-7,37 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LA 1777 (*L. hirsutum*) nolu genotipten en düşük değer ise TA496 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılmasının genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığına etkisi incelendiğinde en yüksek değişim % 35,94 ile TA496 nolu genotipten elde edilmiştir. En düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizaya bağımlılığın tespitinde kullanılan önemli özelliklerden biriside biberde olduğu gibi domatestede de yeşil aksam kuru madde ağırlığıdır. Mikoriza hem bitkilerin beslenmesinde etkin rol alarak hemde hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırmak suretiyle bitki gelişimine katkıda bulunmaktadır. Örneğin mikoriza ile inokule edilen domates bitkisinin *Fusarium oxysporum*'a karşı direnci arttırdığı rapor edilmiştir (Dehne ve Schonbeck, 1979).

Yeşil aksam kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklar genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir (Hetrick ve ark. 1990). Ayrıca kök kuru madde ağırlığında olduğu gibi mikorizanın oluşturduğu etki alanı sayesinde daha fazla besin elementi ve su bitkiye taşınmış ve bitkilerde büyüme gerçekleşmiş olabilir. Mikoriza aşılmasının domates bitkilerinin gelişimine etkisiyle ilgili olarak, üç yerel *Glomus* türü tarla koşullarında domates, patlıcan ve biber bitkilerine inokule edilmiştir. Patlıcanın gövde yaş ağırlığı % 47, % 28 ve % 29 olarak sırasıyla *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* inokulasyonu ile artmıştır. Domatesin toplam verimi % 47, % 23 ve % 9 oranlarında sırasıyla *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* inokulasyonu ile artmıştır. Domates gövde yaş ağırlığı ise sırasıyla % 59, % 48 ve % 9 oranında artmıştır. Biberin toplam verimi % 22, % 21 ve % 27 oranında aynı sıralamaya göre artmıştır (Al-Raddad, 1987).

Çizelge 4.16 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

S.N.	Kod No	Genotip	Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı(g)		% Değişim
			+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	LA 1777	<i>L. Hirsutum</i>	6,92 ±0,90a	7,37± 0,21a	-6,55
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	3,40±0,27 c	3,95± 0,77bc	-16,19
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	3,23 ±0,63c	4,32 ±0,99b	-33,61
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	4,62 ±0,48b	4,48±0,48 b	3,17
5	TA 496	<i>L.esculentum</i>	2,09 ±0,08d	1,34±0,03 d	35,94
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	3,72 ±0,07c	3,37± 0,19c	9,41
7	183	<i>L.esculentum</i> (Saf Hat)	2,29±0,17 d	2,03 ±0,08d	11,63
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	5,25± 0,19b	4,37 ±0,24d	16,77
<b>Ortalama</b>			<b>3,94</b>	<b>3,90</b>	<b>2,57</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>6,92</b>	<b>7,37</b>	<b>35,94</b>
<b>En Düşük</b>			<b>2,09</b>	<b>1,34</b>	<b>-33,61</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.788</b>	<b>0.847</b>	

#### 4.1.2.3. Kök Kuru Madde Ağırlığı

Yine yeşil aksam kuru madde ağırlığında olduğu gibi mikorizaya bağımlılığın belirlenmesinde etken olan diğer bir özellik ise bitki kök kuru madde ağırlığıdır.

Yine araştırmanın birinci döneminde mikoriza aşıl原因an farklı domates genotiplerinin kök kuru ağırlıkları ölçülmüş ve bitki başına kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 13’de ve ortalama değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Kök kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (0.62 g/bitki) uygulamasının mikoriza aşıl原因anmamışa (58 g/bitki) göre kök kuru madde ağırlığını arttırdığı görülmektedir. Bu artış istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin kuru madde ağırlığı 0,32-1-26 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LA 1777 (*L. hirsutum*) (1,26 g/bitki) nolu genotipten, en düşük değer ise A183 (0,32 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında LA 1223 (*S. habrochaites*) ve PI 270435 (*L. peruvianum*) ilk sıralarda yer almakta olup, LA1589 (*S. pimpinellifolium*) ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.38-1,52 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LA1777 (*L. hirsutum*) (1,52 g/bitki) türünden, en düşük değer ise A183 (0,38 g/bitki) nolu genotipten elde edilmiştir.

Domates genotiplerinin mikorizalı ve mikorizasız koşullara verdiği tepki % değişim olarak incelendiğinde ise değişim % -31,78-29,45 arasında olup en yüksek değer TA496 nolu genotipten en düşük değer PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipte olumsuz etkileşim ile diğer genotiplerdeki olumlu değişim domates genotiplerinin sahip olduğu genetik farklılıktan kaynaklanmış olabilir (Foolad, 2007).

Çizelge 4.17. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

S.N.	Kod No	Genotip	Bitki Kök Kuru Ağırlığı(g/bitki)		% Değişim
			+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	LA 1777	<i>L. Hirsutum</i>	1,52±0,39 a	1,26±0,13 a	17,29
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0,66 ±0,08b	0,61 ±0,09b	8,04
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0,43 ±0,04b	0,57 ±0,03bc	-31,78
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,52 ±0,02b	0,65 ±0,04b	-25,16
5	TA 496	<i>L.esculentum</i>	0,49± 0,02b	0,34 ±0,03d	29,45
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0,39± 0,05b	0,35 ±0,02d	10,17
7	183	<i>L.esculentum</i> (Saf Hat)	0,38± 0,03b	0,32 ±0,07d	16,52
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	0,55 ±0,03b	0,51 ±0,06c	7,88
<b>Ortalama</b>			<b>0,62</b>	<b>0,58</b>	<b>4,05</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>1,52</b>	<b>1,26</b>	<b>29,45</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0,38</b>	<b>0,32</b>	<b>-31,78</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.250</b>	<b>0.097</b>	

#### 4.1.2.4. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

Mikoriza aşıl原因asının farklı domates genotiplerinin yeşil aksam kuru madde ağırlığı ve kök kuru madde ağırlığı ile elde edilen toplam kuru ağırlığa etkisi, araştırmanın birinci döneminde belirlenmiş ve elde edilen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 14'de, ortalama değerler ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Domates genotiplerinin sahip olduğu toplam kuru madde ağırlığı mikoriza aşıl原因anlarda 4,56 g/bitki, aşıl原因mayanlarda ise 4,48 g/bitki olmuş ve oluşan fark istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 1-68-8,63 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LA 1777 (*L. hirsutum*) nolu genotipten, en düşük değer TA496 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.18).

Mikorizalı koşullarda ise genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 2,57-8,44 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LA 1777 (*L. hirsutum*) nolu genotipten, en düşük değer ise TA496 nolu genotipten elde edilmiştir.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından mikoriza aşılmasının genotiplerde meydana getirdiği değişim incelendiğinde ortalama değişim % 7,36 olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) türünden elde edilmiştir (Çizelge 4.18).

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Çalışmada kullanılan domates genotiplerinin morfolojik özelliklerinin farklı olması bu farklılığı desteklemesi bakımından önem arz etmektedir. Domatesler morfolojik olarak birbirinden farklı olmasının yanında genetik olarakta büyük varyasyon göstermektedir (Foolad, 2007; Göl, 2006).

Biberde olduğu gibi domates genotiplerinde de kök/gövde oranı hesaplanmış olup mikoriza aşılama genotipler ortalama 0.16 kök/gövde oranına sahip olurken, mikoriza aşılama genotipler 0.15 kök/gövde oranına sahip olmuşlardır. Biber genotiplerinde mikoriza aşılama genotipler kök/gövde oranını gövde yönünde olumlu etkilerken domates genotiplerinde net olarak bu yönde olumlu etki ortaya çıkmamıştır. Bu durum genotipler mikorizaya olan tepkisinin yanında mikorizaxgenotip interaksiyonundan kaynaklanmış olabilir.

Olsen ve ark. (1999) 2 farklı (biber, domates) üründe serada saksıda düşük P ortamı kullanarak 5 farklı P dozunda mikorizanın etkisini araştırdıkları çalışmada AM kolonizasyonu olan bitkilerin tüm bitki kuru ağırlığında biberde 9,7 kat ve domateste 17,9 kat artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Söz konusu çalışmanın bulgularıyla bu çalışmada mikorizadan olumlu etkilenen genotiplerden elde edilen bulgular paralellik göstermektedir. Olumsuz etkilenen genotiplerden elde edilen sonuçlar ise Yücel, (2007)'nin buğday



genotiplerinde, Şensoy, (2007)'nin biber genotipleri ile yaptığı çalışmalarla uyum içinde gözükmemektedir.

Çizelge .4.18 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler

Kod No	Genotip	Toplam Kuru Ağırlığı(g/bitki)		Kök/Gövde Oranı	
		+ M	-M	+ M	-M
LA 1777	<i>L. Hirsutum</i>	8,44±1,16 a	8,63±0,11a	0.22	0.17
LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	4,06± 0,32c	4,56± 0,81bc	0.19	0.15
PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	3,66± 0,66c	4,89± 1,02b	0.13	0.13
PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	5,14± 0,50b	5,12± 0,49b	0.11	0.15
TA 496	<i>L.esculentum</i>	2,57± 0,06d	1,68±0,02 d	0.23	0.25
LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	4,11±0,07 c	3,72± 0,20c	0.10	0.10
A183	<i>L.esculentum(Saf Hat)</i>	2,68±0,15 d	2,35±0,08 d	0.17	0.16
LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	5,80± 0,24b	4,87± 0,13b	0.10	0.12
<b>Ortalama</b>		<b>4,56</b>	<b>4,48</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>
<b>En Yüksek</b>		<b>8,44</b>	<b>8,63</b>	<b>0.23</b>	<b>0.25</b>
<b>En Düşük</b>		<b>2,57</b>	<b>1,68</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>
<b>LSD (%5)</b>		<b>0.957</b>	<b>0.869</b>		

#### 4.1.2.5. Mikorizaya Bağımlılık

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşıl原因an farklı domates genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen mikorizaya bağımlılığa ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması %-25,03-53,17 arasında değişmiş olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en küçük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında LA 0722 (*L. pimpinellifolium*) ve A183 nolu genotip ilk sırada, LA 1777 (*L. hirsutum*) ve LA 1223 (*S. habrochaites*) ise son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.19).

Araştırmada kullanılan biber genotiplerinin mikorizaya bağımlılık bakımından farklılık göstermesi genotiplerinin genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir. Çalışmada yer alan domates genotipleri morfolojik olarak farklı yapıya sahiplerdir. Doyasıyla diğer özellikler bakımından olduğu gibi mikorizaya bağımlılık bakımından da farklılık göstermesinin sebebi bu olabilir.

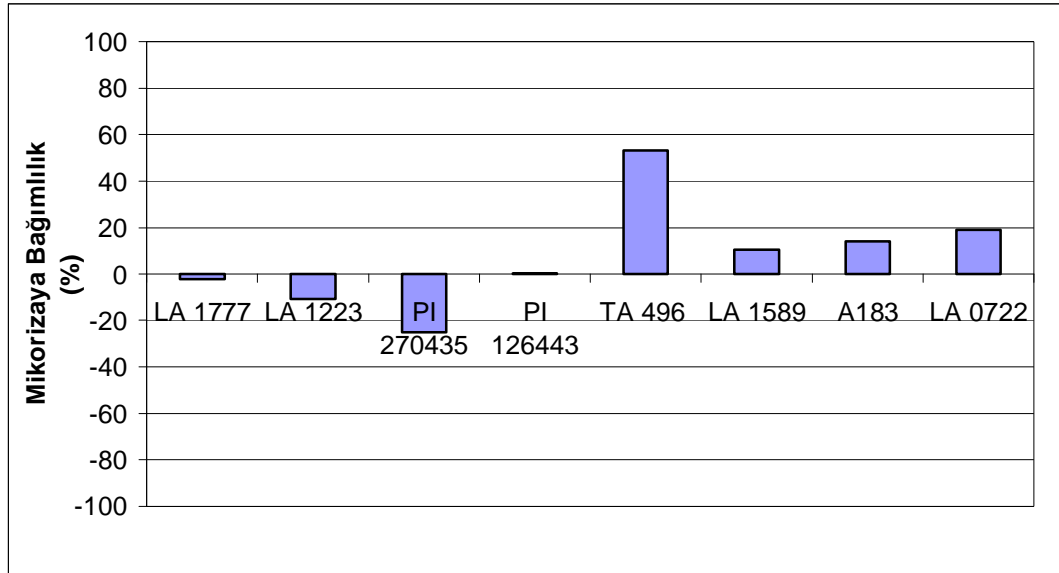
Araştırma bulgularına göre TA496 sanayilik domates genotipi % 53,17 ile en yüksek mikorizaya bağımlılık gösteren genotip olmuştur. Biber bitkisi ile kıyaslandığında domates bitkisinin daha düşük düzeyde bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce Ortaş ve ark. (2003) tarafından yapılan bir araştırmada domates bitkisinin biber bitkisine göre daha az mikorizaya tepki verdiği görülmüştür.

Ayrıca denemede kullanılan domates genotiplerinin morfolojik özelliklerinin yanında değişik eko-coğrafik yapılara adaptasyonlarının farklı olması bu farklılığı ortaya koymuş olabilir. Bunların yanında *Hirsutum*'dan düşük sıcaklığa dayanım, *Earlt blight*, *Late blight*, *Leaf mould*, *Potyviruses*, *Powdery*, *Mildew*, *Tobacco mosaic virus*, *Tomato yellow leaf curl virus*üne dayanım, *L. pimpinellifolium*'dan düşük sıcaklığa , kuraklığa , tuzluluğa , *tomato yellow leaf curl virus* , *nematoda*, *Late blight*, *Gray leaf spot*, *Fusarium wilt*, *Early blight* , *Bakterial wilt* ve *Bakterial speck*'e dayanım, *L. peruvianum türünden*, *Aphid*, *Bakterial canker*, *Bakterial wilt*, *Fusarium crown* ve *nematod*'a (root knot ), *tobacco mosaic virus*'üne, *tomato spotted wilt virus*'üne dayanım haritalanmıştır. Ayrıca aynı türlere ait genotipler diğer bir çok abiyotik ve biyotik streslere dayanıklılık kaynağı olarak ıslah programlarında kullanılmaktadır (Foolad, 2007). Yukarıda sözü edilen faktörler genotipler arasındaki mikorizaya bağımlıya ilişkin varyasyonu destekler niteliktedir.

Ayrıca Hetrick ve ark. (1992, 1993 ve 1996), mikorizaya bağımlılığın kalıtsal bir özellik olması nedeniyle çeşitler arasında farklı düzeyde bağımlılık oluştuğunu, bağımlılık gösteren çeşitlerde biomas artışı sağlandığını, aksine diğerlerinde büyüme depresyonu ortaya çıktığını, bunun mikorizaya bağımlılığı sağlayan genlerin eksikliğinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.19 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N	Kod No	Genotip	Mikorizaya Bağımlılık( % )
1	LA 1777	<i>L. hirsutum</i>	-2,20
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	-10,90
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	-25,03
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,33
5	TA 496	<i>L. esculentum</i>	53,17
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	10,47
7	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	14,06
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	18,95
<b>Ortalama</b>			<b>7,35</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>53,17</b>
<b>En Düşük</b>			<b>-25,03</b>



Şekil 4.7 Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılık Oranları (%)

#### 4.1.2.6. Kök İnfeksiyonu

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşıl原因an farklı domates genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler (%) Çizelge 20’de verilmiştir.

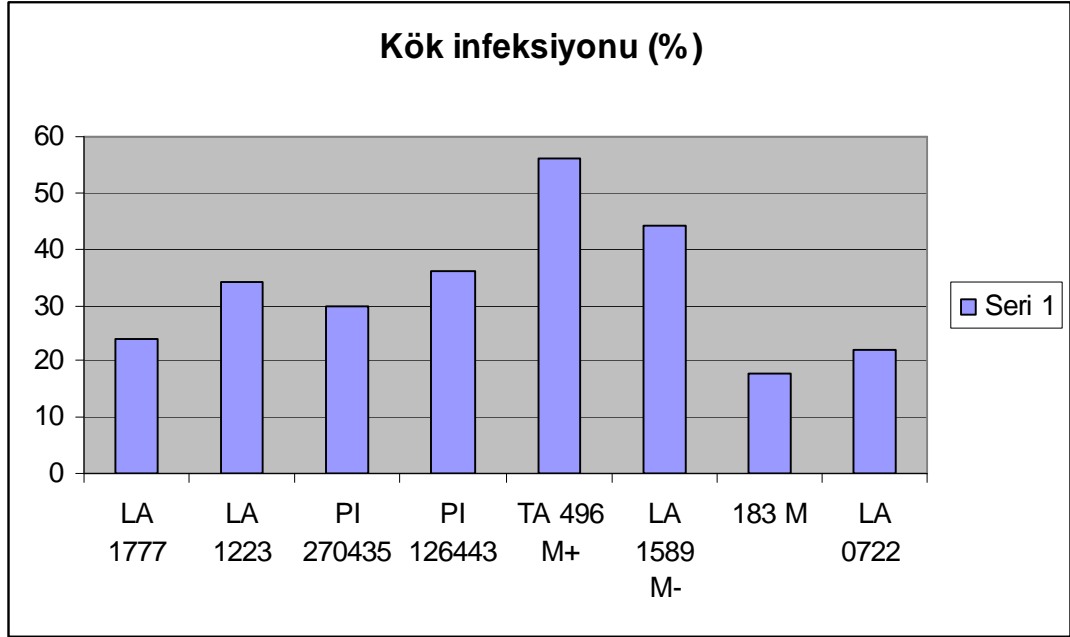
Çizelge 36’dan da görüldüğü gibi kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 18-56 arasında değişmiş olup en yüksek değer TA496 nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir. Kök infeksiyonu bakımından genotipler arasında varyasyonun olduğu görülmektedir.

Kök infeksiyonu bakımından genotipler arasında varyasyon olmasına rağmen diğer incelenen özelliklerle birlikte değerlendirildiğinde bazı genotiplerde paralellik gözükmemekte bazı genotiplerde ise tam olarak paralellik gözükmemektedir. Bunun sebebi mikorizal infeksiyon teşhisinde kullanılan metodla yada mikoriza infeksiyonu olduğu halde bu infeksiyonun bitki büyüme ve gelişmesine yansımaması ile ilgili olabilir.

Tawaraya ve ark. (2001) arpa çeşitleri ile yürütmüş olduğu çalışmada çeşitler arasında P alımına bağımlılık ve mikorizadan dolayı yeşil aksam büyümesinin değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı denemede bütün çeşitlere eşit inokülüm yapılmasına rağmen mikorizal kolonizasyonun çeşitler arasında değişiklik göstermediğini, mikorizal kolonizasyon ile P alımı ve sürgün gelişimi arasında bir korelasyonun olmadığını bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular söz konusu çalışmadan elde edilen bulgularla paralellik arz etmektedir.

Çizelge 4.20 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N	Kod No	Genotip	Kök İnfeksiyonu %	
			-M	+M
1	LA 1777	<i>L. hirsutum</i>	2.00	24
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0.00	34
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0.00	30
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0.00	36
5	TA 496	<i>L. esculentum</i>	0.00	56
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0.00	44
7	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	0.00	18
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	0.00	22
<b>Ortalama</b>			<b>0.25</b>	<b>33</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>2.00</b>	<b>56</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0.00</b>	<b>18</b>



Şekil 4.8 Mikoriza Aşılansmış Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyon Oranları (%)

#### 4.1.2.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu

Birinci yetiştirme döneminde mikoriza aşılansan farklı domates genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen yapraklardaki fosfor konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 15’da, yine fosfor konsantrasyonuna ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yapraklarındaki fosfor konsantrasyonu % 0,13-0,37 arasında değişmiş olup en yüksek değer PI 126443 (*L. peruvianum*) nolu genotipten, en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yapraklarındaki fosfor konsantrasyonu ortalama % 0,10-0,39 arasında değişmiş olup en yüksek değer PI 126443 (*L. peruvianum*) nolu genotipten, en düşük değer ise TA496 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılansının genotiplerin yapraklarındaki fosfor konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değişim TA496 nolu genotipten en düşük değişim ise LA 1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten elde edilmiştir. Genotipler arasında varyasyon oluşmuştur. Bu varyasyonun nedeni mikorizanın kök bölgesinde

oluşturduğu hifler vasıtasıyla fosfor alımını artırıcı etkisi nedeniyle olmuş olabilir. Bunun yanında genotiplerin mikorizaya karşı oluşturduğu bağımlılığın farkından kaynaklanmış olabilir. Bu özelliklerle ilgili olarak;

Pandey ve ark. (2006) mikoriza aşılansmış buğday genotiplerinin düşük fosforlu koşullarda P alım etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, kök kolonizasyonunda % 50, yeşil aksamda % 18-88, kökte % 25-96 ve bitki kuru madde ağırlığında % 29-91 artışın olduğunu, fakat mikorizasız koşullarda yeşil aksam kuru ağırlık:kök oranının yüksek olduğunu, mikoriza aşılansmış 'DL I010-5' (% 39) ve 'DL 2044-1' (% 60) genotiplerinin en yüksek P içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Artan dozlarda uygulanan fosfor domates ve soğanda bitki toplam yaş ağırlığını ve gövde fosfor konsantrasyonunu arttırırken, kökün mikoriza infeksiyonunu azaltmıştır. Mikoriza inokulasyonu soğanın gövde fosfor konsantrasyonunu ve toplam yaş ağırlığını düşük fosfor uygulamalarında arttırmıştır (Waterer ve Coltman, 1989).

Tarla koşullarında domatesin *Glomus fasciculatum* ve *Acaulospora vinelandii* ile tek tek veya birlikte aşılansması bitki yaprak alanını, gövde kuru ağırlığını, azot ve fosfor kapsamı ile verimini mikoriza aşılansmamış bitkilere göre arttırmıştır. Sadece mikoriza aşılansması bitki gelişmesi, azot ve fosfor kapsamı ile verimi arttırırken, *A. vinelandii* yaprak alanı, gövde kuru ağırlığı, fosfor kapsamı ve verimin artması gibi ilave yararlar sağlamıştır (Mohandas, 1987).

Yine José ve ark. (2003) sera koşullarında verimliliği düşük topraklarda 29 odunsu bitki türünün mikorizaya bağımlılığını inceledikleri çalışmalarında bitki türleri arasında AMF kolonizasyonu, mikorizaya bağımlılık ve P alımı bakımından büyük bir varyasyonun olduğunu, mikorizal kolonizasyonun % 0'dan % 60' a kadar değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Elde edilen araştırma bulguları sözü edilen araştırmacıların elde ettikleri bulgularla uyum içerisindedir.

Çizelge .4.21 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	Kod No	Genotip	P Konsantrasyonu (%)		% Değişim
			+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	LA 1777	<i>L. hirsutum</i>	0,23 ±0,01b	0,21 ±0,02c	9
2	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0,26 ± 0,06b	0,29± 0,02b	-11
3	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0,26±0,01 b	0,30±0,03 b	-14
4	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,37±0,01 a	0,39± 0,02a	-7
5	TA 496	<i>L. esculentum</i>	0,18±0,02 c	0,10±0,01 e	43
6	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0,14± 0,03cd	0,17±0,02 d	-21
7	183	<i>L. esculentum(Saf Hat)</i>	0,13±0,01 d	0,11±0,01 e	17
8	LA 0722	<i>L. pimpinellifolium</i>	0,18 ±0,01	0,22± 0,01c	-18
<b>Ortalama</b>			<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,00</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>0,37</b>	<b>0,39</b>	<b>43</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0,13</b>	<b>0,10</b>	<b>-21</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.042</b>	<b>0.030</b>	

#### 4.1.3. Domates II. Dönem Bulguları

Denemenin II. döneminde LA 1223, PI270435, PI126443, TA 496, LA 1589, A183, LO 6176 numaralı domates genotipleri kullanılmıştır.

Denemeye alınan genotiplerin bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru madde ağırlığı (g), kök kuru madde ağırlığı (g), kök enfeksiyonu ölçümleri yapılmış ve aynı genotiplerin bitki dokularındaki P besin elementi içerikleri de ölçülmüştür. Bitkilerin mikorizaya bağımlılıklarında ayrıca hesaplanmıştır.

##### 4.1.3.1. Bitki Boyu

Araştırmanın birinci döneminde olduğu gibi ikinci dönemde de mikoriza aşıl原因an farklı domates genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 16'da ve ortalama değerler Çizelge 4.22' de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi bitki boyu bakımından genotiplerin ortalamasına göre mikoriza (47,05 cm/bitki) aşılması kontrole (46,14 cm/bitki) göre bitki boyunu az da olsa arttırdığı görülmektedir (Çizelge 4.22).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bitki boyu 38,67-72,33 cm arasında değişmiş olup en yüksek değer LA 1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir. Bu bulgular birinci yetiştirme dönemi ile paralellik göstermektedir.

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin bitki boyu 26,00-62,33 cm arasında değişmekte olup en yüksek değer LA 1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir. Yine bitki boyuna ilişkin bu bulgular birinci dönem bulguları ile uyum içerisindedir.

Mikoriza aşılmasının bitki boyuna etkisi incelendiğinde % değişim en yüksek % 32,76 ile A183 nolu genotipten en düşük değer ise % -40,32 ile PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Denemenin birinci döneminde olduğu gibi ikinci döneminde de TA496 nolu genotip ile LA1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu domates genotipi ile paralellik göstermektedir. PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten ise iki dönemde de negatif yönde bir etkilenme görülmektedir. Bu oluşan genotipler arası farklılık genotiplerin sahip olduğu genetik ve morfolojik özelliklerden kaynaklanmış olabilir. Çünkü çalışmada materyal olarak kullanılan genotipler farklı bölgelerden bazı morfolojik ve çeşitli stres koşullarına dayanım özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir. Yine bu genotipler sahip oldukları farklı özelliklerinden dolayı haritalama çalışmalarında ve ıslah programlarında materyal olarak kullanılmaktadır (Göl, 2006; Foolad, 2007).

Çizelge .4.22 Mikoriza Aşılana Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)

S.N.	Kod No	Genotip	Bitki Boyu(cm/plant)		
			+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	44,00 ±2,00c	46,33±0,58 d	-5,30
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	41,33 ±2,52cd	58,00 ±1,00b	-40,32
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	42,67±1,53 cd	51,33±1,62 c	-20,31
4	TA 496	<i>L. esculentum</i>	40,33 ±1,48cd	31,00±2,65 e	23,14
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	72,33 ±3,51a	62,33 1,53a	13,82
6	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	38,67±1,15 d	26,00±1,63 f	32,76
7	LO 6176	<i>L. pimpinellifolium</i>	50,00± 3,46b	48,00± 2,65d	4,00
<b>Ortalama</b>			<b>47,05</b>	<b>46,14</b>	<b>1,11</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>72,33</b>	<b>62,33</b>	<b>32,76</b>
<b>En Düşük</b>			<b>38,67</b>	<b>26,00</b>	<b>-40,32</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>4.61</b>	<b>3.033</b>	



**4.1.3.2. Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı**

Farklı domates genotiplerinin mikorizaya bağımlılığını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmanın ikinci döneminde mikoriza aşılanan farklı domates türlerinin bitki başına yeşil aksam kuru madde ağırlığı belirlenmiş ve yeşil aksam kuru ağırlığa ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 17'de ve ortalama değerler ise Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Yeşil aksam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza aşılması 3,41g/bitki üretirken mikoriza aşılammış bitkiler 2,90 g/bitki üretmiştir. Mikoriza aşılmasının bitki yeşil aksam kuru ağırlığında meydana getirdiği artış istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 1,29-8,86 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LO 6176 (*L.pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığı 0,89-5,99 g/bitki arasında değişmiş olup en yüksek değer LO 6176 (*L. pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer ise TA496 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılmasının genotiplerin yeşil aksam kuru madde ağırlığına etkisi incelendiğinde en yüksek değişim % 38,16 ile TA496 nolu genotipten elde edilmiştir. En düşük değer ise % -29,46 ile PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992). Kaliteli fide kullanmanın verime olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Dinç ve ark.,1978; Ortaş ve Varma, 2008). Şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonu ürün üniformitesini ve şaşırtma sırasındaki fide kaybını azaltmaktadır (Barrows ve ark., 1977).

*G. mosseae* ile infekte edilen domates bitkilerinin yaş ağırlıkları ve kök ağırlıkları artmış, nematod penetrasyonu ve çoğalması ise gerilemiştir. AMF

mantarının nematodların neden olduğu stresi azaltmada çok etkili olduğu belirtilmiştir (Abd-El-Hadi, 1988).

Yeşil aksam kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasında farklılık meydana gelmiş olup bu durum genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca kök kuru madde ağırlığında olduğu gibi mikorizanın oluşturduğu etki alanı sayesinde daha fazla besin elementi ve su bitkiye taşınmış ve bitkilerde büyüme gerçekleşmiş olabilir. Dolayısıyla bitkilerin sahip olduğu bu farklı büyüme domates genotiplerinin mikorizaya verdiği farklı tepkiyle ilişkili olabilir. Konunun ileri düzeyde araştırılması önem arz etmektedir.

Gemma ve ark. (2002) dört endemik Hawaian bitki türünün *Glomus aggregatum*'un bir Hawaian izolatu ile aşılmasına verdiği tepkiyi inceledikleri çalışmalarında düşük fosfor düzeylerinde mikoriza aşılansmış bitkilerin yeşil aksam kuru ağırlığının aşılansmamışlara göre 2.1-7.0 kez daha yüksek olduğunu mikorizal bağımlılığın % 44-88 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda oluşan genotipler arasındaki varyasyon Gemma ve ark. (2002)'nin çalışmalarıyla tam olarak uyum içerisinde gözükmemektedir. Bununca nedeni bitki tür ve çeşitlerinin farklı olamasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge .4.23 Mikoriza Aşılansan Farklı Domates Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

S.N.	Kod No	Genotip	Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı(g/bitki)		
			+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	3,60±0,01 c	4,19± 0,09b	-16,37
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	1,29±0,06e	1,67±0,15 d	-29,46
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	1,53 ±0,29e	1,42± 0,23d	7,19
4	TA 496	<i>L. esculantum</i>	1,59±0,03 e	0,98±0,03 d	38,16
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	4,13± 0,15b	3,37±0,31 c	18,39
6	183	<i>L. esculantum</i> (Saf Hat)	2,89 ±0,28d	2,64±0,25 c	8,65
7	LO 6176	<i>L. pimpinellifolium</i>	8,86± 0,30a	5,99±0,86 a	32,39
<b>Ortalama</b>			<b>3,41</b>	<b>2,90</b>	<b>8,42</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>8,86</b>	<b>5,99</b>	<b>38,16</b>
<b>En Düşük</b>			<b>1,29</b>	<b>0,98</b>	<b>-29,46</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.433</b>	<b>0.816</b>	

**4.1.3.3. Kök Kuru Madde Ağırlığı**

Araştırmanın ikinci döneminde mikoriza aşılana farklı domates türleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki başına kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analzi sonuçları Ek 18'de ve ortalama değerler ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi kök kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza aşılması 0.62 g/bitki üretirken mikoriza aşılammış bitkiler 0,58 g/bitki kök kuru maddesi üretmiştir. Mikoriza aşılmasının kök kuru madde ağırlığını arttırdığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin kuru madde ağırlığı 0,31-1,08 g/ bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LO6176 (*L.pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer ise PI 126443 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0,24-1,25 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LO6176 (*L.pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer ise PI 126443 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.24)

Domates genotiplerinin mikorizalı ve mikorizasız koşullara verdiği tepki % değişim olarak incelendiğinde ise değişim % -66,22-33,85 arasında olup ortalama en yüksek değer TA496 nolu genotipten en düşük değer PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. Çalışmanın birinci döneminde olduğu gibi ikinci döneminde de domates genotipleri kök kuru madde ağırlığı bakımından benzer özellik sergilemiştir. PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipte olumsuz etkileşim ile diğer genotiplerdeki olumlu değişim domates genotiplerinin sahip olduğu morfolojik ve genetik farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Söz konusu domates genotiplerinin morfolojik olarak farklılığının yanında tuza, yüksek ve düşük sıcaklığa, bir çok hastalık ve zararlıya karşı dayanıklılığının olduğu bir çok çalışma ile ortaya konmuştur (Foolad, 2007).

Çizelge .4.24 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

S.N.	Kod No	Genotip	Kök Kuru Madde Ağırlığı(g/bitki)		
			+ Mikoriza	- Mikoriza	% Değişim
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0,83±0,06 b	0,80±0,05 b	3,21
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0,25±0,02 e	0,41± 0,01de	-66,22
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,24± 0,02e	0,31±0,01 e	-27,40
4	TA 496	<i>L. esculentum</i>	0,64 ±0,05c	0,42 ±0,04cd	33,85
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0,52±0,05 d	0,47± 0,04d	10,83
6	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	0,57± 0,06cd	0,54±0,05 c	5,26
7	LO 6176	<i>L. pimpinellifolium</i>	1,25 ±0,05a	1,08± 0,03a	13,10
<b>Ortalama</b>			<b>0,61</b>	<b>0,58</b>	<b>-3,91</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>1,25</b>	<b>1,08</b>	<b>33,85</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0,24</b>	<b>0,31</b>	<b>-66,22</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.099</b>	<b>0.101</b>	

#### 4.1.3.4. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

Araştırmanın ikinci döneminde mikoriza aşıl原因an farklı domates genotipleri ile yürütölen çalışmadan elde edilen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları Ek 19'da yine toplam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza aşıl原因asının (4,03 g/bitki), mikorizasız (3,45 g/bitki) göre toplam kuru madde ağırlığını arttırdığı görölmektedir. Bu artış istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 1,41-6,90 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LO 6176 (*L. pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer TA496 nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

Mikorizalı koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 1,54-10,11 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer LO 6176 (*L. pimpinellifolium*) nolu genotipten, en düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından mikoriza aşıl原因asının genotiplerde meydana getirdiği değişim incelendiğinde ortalama değişim % 14,32 olup, en yüksek değer TA496 (% 58,53) nolu genotipten, en düşük değer ise PI270435 (*L. peruvianum*) (% -26,12) nolu genotipten elde edilmiştir.

Hernandez ve ark. (2004) 1996-2000 yılları arasında Küba'da HC 38-80 domates çeşidinde fide aşamasında AMF ve rhizobacteria'nın etkisini araştırdıkları çalışmalarında mikoriza ve *rhizobacteria*'nın domates bitkilerinin boyu, çapı, kök uzunluğu ve toplam kuru ağırlığı arttırdığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada mikoriza aşılması tarafından olumlu etkilenen genotiplerden elde edilen bulgular söz konusu çalışma ile uyum içerisindedir.

Yine kök ve yeşil aksam kuru madde ağırlığında olduğu gibi toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir.

Birinci dönemde olduğu gibi ikinci dönemde de genotiplerden elde edilen bulguların paralellik göstermesi mikorizaya tepkinin genotiplerin sahip olduğu genetik özelliklerinden kaynaklandığını destekler niteliktedir.

Genotiplerin sahip olduğu toplam kuru madde ağırlığının yanında kök/gövde oranlarında ayrıca hesaplanmış ve Çizelge 4.25'de sunulmuştur. Hesaplanan kök/gövde oranı mikoriza aşlanmış bitkilerde 0.21 elde edilirken, mikoriza aşlanmamış genotiplerde 0.23 elde edilmiştir. Yine mikoriza aşlanmış domates genotiplerinde en yüksek kök/gövde oranına TA496 nolu genotip sahip olurken, en düşük değere LA1589 nolu genotip sahip olmuştur. Denemenin birinci döneminde mikoriza aşılmasının gövde gelişimine olumlu katkısı yönünde pozitif sonuç alınamamasına karşın denemenin ikinci döneminde mikoriza aşılmasının gövde oranını arttırdığı görülmektedir. Bunun sebebi denemelerin farklı dönemlerde yapılması nedeniyle oluşan fark ise çevre etkisinden kaynaklanmış olabilir (bkn. Materyal ve metod).

Çizelge 4.25 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına (g/bitki) ve Kök/Gövde Oranına İlişkin Ortalama Değerler

Kod No	Genotip	Toplam Kuru Madde Ağırlığı(g/bitki)		Kök/Gövde Oranı	
		+ M	- M	+M	-M
LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	4,43±0,06 b	5,00± 0,02b	0.23	0.19
PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	1,54±0,05 e	2,08± 0,07d	0.19	0.25
PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	1,77± 0,07de	1,73±0,06 d	0.16	0.22
TA 496	<i>L.esculentum</i>	2,23±0,02 d	1,41 ±0,04d	0.40	0.43
LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	4,66± 0,19b	3,84 ±0,22c	0.13	0.14
183	<i>L.esculentum</i>	3,46±0,05c	3,18±0,05 c	0.20	0.20
LO 6176	<i>L.pimpinellifolium</i>	10,11±0,32 a	6,90± 0,67a	0.14	0.18
<b>Ortalama</b>		<b>4,03</b>	<b>3,45</b>	<b>0.21</b>	<b>0.23</b>
<b>En Yüksek</b>		<b>10,11</b>	<b>6,90</b>	<b>0.40</b>	<b>0.43</b>
<b>En Düşük</b>		<b>1,54</b>	<b>1,41</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>
<b>LSD (%5)</b>		<b>0.474</b>	<b>0.85</b>		

#### 4.1.3.5. Mikorizaya Bağımlılık

Araştırmanın ikinci döneminde mikoriza uygulanan farklı domates genotiplerinden elde edilen mikorizaya bağımlılığa ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması %-35,36-36,92 arasında değişmiş olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en küçük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında LO 6176 (*L. pimpinellifolium*) ilk sıralarda, LA 1223 (*S. habrochaites*) ise alt sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.26).

Bitkilerin mikorizal simbiyozise bağımlılığı değişkenlik göstermektedir. Mikorizal bağımlılık çevre koşulları özellikle toprak fosfor verimliliği (Plenchette ve ark., 1983) ve bitki genlerine bağlıdır (Hetrick ve ark., 1990). Plenchette ve ark. 1983; Ortaş ve ark. 2008) yaygın olarak yetiştirilen mikorizalı bitkiler arasında farklı mikorizal bağımlılık oranları bulmuşlardır. Havuç en yüksek bağımlılık indeksine sahip olurken, bunu sırasıyla bezelye, fasulye, bakla, kuşüzümü, biber, domates ve patates izlemiş, yulaf ve buğday ise sıralamada en düşük bağımlılık indeksi

göstermiştir. Soğan, elma, çilek ve sorgum mikorizaya bağımlı olarak bilinen bitkilerdir.

Hetrick ve ark. (1992, 1993 ve 1996), mikorizaya bağımlılığın kalıtsal bir özellik olması nedeniyle çeşitler arasında farklı düzeyde bağımlılık oluştuğunu, bağımlılık gösteren çeşitlerde biomas artışı sağlandığını, aksine diğerlerinde büyüme depresyonu ortaya çıktığını, bunun mikorizaya bağımlılığı sağlayan genlerin eksikliğinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

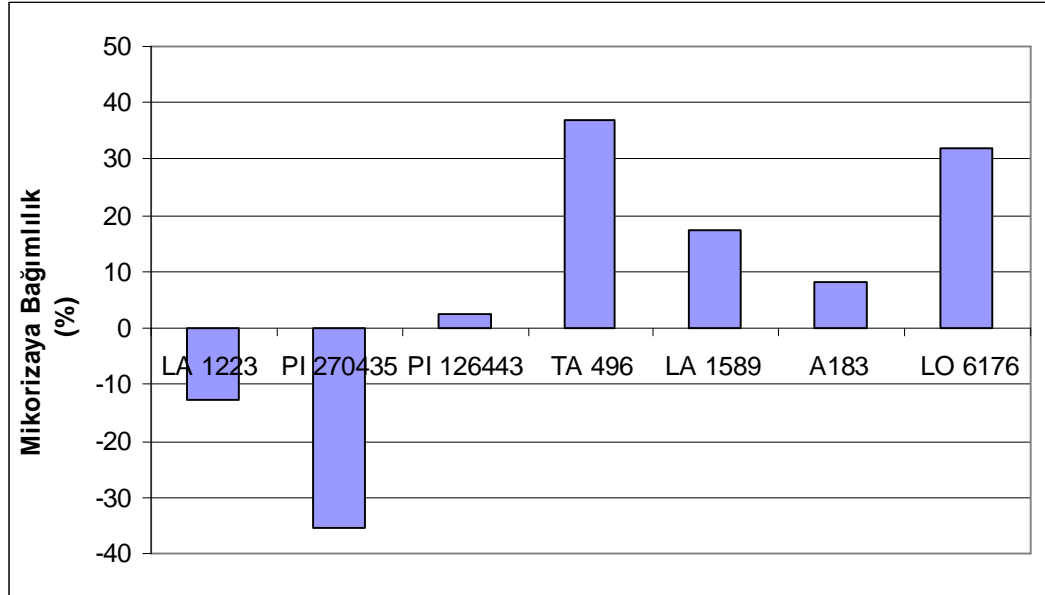
Araştırmada kullanılan domates genotiplerin mikorizaya bağımlılık bakımından farklılık göstermesi genotiplerin genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir. Çalışmada yer alan domates genotipleri morfolojik olarak farklı yapıya sahiplerdir. Doyasıyla diğer özellikler bakımından olduğu gibi mikorizaya bağımlılık bakımından da farklılık göstermesinin nedeni bu olabilir.

Nitekim Declerck ve ark. (1995) sera koşullarında 7 muz çeşidinin iki mikoriza türü ile mikorizaya bağımlılıklarını incelediklerini çalışmalarında, muz çeşitleri arasında büyük bir varyasyonun olduğunu, Williams muz çeşidinin en yüksek mikorizal bağımlılığa sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Ayrıca denemede kullanılan domates genotiplerinin morfolojik özelliklerinin yanında değişik eko-coğrafik yapılara adaptasyonlarının farklı olması bu farklılığı ortaya çıkarmış olabilir. TA496 nolu genotipin her iki dönemde de mikorizaya bağımlılık bakımından yüksek değerlere sahip olması bu genotipin mikorizanın bitkiye sağladığı faydaların etkin kullanımını bakımından değerlendirilmesinde önem arz etmektedir. Söz konusu genotip bir çok haritalama çalışmalarında ve ıslah programlarında materyal olarak kullanılmaktadır (Göl, 2006). Yine TA496 nolu genotip sahip olduğu diğer özelliklerin yanında mikorizaya bağımlılığa ilişkin özelliğede sahip olabilir. Diğer taraftan mikorizaya hiç tepki vermeyen, az tepki veren veya olumsuz etkilenen genotipler ise mikorizaya bağımlılığın kalıtımının belirlenmesinde kullanılması bakımından mikorizaya yüksek derecede bağımlılık kadar önem arz etmektedir.

Çizelge. 4.26 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.No	Kod No	Genotip	Mikorizaya Bağımlılık
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	-12,71
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	-35,36
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	2,44
4	TA 496	<i>L. esculentum</i>	36,92
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	17,54
6	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	8,09
7	LO 6176	<i>L. pimpinellifolium</i>	31,76
<b>Ortalama</b>			<b>6,95</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>36,92</b>
<b>En Düşük</b>			<b>-35,36</b>



Şekil 4.9 Mikoriza Aşıl原因an Domates Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılık Oranları





Şekil 4.10. LO 6176 Nolu Domates Genotipinden Genel Bir Görünüm

#### 4.1.3.6. Kök İnfeksiyonu

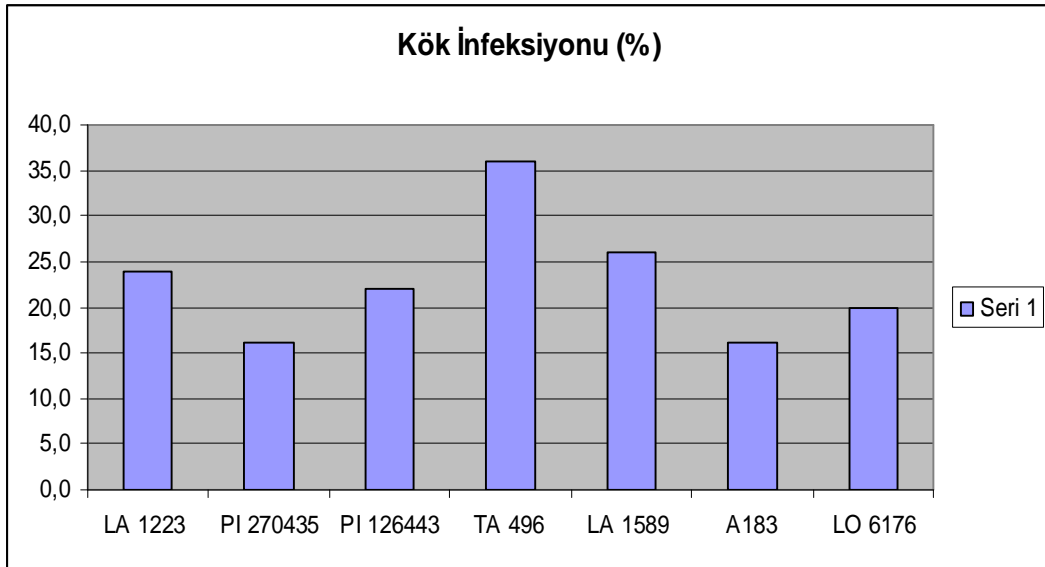
Araştırmanın birinci döneminde olduğu gibi ikinci döneminde de mikoriza aşılana farklı domates genotiplerinin kök infeksiyonu incelenmiş ve kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27’de görüldüğü gibi kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 16-36 arasında değişmiş olup en yüksek değer TA496 (% 36) nolu genotipten en düşük değer ise A183 (% 16) nolu genotipten ve PI 270435 (*L. peruvianum*) (% 16) nolu genotipten elde edilmiştir.

Kök infeksiyonu bakımından genotipler arasında bir farklılık oluşmuş fakat diğer incelenen özelliklerle birlikte değerlendirildiğinde bazı genotiplerde paralellik olmasına rağmen bazı genotiplerde tam olarak paralellik gözükmemektedir. Bunun sebebi mikorizal infeksiyon teşhisinde kullanılan metotla ilgili olabilir. Ayrıca diğer bir sebep ise Edathil ve ark. (1994) belirttiği gibi bitki kökleri mikorizadan daha hızlı geliştiğinden dolayı yeni gelişen köklerde infeksiyon henüz oluşmamış olabilir.

Çizelge .4.27 Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.No	Kod No	Genotip	Kök İnfeksiyonu (%)	
			-M	+M
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0,00	24,0
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0,00	16,0
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,00	22,0
4	TA 496	<i>L. esculentum</i>	0,00	36,0
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0,00	26,0
6	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	0,00	16,0
7	LO 6176	<i>L. pimpinellifolium</i>	0,00	20,0
<b>Ortalama</b>			<b>0,00</b>	<b>22,9</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>0,00</b>	<b>36,0</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0,00</b>	<b>16,0</b>



Şekil 4.11 Mikoriza Aşıl原因an Domates Genotiplerinin Kök İnfeksiyonu Oranları

**4.1.3.7. Yapraklardaki Fosfor Konsantrasyonu**

Mikoriza aşılması yapılan bitkilerde mikorizanın etkisini yansıtan en önemli besin maddesi fosfordur. Yapılan bir çok çalışmada mikorizal kolonizasyonla fosfor arasında sıkı bir ilişkinin olduğu rapor edilmektedir. Bundan dolayı bitki tür ve çeşitlerinin mikorizaya olan bağımlılıklarının tespitinde farklı fosfor dozları uygulanmakta ve mikoriza aşılmasının bitkilerin gelişimine etkisi incelenmektedir.

Bu çalışmanın ikinci döneminde ise mikoriza aşılana farklı domates genotiplerinin yapraklarındaki P konsantrasyonu incelenmiş ve elde edilen yapraklardaki P konsantrasyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları Ek 20’de ve ortalama değerler Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.52’de görüldüğü mikoriza aşılama biber genotipleri % 0,22 mikoriza aşılama olmayanlar ise % 0,22 P içeriğine sahip olmuştur. Uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu % 0,19-0,34 arasında değişmiş olup en yüksek değer PI 270435 (*L. peruvianum*) (% 0,34) nolu genotipten, en düşük değer ise LA 1589 (*S. pimpinellifolium*) (% 0,19) nolu genotipten elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Mikorizasız koşullarda ise genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu ortalama % 0,18-0,31 arasında değişmiş olup en yüksek değer PI270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten, en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza aşılmasının genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değişim TA496 nolu genotipten en düşük değişim ise LA1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten elde edilmiştir. Elde edilen bulgular çalışmanın birinci döneminden elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında değişim oranları farklı olsada yine TA496 nolu genotip en yüksek değere sahip olmuştur. Diğer genotipler ise benzer özellik sergilemişler ve genotipler arasında varyasyon oluşmuştur. Mikoriza hiflerinin fosforu etkin bir şekilde alması; hiflerin çapları ve yaratmış olduğu geniş yüzey alanlarına bağlıdır. Bazen de bitki mikoriza mantarı ile infekte olduğu halde besin elementi alamıyor veya yetersiz besin elementi taşıması

yapılıyorsa bunun nedenleri, zayıf kök infeksiyonu, zayıf hif oluşumu, hiflerin düşük besin elementi taşıması, arbusküler aracılığı ile besin elementi taşınmasının az olmasıdır (Marschner ve Dell, 1994).

Bu ve benzeri nedenlerden dolayı yukarıda söz edilen sisteme domates genotiplerinin bitki dokularındaki P alımına farklı tepki vermesi genotipler arasındaki varyasyona neden olmuş olabilir.

Çizelge .4.28 Mikoriza Aşılana Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

S.N.	Kod No	Genotip	P Alımı(%)		% değişim
			+ Mikoriza	- Mikoriza	
1	LA 1223	<i>S. habrochaites</i>	0,19 ±0,02c	0,21±0,01c	-9
2	PI 270435	<i>L. peruvianum</i>	0,34± 0,02a	0,31± 0,01a	8
3	PI 126443	<i>L. peruvianum</i>	0,21± 0,02c	0,23 ±0,02bc	-12
4	TA 496	<i>L. esculentum</i>	0,24 ±0,03b	0,21±0,02 cd	14
5	LA 1589	<i>S. pimpinellifolium</i>	0,19±0,02 c	0,24 ±0,01b	-24
6	183	<i>L. esculentum</i> (Saf Hat)	0,21±0,02c	0,18 ±0,01d	12
7	LO 6176	<i>L.pimpinellifolium</i>	0,22±0,02bc	0,22 ±0,02bc	-3
<b>Ortalama</b>			<b>0,23</b>	<b>0,23</b>	<b>-2</b>
<b>En Yüksek</b>			<b>0,34</b>	<b>0,31</b>	<b>14</b>
<b>En Düşük</b>			<b>0,19</b>	<b>0,18</b>	<b>-24</b>
<b>LSD (%5)</b>			<b>0.0280</b>	<b>0.0257</b>	

**5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Farklı biber ile domates genotiplerinin mikorizaya bağımlılığını tespit etmek amacıyla yapılan iki dönemlik çalışma Mersin Alata Bahçe Kültürü Araştırma Enstitüsü alanındaki cam sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmanın birinci döneminde 17 adet *C. annuum* L. türüne ait biber genotipi kullanılmıştır. Aynı çalışmanın birinci döneminde 6 adet türler arası melezlerden gelen genetik haritalaması yapılmış domates populasyonların yabani ebeynleri, 1 adet sanayilik domates çeşidi (TA496) ve 1 adet standart domates çeşidi kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci döneminde ise birinci dönemde kullanılan genotiplerden oluşan 14 adet *C. annuum* L. türüne ait biber genotipi kullanılmıştır. Aynı şekilde çalışmanın ikinci döneminde 5 adet türler arası melezlerden gelen genetik haritalaması yapılmış domates populasyonların yabani ebeynleri, 1 adet sanayilik domates çeşidi ve 1 adet standart domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan genotiplerde bitki gelişim parametrelerinden bitki boyu (cm), yeşil aksam kuru ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), toplam kuru ağırlık (g), bitki dokularındaki P besin elementi analizi yapılmıştır. Ayrıca bitkilerin mikorizaya bağımlılığı hesaplanmıştır.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından mikoriza uygulamasının genotiplerde meydana getirdiği değişim incelendiğinde biber genotipleri için birinci dönemde ortalama değişim % 46.23 olup, en yüksek değer A287 nolu genotipten, en düşük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci dönemde ise değişim ortalama % 29,08 olup A300 (%56,83) nolu genotipten ondan sonra A287 (% 43,01) nolu genotipten elde edilmiştir. En düşük değer ise A324 (% -20,00) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizaya bağımlılık bakımından incelenen biber genotiplerinin ortalaması birinci dönem %-60.00 ile 83.96 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A287 nolu genotipten, en düşük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında A300, A47 ve A318 nolu genotipler ilk sırada, A475, A1452 ve A292 nolu genotipler ise alt sıralarda yer almışlardır. İkinci dönem ise mikorizaya bağımlılık ortalama % -65,19 ile 56,83 arasında değişmiş olup en yüksek değer A300 nolu genotipten en düşük değer ise A1452 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında

A287, A67 ve A124 nolu genotipler ilk sıralarda, A68, A324 ve A292 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır.

Birinci dönemde incelenen mikoriza aşılama biber bitkilerinde kök infeksiyonu ortalama % 25,00-67,50 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A300 genotipinde, en küçük değer ise CM334 nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci dönem ise kök infeksiyonu ortalama % 35,00-65,00 arasında değişmiş olup, en yüksek değer A300 nolu genotipte en düşük değer ise A1462 nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında A287, A124 ve A1452 nolu genotipler ilk sıralarda, A450 ve A475 nolu genotipler alt sıralarda yer almışlardır. Biber genotipleri arasında kök infeksiyonu bakımından her iki dönemde de bir varyasyon olmasına rağmen diğer incelenen bitki gelişim özellikleriyle tam bir paralellik göstermemektedir.

Mikoriza aşılama bitki besin elementi alımı üzerine etkisi incelendiğinde fosfor elementi bakımından birinci dönem mikoriza uygulamasının mikoriza aşılama genotipler üzerinde yaptığı etkinin genotipler arasındaki değişimi ortalama olarak % 24 olup en yüksek değer A287 nolu genotipten en düşük değer ise A292 nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci dönem ise en yüksek değişim A292 (% 90,41) nolu genotipten en düşük değişim ise AL-4 (-8,05) nolu genotipten elde edilmiştir. A300 nolu genotip (% 40,24) ve A287 (% 27,99) nolu genotip ise ilk sıralarda yer almışlardır.

Araştırmanın iki döneminde de elde edilen bulgular ışığında mikoriza aşılama biber genotiplerinin gelişimini aşılama yapılmayan genotiplere oranla arttırdığı görülmüştür. Mikoriza aşılama biber genotiplerinden elde edilen toplam kuru madde miktarı ve bitki dokularındaki P elementi konsantrasyonu mikorizanın bitki gelişimindeki etkisini gösterir niteliktedir. Fakat hem kuru madde üretiminde hemde P besin elementi konsantrasyonunda varyasyon meydana gelmiş olup bu varyasyon biber genotiplerinin sahip olduğu genotipik özellikten kaynaklanmış olabilir. Çünkü bu çalışmada kullanılan biber genotipleri yurtiçi ve yurtdışından çeşitli kaynaklardan temin edilen, biber ıslah programları için farklı biber genotiplerinin melezlenmesi ile oluşturulan populasyonlardan bazı morfolojik ve genetik özellikleri dikkate alınarak belirlenmişlerdir. Dolayısıyla diğer bir çok özellikte olduğu gibi yukarıda sözü edilen özellikler bakımından varyasyon

göstermesinin sebebi bu olabilir. Örneğin A287 nolu genotip kültürü yapılan *C.annuum* biber türüne ait sivri biber genotipiyle *C.frutencens* biber türüne ait bir genotipin melezlemesi, ardından kendilenmesi ile oluşan populasyondan seçilmiş bir genotiptir. Bu çalışmada mikorizaya bağımlılık bakımından ön plana çıkması *C. frutences* biber türünün sahip olduğu bir özellikten kaynaklanmış olabilir.

Yine biber genotiplerinden elde edilen bulgulara göre, mikorizaya bağımlılık bakımından farklılıklar göstermiştir. Bu varyasyon genotiplerin mikorizaya karşı gösterdiği farklı tepkiden kaynaklanmış olabilir. Denemede kullanılan genotiplerin farklı ekolijelerden seçilmiş olması aynı zamanda farklı morfolojik özelliklere sahip olması farklılığın desteklenmesi bakımından önem arz etmektedir.

Çalışmanın birinci döneminde ve ikinci döneminde mikorizaya bağımlılık bakımından A 300 ve A287 nolu biber genotipleri bütün ölçülen parametreler tarafından ön plana çıkmıştır. A300 Şanlıurfa yöresinden selekte edilmiş ve Şanlıurfa biber tipi olarak adlandırılmaktadır. Yüksek sıcaklığa dayanıklılık ve diğer genotiplere göre farklı ekolojiye adapte olmuş biber genotipi olarak değerlendirildiğinde mikorizaya bağımlılıkta ön plana çıkması bu özelliklerden kaynaklanmış olabilir. Söz konusu genotiplerin üzerinde artan sıcaklık, kuraklık ve diğer iklim değişim parametreleri dikkate alınarak ileri düzeyde çalışılması yararlı olacaktır. A287 nolu genotip ise *C.frutences* biber türüne ait bir genotip ile yaygın olarak kültürü yapılan *Capsicum annum* biber türüne ait sivri meyve tipine sahip bir genotipin melezlenmesi ile oluşturulan populasyondan seçilmiş olması nedeniyle farklı genetik yapıya sahiptir. Sahip olduğu farklı özellikler mikorizaya bağımlılık bakımından diğer biber genotipleri arasından ön plana çıkmasını destekler nitelikte gözükmektedir.

Ayrıca çalışmanın her iki döneminde de incelenen bir çok özellik bakımından A1452 nolu genotip negatif olarak etkilenmiştir. Söz konusu genotip LS279 nolu genotip olup fitoftoraya dayanıklı olarak bilinmektedir (Keleş, 2009, kişisel görüşme). Bu genotipte mikorizaxfitoftora ilişkisi ortaya çıkmamıştır. Diğer incelenen genotipler ise bir çoğu iki dönemde benzer bağımlılık gösterirken bazı genotipler ise farklı bağımlılık göstermiştir. Mikorizaya bağımlılık bakımından elde

edilen varyasyon genotiplerin yukarıda sözü edilen morfolojik ve genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada kullanılan diğer bitkide domatestir. Domates genotiplerinden elde edilen bulgulara göre, toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, birinci dönem mikoriza aşılmasının (4,56 g/bitki), mikorizasız (4,48 g/bitki) göre toplam kuru madde ağırlığını arttırdığı görülmektedir. Toplam kuru madde ağırlığı bakımından mikoriza aşılmasının genotiplerde meydana getirdiği değişim incelendiğinde ortalama değişim % 7,36 olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci dönem ise ortalama değişim % 14,32 olup, en yüksek değer yine TA496 (% 58,53) nolu genotipten, en düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) (% -26,12) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması birinci dönem %-25,03-53,17 arasında değişmiş olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en küçük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. Ayrıca LO6176 (*L.pimpinellifolium*) ve A183 nolu genotip ilk sırada, LA1777 (*L. hirsutum*) ve LA 1223 (*S. habrochaites*) ise alt sıralarda yer almışlardır. İkinci dönem genotiplerin ortalaması % -35,36-36,92 arasında değişmiş olup, en yüksek değer TA496 nolu genotipten, en düşük değer ise PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir. Bunun yanında LA1589 (*L. pimpinellifolium*) ilk sıralarda, LA1223 (*S. habrochaites*) ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikoriza aşılana domates genotiplerinden elde edilen kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 18-56 arasında değişmiş olup en yüksek değer TA496 (% 56) nolu genotipten en düşük değer ise A183 nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci dönem ise genotiplerin ortalaması % 16-36 arasında değişmiş olup en yüksek değer yine TA496 (% 36) nolu genotipten en düşük değer ise A183 (% 16) nolu genotipten ve PI 270435 (*L. peruvianum*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Mikoriza uygulamasının genotiplerin yapraklarındaki P konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değişim TA496 nolu genotipten en düşük değişim ise LA1589 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten elde edilmiştir. İkinci



dönem ise yine en yüksek değişim TA496 nolu genotipten en düşük değişim ise LA 6176 (*S. pimpinellifolium*) nolu genotipten elde edilmiştir.

Biber genotiplerinde belirlendiği gibi domates genotiplerinde de mikorizaya bağımlılık bakımından büyük bir varyasyon oluşmuştur. Özellikle TA496 nolu genotip her iki dönemde de mikorizaya bağımlılık bakımından ön plana çıkmıştır. Söz konusu genotip yaygın olarak kültürü yapılan domates türü arasında yer alması, domateste haritalama çalışmalarında ebebeyn olarak kullanılıyor olması mikorizaya bağımlılıkta ön plana çıkmasını destekler niteliktedir. Yabani domates genotiplerinde ise LA1589 (*S. pimpinellifolium*) ve LO6176 (*L. pimpinellifolium*) nolu genotipler mikorizaya bağımlılık bakımından ön plana çıkmıştır. Diğer genotipler de ise bağımlılık ya çok az yada olumsuz yönde gerçekleşmiştir. Bunun sebebi ise genotiplerin sahip olduğu genetik yapının farklılığı olabilir. Ayrıca bu çalışmada *L. pimpinellifolium* domates türüne ait iki genotip mikorizaya bağımlılık bakımından ön plana çıkarken, *L. peruvianum* domates türüne ait iki genotip mikoriza aşılmasından olumsuz etkilenmiş gözükmektedir. Elde edilen sonuçlara göre bu iki domates türünün mikorizaya bağımlılık ve mikorizaya bağımlı olmama bakımından değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Yani söz konusu genotipler mikorizaya domates x mikoriza ilişkisinin kalıtımında kullanılması daha sonraki çalışmalar için ısı tutabilir.

Bu çalışmada farklı morfolojik ve genetik yapıya sahip biber ve domates genotipleri mikorizaya bağımlılık bakımından genel bir taramaya tabi tutulmuşlardır. Araştırmada mikorizal bağımlılığı yüksek ve düşük genotipler belirlenmiştir. İleriye yönelik çalışmada ön plana çıkan genotipler değişik fosfor dozlarında ve farklı mikoriza türleri ile denenerek mikorizaya bağımlılığın hangi aralıkta gerçekleştiği daha açık şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Çalışmadan elde edilen bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde hem biber genotipleri arasında hem de domates genotipleri arasında mikorizal bağımlılık bakımından büyük bir varyasyonun olduğunu görülmüştür. Biber ve domates genotipleri birlikte değerlendirildiğinde biber bitkisinin domatese göre mikorizaya daha bağımlı olduğu ortaya konmuştur. Daha önce yapılan araştırmalarda benzer tespitler yapılmıştır. Mevcut araştırma daha geniş bir genotipi karşılaştırdığı için

bilimsel olarak önemli veri sağlamaktadır. Bu bağlamda birçok çalışma ile uyum içindedir.

Araştırma sonucunda biber genotiplerinde A300 ve A287 nolu genotipler, domates genotiplerinden TA496 (*L. esculentum*) ve LA 1589 (*L. pimpinellifolium*) en etkin genotipler olarak seçilmişlerdir. Bu seçilen genotipler mikorizanın bitki gelişimi ve stres koşullarına karşı oluşturduğu olumlu özelliklerinden faydalanma bakımından değerlendirildiğinde, kimyasal gübre kullanımını azaltmak, tarımsal üretimde kullanılan ve biyotik ve abiyotik stres koşullarına bağlı girdileri en aza indirmek, dolayısıyla mikorizadan kaynaklanan ekonomik kazancın yanında daha sağlıklı ve yaşanabilir ve sürdürülebilir bir çevre için yeni biber ve domates çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir.

Araştırma bulguları önümüzdeki dönemde genotipler yönünden mikorizaya bağımlılığın kaynaklarının araştırılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle ıslah çalışmalarında mikorizaya bağımlılığa bağlı üstün özelliklerin belirli bitkilerde toplanması abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklılık ıslahında kullanılması bakımından önemli olacaktır. Ayrıca yine seçilen genotipler modern ıslah programlarında kullanılan mikorizaya bağımlılığa sağlayan genetik bölgenin haritalanmasında kullanılabilir.

Bu çalışma ile Çukurova bölgesinde yaygın olarak dikimi yapılan domates ve biber bitkilerinin mikoriza mantarlarına tepkisi ve mikoriza mantarının bitkiye sağladığı besin elementi kazanımını araştırılmıştır. Sonuçlar beklenildiği gibi genotiplerin mikorizaya bağımlılıklarının farklı olduğu yönündedir. Ancak mikorizaya bağımlılığı belirleyen faktörün ne olduğu mevcut hali ile bilinmemektedir. İleri düzeyde genotiplerin mikorizaya bağımlılıklarını belirleyen faktörlerin belirlenmesi bilimsel olarak büyük katkı sağlayacaktır.

Küresel iklim değişimlerinin yaratacağı sıcaklık ve kuraklık gibi stres faktörlerine karşı bitkilerin doğal mekanizmaları ile genetik potansiyellerinin doğru yönetilmesi çok çok nemli stratejiler olacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada belirlenen genotipler ileride fizyoloji ve ekolojik çalışmalarda kullanılabilir olacaktır.

## KAYNAKLAR

- ABBOTT, L.K., ROBSON, A.D., 1985. Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 99, 245-255.
- ABD-EL-HADI, M.A., 1988. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhizae with root-knot nematode in tomato. *Journal of Agricultural Science*, 13 (1), 121-126.
- ABDUL KHALİL GARDEZİ; GARCÍA ESPINOZA, R.; FERRERA-CERRATO, R.; LARQUESAAVEDRA, M. 1999. Effect of arbuscular mycorrhizae on tomato (*L. esculentum* Mill) in naturally infested soil with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 17 (1) : 23-28 1999
- ADETULA, A. O. ve OLAKOJO, S. A., 2006. Genetic Characterization and Evaluation of Some Pepper Accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian 'Shombo' Collections. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 1 (3): 273-281, 2006, IDOSI Publications.
- AFEK, U.; MENGE, J. A.; JOHNSON, E. L. V. 1991. Interaction among mycorrhizae, soil solarization, metalaxyl, and plants in the field. *Plant Disease* 75 (7) : 665-671 1991
- AKKOPRU A. and DEMİR S. (2005) Biological Control of *Fusarium* Wilt in Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some hizobacteria *J. Phytopathology* 153, 544–550 (2005)
- AKKÖPRÜ, A., DEMİR, S., ÖZAKTAN, H. (2005) Farklı Floresant *Pseudomonas* (FP) İzolatları ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices*'in Domates'teki Bazı Morfolojik Parametrelere ve *Fusarium* Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc) Syd. Et Hans.) Etkisi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2005, 15(2): 131-138

- AL-KARAKI, G.N., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress Mycorrhiza Abstract Volume 10 Issue 2, pp 51-54
- AL-KARAKI, G.N., HAMMA, D. R., RUSAN, M., 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. Mycorrhiza, 11(1):43-47.
- AL-KARAKI (2002) Field response of garlic inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi to phosphorus fertilization Gn Journal Of Plant Nutrition 25 (4): 747-756 2002.
- ALLEN, M.F., J.C. SEXTON, T.S. MOORE J.R., CHRISTENSEN. M., 1981. Influence of phosphate source on vesicular-arbuscular mycorrhizae of *Bouteloua gracilis*. New Phytologist 87, 687-694.
- AL-MOMANY, A., AL-RADDAD, A., 1988. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on Fusarium wilt of tomato and pepper. Alexandria-Journal-of-Agricultural-Research. 33: 1, 249-261
- AL-RADDAD, A.M., 1987. Effect of VA mycorrhizal isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in field soil. Dirasat (Jordan), 14:11, 161-168.
- AMES, R.N., REID, C.P., PORTER, L.K., CAMBARDELLA, C., 1983. Hyphal 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., STRIBLEY, D.P., 1989. The development of endomycorrhizal root systems. New Phytologist, 111:3, 435-446.
- ANONIM, 2007. <http://www.fao.org>.
- ANONYMOUS, 2005. Statistical Database, <http://faostat.fao.org/faostat/collection=Production>.
- ATTIA, M.; HAMED, H. A.; TURKY, A. S. 2004. Bulletin of the National Research Centre (Cairo) 29 (3) : 347-360
- ATUL-NAYYAR, A. & HAMEL C. & HANSON, K. & GERMIDA, J. 2009 The arbuscular mycorrhizal symbiosis links N mineralization to plant demand. Mycorrhiza (2009) 19:239–246

- BAREA, J.M., AZCON-AGUILAR, C., 1983. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advanced in Agronomy*, 36, 1-54.
- BARROWS, N.J., MALAJCZUK, N., SHAW, T.C., 1977. A direct test of ability of vesicular arbuscular mycorrhiza to help plants take up fixed soil phosphate. *New Phytologist* 78, 269-276.
- BETHLENFALVAY, G.J., 1992. Mycorrhizae and crop production. In: *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture* (Eds G.J. Bethlenfalvay and R.G. Linderman ), ASA Special Publication No: 54, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1-27.
- BETHLENFALVAY, G.J., BROWN. S.M., PACOVSKY, R.S., 1982. Parasitic and mutualistic associations between mycorrhizal fungus and soybean: development of host plant.. *Phytopathology* 72, 889-893.
- BETHLENFALVAY, G.J., FRANSON, R.L., BROWN, M.S., MIHARA, K.L., 1989. The Glicie-Glomus-Bradyrhizobium symbiosis. IX. Nutritional, morphological and physiological responses of nodulated soy bean to geographic isolates of the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. *Phisiol. Plants.*, 76, 226-232.
- BIERMAN, B., LINDERMAN, R.G., 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host grow response to vesicular arbuscular mycorrhizae. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108, 962-971.
- BOCHOW, H., and ABOU-SHAAR, M., 1990. On the phytosanitary effect of VA-mycorrhiza in tomatoes to the corky-root disease. *Zentralblatt-fur-Mikrobiologie.*, 145: 3, 171-176
- BOLAN, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in uptake of phosphorous by plants. *Plants and Soil*, 134, 53-63.
- BOLAN, N.S., ROBSON A.D., BARROW, N.J., 1987. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the availability of iron phosphates to plants. *Plants and Soil*, 99, 401-410.
- BOOMSMA, C. R., and T. J. VYN. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Field Crops Research* 108: 14–31.

- BOUGHER, N.L., GROVE, T.S., MALAJCZUK, N., 1990. Growth and phosphorous acquisition of karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell) seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi in relation to phosphorous supply. *New Phytologist*, 114, 237-246.
- BOWEN, G.D., 1987. The biology and physiology of infection and its development. In: *Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants* (Ed. G.R. Safir), CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp. 27-70.
- BRUNDERETT, M.C., ABBOT, C.K., 1991. Roots of Jarroh Forest Plants. I. Mycorrhizal Association of Shrubs and herbaceous plants. *Aust. J. Bot.* 39 : 445-457
- CARDOSO, I. M., AND T.W. KUYPER. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture Ecosystem & Environment* 116: 72–84.
- CASSIOLATA, A.M.R., 1991. Interaction between *Rhizoctonia solani* and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in tomato. *Summa-Phytopathologica*, 1991, 17:3-4, 195-200.
- CAVAGNARO, T. R., L. E. JACKSON, J. SIX, H. FERRIS, S. GOYAL, D. ASAMI, AND K. M. SCOW. 2006. Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant and Soil* 282: 209–225.
- CHAPMAN, H.D., PRATT, D.F., 1961. *Methods of analysis for soil, plant and matters*. University of California Division of Agricultural Sciences.
- COLLIER, S.C., YARNES, C.T., HERMAN, R.P. 2003. Mycorrhizal Dependency Of Chihuahuan Desert Plants Is Influenced By Life History Strategy And Root Morphology Source: *Journal Of Arid Environments* Volume: 55 Issue: 2 Pages: 223-229 2003
- COLTMAN, R.R., KUO, W.H., 1991. Screening for low phosphorous tolerance among tomato strains. 'Development Plant Soil Science', Dordrecht:Kluwer Academic Publishers, Vol.45, 967-975.  
Com. in *Soil Sci. and Plant Anal.*, 29: 1779-1784.

- COPEMAN R.H., MARTIN C.A., STUTZ J.C. 1996. Tomato growth in response to salinity and mycorrhizal fungi from saline or nonsaline soils Hortscience Volume: 31 Issue: 3 Pages: 341-344 1996
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ankara.
- ÇIĞŞAR, S., SARI, N., ORTAŞ, İ. 2000. Hıyarda Vesiküler-Arbüsküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri. Turkish J. Agriculture and Forestry. 24 (5); 571578.
- DARE, MO., ABAİDOO, RC., FAGBOLA O., ASİEDU, R. 2008. Genetic Variation And Genotype X Environment Interaction İn Yams (Dioscorea Spp.) For Root Colonization By Arbuscular Mycorrhiza Journal Of Food Agriculture & Environment Volume: 6 Issue: 2 Pages: 227-233 2008
- DAVIES, F.T., Jr., LINDERMAN, R.G., 1991. Short term effects of phosphorus and VA mycorrhizal fungi on nutrition, growth and development of *Capsicum annuum* L., *Scientia-Horticulturae*, 45:3-4, 333-338.
- DAVIES, F.T.Jr., POTTER, J.R., 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.
- DECLERCK, S., PLENCHETTE C. and STRULLU, D. G. (1995) Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar Plant and Soil Springer Netherlands0032-079X (Print) 1573-5036 (Online) Volume 176, Number 1 / September, 1995
- DEHNE H.W., 1982. Interaction between vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology* 72: 1115-1119.
- DEHNE, H.W., SCHONBECK, F., 1979. Untersuchungen zum einfluss der endotrophen mykorrhiza auf Division of Agricultural Sciences. pflanzenkrankheiten II. Phenolstoffwechsel und Ligifizierung, *Phytopathol. Z.*, 95, 210-216.
- DELL'AMICO J., TORRECILLAS A., RODRÍGUEZ MORTE P, A. and SÁNCHEZ-BLANCO, J. 2002. Responses of tomato plants associated with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus clarum* during drought and

- recovery The Journal of Agricultural Science (2002), 138: 387-393  
Cambridge University Pres.
- DEMİR, S. 2002. Mikorhizal Fungus *Glomus intraradices* (Schenck&Smith)'in Bazı Sebze Bitkilerinin Köklerinde Kolonizasyonu Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.) 2002, 12(1):53-57
- DEMİR, S. 2004. Influence of Arbuscular Mycorrhiza on Some Physiological Growth Parameters of Pepper Turk J Biol 28 (2004) 85-90
- DİNÇ, U., GEZEREL, Ö., ÇEVİK, B., KAŞKA, N., 1978. Sera koşullarında kullanılan volkan tüfleri ve organik toprak materyallerinin domateste erkencilik, verim ve kaliteye etkileri üzerine ön denemeler. Ç.Ü.Z.F. Yıllığı, 9:4.
- DOGANLAR S, FRARY A, KU HM and TANKSLEY SD 1997. Mapping Quantitative Trait Loci in Inbred Backcross Lines of *Lycopersicon pimpinellifolium* (LA1589).
- DRÜGE, U.AND SCHÖNBECK. F. 1992. Effect of vesikular-Arbuscular mycorrhizal infection on transpiration, photosynthesis and growth of flax (*Linum usitatissimum* L.) in relation to cytokinin levels. J. Plant Physiol. 141,40-48.
- DUPONNOIS R.,PLENCHETTE, C. AND AMADOU M. (2001) Growth stimulation of seventeen fallow leguminous plants inoculated with *Glomus aggregatum* in Senegal European Journal of Soil Biology Volume 37, Issue 3 , July-September 2001 , Pages 181-186
- EIVAZI, F., WEIR, C.C., 1989. Phosphorus and mycorrhizal interaction on uptake of P and trace elements by maize. Fertiliser Research 21 19-22.
- EKEN, M., 2007. Farklı Biber (*Capsicum annuum* l.) Tiplerinde Çinko (Zn) Etkinliğinin Belirlenmesi. ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- ELSEN A., BAIMEY H., SWENNEN R. VE DE WAELE D. (2003) Relative mycorrhizal dependency and mycorrhiza-nematode interaction in banana cultivars (*Musa* spp.) differing in nematode susceptibility Plant and Soil, Volume 256, Number 2, October 2003 , pp. 303-313(11)



- EL-SHANSHOURY, A.R., HASSAN, M.A., ABDUL-GAFFAR, B.A., 1989. Synergistic effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas and *Azotobacter chroococcum* on the growth and the nutrient contents of tomato plants. *Phyton-Horn*, 29:2, 203-212.
- ESHED Y, ABU-ABIÉD, M., SARANGA, Y., ZAMÍR, D. 1992. *L. esculentum* lines containing small overlapping introgressions from *L. pennellii*. *Theor Appl Genet* 83:1027-1034
- ESHED., Y, and ZAMÍR, D. 1995. An Introgression Line Population Of *Lycopersicon Pennellii* In The Cultivated Tomato Enables The Identification And Fine Mapping Of Yield Associated QTL. *Genetics* 141:1147-1162.
- FAO. 2008. [www.fao.org](http://www.fao.org) web page.
- FINLAY, R.D., SÖDERSTÖRM, B., 1992. Mycorrhiza and carbon flow to the soil. In: *Mycorrhiza Functioning* (Ed M. Allen), Chapman and hall, London, UK, pp:134-160.
- FOGEL, R. 1988. Interactions among soil biota in coniferous ecosystem. *Agric. Ecos. Environ.*, 24, 69-85.
- FOOLAD M. R. 2007. Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato indawi Publishing Corporation International Journal of Plant Genomics Volume 2007, Article ID 64358, 52 pages doi:10.1155/2007/64358
- FRITZ, M. JAKOBSEN, I. LYNKJÆR, M. F. . THORDAL-CHRISTENSEN, H. PONS-KÜHNEMANN, J. 2006 Arbuscular mycorrhiza reduces susceptibility of tomato to *Alternaria solani* *Mycorrhiza* (2006) 16: 413–419
- FULTON T, VAN DER HOEVEN R, EANNETTA N, TANKSLEY S 2002. Identification, Analysis and Utilization of a Conserved Ortholog Set (COS) Markers for Comparative Genomics in Higher Plants. *The Plant Cell*. **The Plant Cell**, Vol. 14, 1457-1467, July 2002
- GARCIA-GARRIDO, J.M., OCAMPO, J.A., 1988. Interaction between *Glomus mossea* and *Pseudomonas syringae* in tomato plants. *Anales-de-Edafolizga-y-Agrobiologia*, 47:11-12, 1679-1685.

- GEMMA JN., KOSKE, RE., HABTE, M. (2002) Mycorrhizal dependency of some endemic and endangered Hawaiian plant species American Journal Of Botany Volume: 89 Issue: 2 Pages: 337-34
- GEORGE, E., HAUSSLER, K., KOTHARI, S.K., LI, X.-L., MARSCHNER, H., 1992. Contribution of mycorrhizal hyphae to nutrient and water uptake of plants. In: Mycorrhizas in Ecosystems. (Eds. Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter, A.H., Alexander, I.J.), CAM International, Wallingford, Oxon, UK. 419 pp.
- GEORGE, E., MARSCHNER, H. 1996. Nutrient and water uptake by roots of forest trees. Z. Pflanzenernahr. Bodek. 159, 11-21.
- GERDEMANN, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annu. Rev. Phytopathol 6, 397-418.
- GHAZĪ N. AL-KARAKĪ, HAMMAD, R., RUSAN, M. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stres Mycorrhiza (2001) 11:43–47
- GHOSH, S.; VERMA, N. 2006. Growth and Mycorrhizal Dependency of *Acacia mangium* Willd. Inoculated with Three Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Lateritic Soil New Forests, Volume 31, Number 1, January 2006, pp. 75-81(7)
- GĪOANNETTĪ. M. AND MOSSE. B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhiza in roots. New Phytologist 84. 489-500.
- GNEKOW, M. A. AND MARSCHNER, H. 1989. Influence of the fungicide pentachloronitrobenzene on VA-mycorrhizal and total root length and phosphorus uptake of oats(*Avena sativa*). Plant and Soil 114, 91-98.
- GOHRE,V., AND U. PASZKOWSKI. 2006. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. Planta 223: 1115–1122.
- GÖÇMEN, M., 2006. Biberlerde Phytophthora Capsici'ye Karşı Dayanıklılıkta Genotip X İzolat İnteraksiyonu ve Farklı Dayanıklılık Kaynaklarının Karakterizasyonu. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana(Basılmamış).

- GÖL, D. (2006). Physiological and Genetic Characterization of Salt Tolerance in Tomato (*Lycopersicon Esculentum*) Master of Science in Molecular Biology and Genetics. İzmir Institute of Technology. Masters Thesis.
- GRANDÍLLO S AND TANKSLEY SD 1996. QTL analysis of horticultural traits differentiating the cultivated tomato from the closely related species *Lycopersicon pimpinellifolium*. Theor Appl Genet 92: 935-951.
- GREEN, N.E., GRAHAM, S. O., SCHENCK, N.C. 1976. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. Mycologia, 68:929-934.
- GREENLEAF, W.H., 1986. Pepper Breeding. Breeding Vegetable Crops. A.V.I., 67-127.
- GRUBBEN, G. J. H., 1977. Tropical Vegetables and their Resources. IBPGR, Rome, Italy. 197pp.
- GUADARRAMA P, ALVAREZ-SANCHEZ J. ve ESTRADA-TORRES A. 2004. Phosphorus Dependence In Seedlings of A Tropical Pioneer Tree: The Role Of Arbuscular Mycorrhizae Journal Of Plant Nutrition Volume: 27 Issue: 12 Pages: 2159-2174 2004
- GÜNAY, A., 1981. Serler. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II Çağ Matbaası, Ankara,323s.
- GÜNAY, A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II, İzmir, Ankara, 351s.
- HARLEY, J.L., HARLEY, E.L., 1987. A check list of mycorrhiza in the British Flora. New Phytol. (supply. 105 : 1-102.
- HARLEY, J.L., SMITH, S.E., 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London, UK.
- HERNANDEZ, M. I.; CHAILLOUX, M. 2004. Arbuscular mycorrhizas and rhizobacteria as an alternative to mineral nutrition of tomato. Cultivos Tropicales 25 (2) : 5-12 2004
- HETRICK, B., WILSON, G., TODD T.C. (1996) Mycorrhizal Response In Wheat Cultivars: Relationship To Phosphorus Canadian Journal Of Botany-Revue Canadienne De Botanique Volume: 74 Issue: 1 Pages: 19-25 Published: Jan 1996

- HETRICK, B., WILSON, G.W.T., GILL, B.S. and COX T.S. (1995) Chromosome Location Of Mycorrhizal Responsive Genes In Wheat. Canadian Journal Of Botany-*Revue Canadienne De Botanique* Source Volume: 73 Issue: 6 Pages: 891-897 1995
- HETRICK, B.A.D., WILSON, G.W.T., TODD, T.C., 1990. Differential Responses Of C3 And C4 Grasses To Mycorrhizal Symbiosis, Phosphorus Fertilisation And Soil Micro-Organisms. Canadian Journal of Botany, 68:3, 461-467.
- IBPGR, 1983. Genetic resources of Capsicum, IBPGR Secretariat Rome, 49 s
- INVAM, 1993. Germ plasm in the international Collection of Arbuscular and Vesicular Mycorrhizae fungi (INVAM) and procedure for culture development documenttation and storage. Mycotaxon, 48: 491-528.
- JACKSON, L.E., L.A. SAXE, D.S. LEBAUER and T.R. 2004 Cavagnaro Arbuscular Mycorrhizae and Soil Nutrient Availability in Organic Tomato Production University of California at Davis <http://vric.ucdavis.edu/scrp/1st-annual-report/Jackson-poster.pdf>
- JACKSON, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, 1967.
- JAVAID, A. 2007. Allelopathic interactions in mycorrhizal associations. *Allelopathy Journal* 20: 29–42.
- JAVAID, A. 2008. Allelopathy in mycorrhizal symbiosis in the Poaceae family. *Allelopathy Journal*: 207–218
- JAYACHANDRAN, K., SCHWAB, A.P., HETRICK, B.A.D., 1992. Mineralization of organic phosphorous by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 24, 897-903.
- JONER, E.J., 2000. The effect of long-term fertilization with organic or inorganic fertilizers on mycorrhiza mediated phosphorus uptake in subterranean clover. *Biology and Fertility of Soils*. 32(5),435-440.
- JONES MD, SMITH SE. 2004. Exploring functional definitions of mycorrhizas: Are mycorrhizas always mutualisms? *Canadian Journal of Botany* 82: 1089-1109
- JONES, J.B. JR., 1998. Phosphorus toxicity in tomato: When and how does it occur.

- KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Ü.Z.F. Yayın No: 453, Ankara.
- KAHÍLUOTO H., KETOJA E. and VESTBERG M.(2001) Saarela I Promotion of AM utilization through reduced P fertilization 2. Field studies Plant And Soil 231 (1): 65-79 2001
- KAYA C., HİGGS, D., KİRNAK, H., TAS, I. (2003) Mycorrhizal Colonisation Improves Fruit Yield And Water Use Efficiency İn Watermelon (Citrullus Lanatus Thunb.) Grown Under Well-Watered And Water-Stressed Conditions Plant And Soil Volume: 253 Issue: 2 Pages: 287-292 2003
- KAYA, C., ASHRAF, M., SONMEZ, O., AYDEMİR, S.,TUNA, A. L., CULLU, M. A. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Scientia Horticulturae 121 (2009) 1–6
- KELEŞ, D. 2007. Farklı biber genotiplerinin Karakterizasyonu ve Düşük sıcaklığa Toleransı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 2007.
- KHALIEL, A.S., ELKHIDER, K.A., 1987. Response of tomato inoculation with vesicular arbuscular mycorrhizae. Nordic Journal of Botany 7, 215-218.
- KHALİL, S.; LOYNACHAN, T.E.; TABATABAİ, M.A. 1994. Mycorrhizal dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and soybean cultivars. Agronomy journal, Nov/Dec 1994. v. 86 (6), p. 949-958.
- KHAOSAAD, T., J. M. GARCÍA-GARRİDO, S. STEINKELLNER, H. VIERHEİLİG. 2007. Take all disease is systemically reduced in roots of mycorrhizal barley plants. Soil Biology and Biochemistry 39: 727–734.
- KHASA, P., FURLAN, V. and FORTIN, JA. (1992) Response Of Some Tropical Plant-Species To Endomycorrhizal Fungı Under Field Conditions Tropical Agriculture volume: 69 issue: 3 pages: 279-283 1992
- KITT, D.G., DANIELS, B.A. H., WILSON, G.W.T., 1988. Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of mycorrhizal big bluestem in non-sterile soil. New Phytologist 109, 473-481.

- KİM, K. Y.; JORDAN, D.; MCDONALD, G. A. 1998. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. *Biology and Fertility of Soils* 26 (2) : 79-87 1998
- KOIDE, R.T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *Tansley Review No.29. New Phytologist* 117, 365-386.
- KOSKE, R.E., GEMMA, J.N., 1989. A modified procedure for staining root to detect VAM. *Mycological Research*, 92, 486-505.
- KOTHARI, S.K., MARSCHNER, H., ROMHELD, V., 1990. Direct and indirect effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere micro-organisms on acquisition of mineral nutrients by maize (*Zea mays*. L) in a calcareous soil. *New Phytologist* 116, 637-645.
- KOTHARI, S.K., MARSCHNER, H., ROMHELD, V., 1991. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc in maize growth in a calcareous soil. *Plant and Soil*. 131, 177-185.
- KOVANCI, İ., 1985. Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme Notları. Ege Ü.Z.F. Teksir No: 107-1, İzmir.
- KRİKUN, J.; HAAS, J. H.; DODD, J.; KİNSBURSKY, R.1990. Mycorrhizal dependence of four crops in a P-sorbing soil. *Plant and Soil* 122 (2) : 213-217 1990
- KRİSHNA , K.R.SHETTY, K.G.DART, P.J., ANDREWS, D.J.: 1985.Genotype Dependent Variation İn Mycorrhizal Colonization And Response To İnoculation Of Pearlmillet. *Plant Soil* 86. (1985), 113-125.
- KRUG, H., 1986. Gemüseproduktion. Ein Lehr-und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg, 446 s.
- LI, X. L., MARSCHNER, H., 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.
- LINDERMAN, R.G., 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: growth of sunflower (*Helianthus annus* L.), *Z. Pflanzenernahr. Bodenk*, 148, 654-669.

- LİOUSSANNE, L. & JOLİCOEUR, M. & ST-ARNAUD, M. 2009. Role of the modification in root exudation induced by arbuscular mycorrhizal colonization on the intraradical growth of *Phytophthora nicotianae* in tomato *Mycorrhiza* (2009) 19:443–448
- LUI, A., HAMEL, C., HAMILTON, R.I., MA, B.L., SMITH, D.L., 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza*. 9(6):331-336.
- MAAS, E.V., HOFFMAN, G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage, ASCE*: 115-134.
- MACİT, F., AGME, Y., 1980. Sebze ve Gübrelenmeleri. Bilgehan Matbaası, Bornova, İzmir.
- MAHAVEER P. SHARMA AND ALOK ADHOLEYA. (2004). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil. *Can. J. Bot.* 82(3): 322–328
- MALAJZCUK, N., GROVE, T.S., THOMSON, B.T., BOUGHER, N.L., OMMERUP, I., KUEK, C., DELL, B., 1992. Ectomycorrhizas. In: *Microorganisms that Promote Plant Productivity*. Kluwer Press, Amsterdam.
- MARSCHNER, H., 1993. Zinc uptake from soils. In: *Zinc In Soils and Plants* (Ed. A.D. Robson.). *Developments In Plant and Soil Sciences*. Kluwer Academic Publishers. 59-78.
- MARSCHNER, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- MARSCHNER, H., DELL, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil* (Netherlands), 159, 11-25.
- MATSUBARA, Y., İSHİGAKİ, T., KOSHİKAWA, K. 2009. Changes in free amino acid concentrations in mycorrhizal strawberry plants. *Scientia Horticulturae* 119 (2009) 392–396
- MEDİNG, S. M., AND R. J. ZASOSKİ. 2008. Hyphal-mediated transfer of nitrate, arsenic, cesium, rubidium, and strontium between arbuscular mycorrhizal

- forbs and grasses from a California oak woodland. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 126–134.
- MENGE, J.A., MJARRELL, W., LABANAUSKAS, C.K., OJALA, J.C., HUSZAR, C., E. JOHNSON, L.V., SIBERT, D. 1982. Predicting mycorrhizal dependency of troyer citrange on *Glomus fasciculatum* in California citrus soils and nursery mixes. *Soil Sci. Soc. Am.* 46, 762-768.
- MENGE, J.A., SREIRLE, D., BAGYARAJ, D.J., JOHNSON, E.L.V., LEONARD, R.T., 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhabitation of mycorrhizal infection. *New Phytologist*, 80, 575-578.
- MERGE, J. A., HOHNSON, E.L.V., PLATT, R.G. 1978. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. *New Phytol.* 81. 553-559.
- MEYER, J.R., LINDERMAN, R.G., 1986. Selective influence on population of rhizosphere or rhizoplane bacteria and actinomycetes by mycorrhizas formed by *Glomus fasciculatum*. *Soil Biol. Biochem.* 18, 191-196.
- MICHELSSEN, A., ROSENDAHL, S., 1990. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant Soil*, 124, 7-13.
- MILLER, R.M., JASTROW, J.D., 1992. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. In: *Mycorrhiza Functioning* (Ed M. Allen), Chapman and hall, London, UK, pp: 29-44.
- MITTAL, N., SHARMA, M., SAXENA, G., MUKERJI, K.G., 1991. Effect of VAM on gall formation in tomato roots. *Plant-Cell Incompatibility Newsletter*, 23, 39-43. Modern wheat cultivars and ancestors: a Synthesis. *Can. J. Bot.*, 71: 512-518. Modern wheat cultivars, landraces, and ancestors. *Can. J. Bot.*, 70: 2032-2032 modern wheat cultivars and ancestors: a Synthesis. *Can. J. Bot.*, 71: 512-518.
- modern wheat cultivars, landraces, and ancestors. *Can. J. Bot.*, 70: 2032-
- MOHAMMAD M.J., MALKAWI H.I., SHIBLI R. (2003) Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake



- of barley grown on soils with different levels of salts *Journal Of Plant Nutrition* Volume: 26 Issue: 1 Pages: 125-137 2003
- MOHANDAS, S., 1987. Field response of tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill. 'Pusa Ruby') to inoculation with a vesicular-arbuscular mycorrhizae fungus *Glomus fasciculatum* and with *Azotobacter vinelandii*. *Plant and Soil*, 98:2, 295-297.
- MONFORTE, A.J. AND S. D. TANKSLEY (2000) Development of a set of near isogenic and backcross recombinant inbred lines containing most of the *Lycopersicon hirsutum* genome in a *L. esculentum* genetic background: a tool for gene mapping and gene discovery. *Genome* 43: 803-813.
- MOSSE, B., 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research For Tropical Agriculture. Research Bulletin. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. 82p.
- NICHOLAS J. LARKAN & SALLY E. SMITH & SUSAN J. BARKER (2007) Position of the reduced mycorrhizal colonisation (Rmc) locus on the tomato genome map *Mycorrhiza* (2007) 17:311–318
- NIKOLAOU N., KARAGIANNIDIS, N., KOUNDOURAS S. and FYSARAKIS, I. (2002) Effects of different P sources in soil on increasing growth and mineral uptake of mycorrhizal *Vitis vinifera* L. (cv Victoria) vines *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin* Volume: 36 Issue: 4 Pages: 195-204 2002
- OLSEN, J.K., SCHAEFER J.T., HUNTER M.N., EDWARDS D.G., GALEA VJ. and MULLER L.M. (1996) Response of capsicum (*Capsicum annum* L), sweet corn (*Zea mays* L), and tomato (*L. esculentum* Mill) to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae *Australian Journal Of Agricultural Research* Volume: 47 Issue: 5 Pages: 651-671 Published: 1996
- OLSEN, J.K., SCHAEFER, J.T., EDWARDS, D.G., HUNTER, M.N., GALEA, V.J., MULLER, L.M., 1999 .Effects of mycorrhizae, established from an existing intact hyphal network, on the growth response of capsicum (C.

- annuum* L.) and tomato (*L. esculentum* Mill.) to five rates of applied phosphorus. Aust. J. Agric. Res. 50(2):223-237.
- OLSEN, S.R., DEAN, L.A., 1965. Phosphorus. Chemical and microbiological properties. In: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA, pp. 1035-1048.
- ORTAS, I., AKPINAR, Ç., 2001. Do plants depend on VA-Mycorrhizae in term of P and Zn nutrition under low soil fertility conditions. Knowledge on population biology of AMF as a tool for mycorrhizal technology. 26 September – 1 October 2001. Prague-Pruchonice/Çek Republican
- ORTAS, İ., KÖSE, Ö., ŞİMŞEK, D., SARI, N., ABAK, K., 2000. The Effect Of Mycorrhizal Inoculation On Tomato, Eggplant and Pepper Growth and Nutrient Uptake Of Under Field Conditions. COST-838 'Programme of the Meeting of WG3 "Genetic and Cell Programmes" and of WG4 "Mycorrhizal Technology. Santiago de Compostela, Galicia/İspanya.
- ORTAŞ, I., SARI, N., AKPINAR, C. 2003. The effect of Mycorrhizal Inoculation and Soil Fumigation on The Yield and Nutrient uptake of Some Solanaceas Crops (Tomato, Eggplant and Pepper) Under Field Conditions. Agricultura Mediterranea. VV Vol. 133, 249-258. 2003
- ORTAŞ, I., TÜFEKÇİ, S., PIRLAK, İ.Y., AKPINAR, Ç., 2008 The Effect of Mycorrhiza on Forest Tree Species in the East Mediterranean Region of Turkey. 'The International Meeting on Soil Fertility, Land Management and Agroclimatology' 29 October- 1 November 2008. Kusadasi-Aydin.
- ORTAŞ, İ, HARRIS, P.J., ROWELL, D.L., 1994. The effect of different forms and rates of nitrogen and rates of phosphorous fertiliser on rhizosphere pH and P uptake in myorrhizal and non-mycorrhizal sorghum plant. Ph.D. Thesis, University of Reading, UK.
- ORTAŞ, İ. 1996. The influence of use of different rates of inoculum on root infection, plant growth and phosphorus uptake. Communication Soil Science and Plant Analyses. 27/18-20. 2935-2946.
- ORTAŞ, İ. 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Workshop Adana.

- ORTAŞ, İ., 1995. Mikorizanın Besin Elementleri (Özellikle Fosfor) Alımındaki Mekanizmaları, Toprak İlmi Derneği. Ankara İ. Akalan Toprak ve Çevre Semp. AÜZF: Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi. Cilt II.
- ORTAŞ, İ., 1997. Determination of the extent of rhizosphere soil. Communication Soil Science and Plant Analyses. 28 (19-20) 1767-1776.
- ORTAŞ, İ., 2002a Effect of elected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the Harran Plain in South Anatolia. Journal of Plant Nutrition. 25 (3-4).
- ORTAŞ, İ., 2002b. Do Plants Depend on Mycorrhizae In Terms of Nutrient Requirement? International Conference On Sustainable Land Use And Management/2002-Çanakkale
- ORTAŞ, İ., HARRIS, P.J., ROWELL, D. L., 1996. Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen. Plant and Soil, 184, 255-264.
- ORTAŞ, İ., HARRIS, P.J., ROWELL, D.L., 1995. Comparison of two techniques in terms of measuring rhizosphere soil pH. Poster presentation on SOIL 95. British Society of Soil Science, Annual Meeting September 11-14, Reading/UK.
- ORTIZ-C., ANGEL I., PENA-CABRIALES, JUAN J., FRAGOSO, C., BROWN, B. and GEORGE G. 2007. Mycorrhizal Colonization And Nitrogen Uptake By Maize: Combined Effect Of Tropical Earthworms And Velvetbean Mulch Biology And Fertility Of Soils Volume: 44 Issue: 1Pages: 181-186 2007
- OYETUNJÍ, O. J.; OSONUBÍ, O. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizae on the performance of chilli (bell) pepper (*C. annuum* L.). of Applied Horticulture (Lucknow) 7 (2) : 133-136 2005
- ÖZBEK, N., 1975. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ankara Ü.Z.F. Yayınları: 525, Ders Kitabı: 175, Ankara.
- PANDEY, RENU, SINGH, BHUPINDER VE NAİR, T. V. R. (2006) Effect of arbuscular-mycorrhizal inoculation in low phosphorus soil in relation to P-utilization efficiency of wheat (*Triticum aestivum*) genotypes Indian Journal Of Agricultural Sciences 76 (6): 349-353 Jun 2006

- PAPADOPOULOS, A.P., 1991. Growing Greenhouse Tomatoes in Soil and Soilless Media. Agriculture Canada Publication 186/E, Communication Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Canada.
- PAULITZ, T.C., LINDERMAN, R.G., 1991. Mycorrhizal Interactions With Soil Organisms. In: Handbook of Applied Mycology (Eds. D.K. Arora, B. Rai, K.G. Mukerji and G.R. Knudsen). Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong, pp 77-129.
- PICKERSGILL, B., 1980. Some aspects of interspecific hybridization in Capsicum IVthe Meeting of the EUCARPIA Capsicum Working Group, 14-16 October 1980, Wageningen, Netherlands.
- PLENCHETTE C. AND MOREL C. (1994) External phosphorus requirement of mycorrhizal and non-mycorrhizal barley and soybean plants INRA, Station d'Agonomie, 17 rue Sully, F-21034 Dijon cedex, France.
- PLENCHETTE, C., FURLAN, V., FORTIN, J.A., 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of low fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. Plant and Soil 70, 199-209.
- POLAT, N.Y. (2006) Doğal Ekosistemde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerine Adaptasyonunun Sağlanması. Toprak Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana (Basılmamış).
- POND, E. C., MENGE J. A., JARRELL, W. M. 1984. Improved Growth of Tomato in Salinized Soil by Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi Collected from Saline Soils Mycologia, Vol. 76, No. 1 (Jan. - Feb., 1984), pp. 74-84 doi:10.2307/3792838
- POULTON, J.L.; KOIDE, R.T., STEPHENSON, A.G., 2001. Effects of mycorrhizal infection and soil phosphorus availability on in vitro and in vivo pollen performance in *L. esculentum* (Solanaceae). American Journal of Botany. 88(10):1786-1793.
- POWEL, C.L., 1981. Effect of inoculum rate on mycorrhizal growth responses in pot-grown onion. Plant and Soil, 92, 387-397.
- POZO, M. J., AND C. AZCON-AGUILAR. 2007. Unravelling mycorrhiza-induced pp. 453-469.

- QING, Y., XIAOLIN, LI. AND CHRISTIE P. (2001) Factors Affecting Arbuscular Mycorrhizal Dependency Of Wheat Genotypes With Different Phosphorus Efficiencies. Department of Plant Nutrition, China Agricultural University Beijing, China Agriculture, Ecosystems & Environment Volume 59, Issues 1-2 , August 1996, Pages 63-68
- RAO, M. S.; REDDY, P. P.; NAGESH, M. 2000. Management of *Meloidogyne incognita* on tomato by integrating *Glomus mosseae* with *Pasteuria penetrans* under field conditions. *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 6 (2) : 130-134 2000
- REDHEAD, J. F., 1977. Endotrophic mycorrhizas in Nigeria: Species of the Endogonaceae and their distribution. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 69:275-280.
- REMY, W., TAYLOR, T. N., HAAS, H., KERP, H., 1994. Four hundred-year-old vesicular-arbuscular mycorrhizae . *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91, 11841-11843.
- resistance. *Current Opinion in Plant Biology* 10: 393–398.
- RILLIG MC, WRIGHT SF, SHAW MR, (2002) Artificial climate warming positively affects arbuscular mycorrhizae but decreases soil aggregate water stability in an annual grassland *Field CB OIKOS* 97 (1): 52-58 2002
- ROBER, R., SCHALLER, K., 1985. Pflanzernahrung im Gartenbau. Pp 286-287.
- ROSS, J.P., 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non-mycorrhizal soybean. *Phytopathology*, 61, 1400-1403.
- ROWE, A.R. and PRINGLE, A. (2005) Morphological And Molecular Evidence Of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Associations In Costa Rican Epiphytic Bromeliads *Biotropica* Volume: 37 Issue: 2 Pages: 245-250 2005
- RUIZ-LOZANO, J. M. 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. *Mycorrhiza* 13: 309–317.
- RUSSO, V. M. 2006. Biological amendment, fertilizer rate, and irrigation frequency for organic bell pepper transplant production. *HortScience* 41 (6) : 1402-1407 2006

- RYAN, MEGAN H., MCINERNEY, JENNIFER K., RECORD, IAN R. and ANGUS, JOHN F. 2008. Zinc Bioavailability In Wheat Grain In Relation To Phosphorus Fertiliser, Crop Sequence And Mycorrhizal Fungi *Journal Of The Science Of Food And Agriculture* Volume: 88 Issue: 7 P: 1208-1216
- SALAMI A. O. 2002. Influence Of Mycorrhizal Inoculation On Disease Severity And Growth Of Pepper *Archives Of Agronomy And Soil Science*, Volume 48, Issue 3 2002 , Pages 257 - 262
- SANDERS, F.E., TINKER, P.B., 1973. Phosphate flow in the mycorrhizal roots. *Pesticide Sci.* 4:384.
- SASAI, K., 1991. Effect of phosphate application on infection of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in some horticultural crops. *Scientific Reports of Miyagi Agricultural College*, No:39. 1-9, Japan.
- SCHENCK, N.C., SCHRODER, V.N., 1974. Temperature response of Endogone mycorrhiza on soybean roots. *Mycologia*, 66:600-605.
- SENSOY S., DEMİR, S., TURKMEN, O., ERDİNC, Ç., SAVUR, O. 2007. Responses of some different pepper (*C. annuum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi *Scientia Horticulturae* 113 . 92–95
- SEVGİCAN, A., 1981. Sebzelerin Bileşimleri ve İnsan Sağlığındaki Yeri ve Kış Boyunca Taze Olarak Saklanmaları. *Ege Ü. Z.F. Yayın No: 419*, İzmir.
- SHARMA M.P., BHATIA N.P. and ADHOLEYA A. (2001) Mycorrhizal dependency and growth responses of *Acacia nilotica* and *Albizia lebeck* to inoculation by indigenous AM fungi as influenced by available soil P levels in a semi-arid Alfisol wasteland new forests 21 (1): 89-104 JAN 2001.
- SHARMA, A.K.; JOHRI, B.N., GIANINAZZI, S., 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in relation to plant disease. *World-Journal-of-Microbiology-and-Biotechnology*, 8:6, 559-563
- SHENG, M. & TANG, M. & CHEN, H. & YANG, B. & ZHANG, F. & HUANG, Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress *Mycorrhiza* (2008) 18:287–296

- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical Corporation- Federal Republic of Germany.
- SIMON, L., BOSQUET, J., LALONDE, M., 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vesicular land plants. *Nature* 363, 67-69.
- SINGH, S. AND KAPOOR, K.K. 1999. Inoculation with phosphate-solubilizing microorganisms and a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus improve drv matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biol Fertil Soil* 28, 139–144.
- SINGH, S., A. PANDEY, AND L. M. S. PALNĪ. 2008. Screening of arbuscular mycorrhizal fungal consortia developed from the rhizospheres of natural and cultivated tea plants for growth promotion in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *Pedobiologia* 52: 119–125.
- SINGH, Y.P., SINGH R.S., SITARAMLAH, K., 1990. Mechanism of resistance of mycorrhizal tomato against root-knot nematode. Trends in mycorrhizal research. Proceeding of the National Conference on Mycorrhiza, held at Haryana Agricultural University, Hisar, India Feb.14-16/1990, (Eds. Jalali, B.L. and Chand H.), 96-97.
- SMITH, S.E., 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 glutamine synthase and glutamate dehydragenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L. effects of mycorrhizal infection and phosphorous nutrition. *New Phytologist*, 99, 211-227.
- SMITH, S.E., JOHN, B.L., SMITH, F.A., NICHOLAS, D.J.D., 1985. Activity of glutamine synthase and glutamate dehydragenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L. effects of mycorrhizal infection and phosphorous nutrition. *New Phytologist*, 99, 211-227.

- SMITH, S.E., WALKER, N.A., 1981. A quantitative study of mycorrhizal infection in *Trifolium*: separate determination of the rates of infection and mycelial growth. *New Phytologist*, 89, 225-240.
- SMITH. S. E., READ, D. J., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London,
- SOIL SURVEY STAFF., 1951. Bureau of plant Industri, Soil and Agricultural Engineering. "Soil Survey" U.S. Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office.
- SOMDATTA G. and VERMA N.K. (2006) Growth And Mycorrhizal Dependency Of *Acacia Mangium* Willd. Inoculated With Three Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Lateritic Soil. *New Forests* (2006) 31:75–81
- SONMEZ O., AYDEMIR S., KAYA C. (2009) Mitigation effects of mycorrhiza on boron toxicity in wheat (*Triticum durum*) plants. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2009, Vol. 37: 99–104
- SREENIVASA, M.N., KIRSHNARAJ, P.U., GANGADHARA, G.A., MANJUNATAH, H.M., 1993. Response of chilli (*C. annuum* L.) to the inoculation an efficient vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Scientia-Horticulturae* 53, 45-52.
- SREENIVASA, M.N. RAJASHEKHARA, E. 1989. Influence of the stage of host development and genotypes mycorrhizal colonization of field grown wheat. *Zentralbl.Mikrobiol.* 144, 381-384.
- STRIBLEY, D., 1987. Mineral nutrition. In *Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants*. (Ed G.R. Safir). pp 59-69. CRC Press. Boca Raton, FL.
- SUBRAMANIAN K.S., SANTHANAKRISHNAN AND BALASUBRAMANIAN P., P. (2006) Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress *Scientia Horticulturae* 107 (2006) 245–253
- SUBRAMANIAN, K. S.; SANTHANAKRISHNAN, P.; ARUNACHALAM, N.; THANGARAJ, T. 2001. Role of mycorrhizas in tomato production under drought stress conditions. *South Indian Horticulture* 49 (Special) : 268-270  
2001



- ŞENİZ, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Kocaelik Yayınları, İstanbul.
- TANJA R. SCHEUBLİN, KARYN P. RIDGWAY, J. PETER W. YOUNG, and MARCEL G. A. VAN DER HEIJDEN 2004. Nonlegumes, Legumes, and Root Nodules Harbor Different Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities Appl Environ Microbiol. 2004 October; 70(10): 6240–6246.
- TARAFDAR, J.C., MARSCHNER, H., 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere and VA mycorrhizal wheat supplied with organic and inorganic phosphorous. Soil Biology and Soil Biochemistry, 26, 387-395.
- TAWARAYA K., TOKAİRİN K. AND WAGATSUMA T. (2001) Dependence of *Allium fistulosum* cultivars on the arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus fasciculatum* Applied Soil Ecology Volume 17, Issue 2 , June 2001 , Pages 119-124
- TAWARAYA, K. 2003. Arbuscular mycorrhizal dependency of different plant species and cultivars. Soil Sci Plant Nutri 49: 655-668.
- TAYLOR, J.D., 1986. Biosystematic of tomato. In: The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement (Eds. J.G. Atherton and J. Rudich). Chapman&Hall, New York
- THANUJA TV, HEGDE RV, SREENIVASA MN (2002) Induction of rooting and root growth in black pepper cuttings (*Piper nigrum* L.) with the inoculation of arbuscular mycorrhizae: Scientia Horticulturae Volume: 92 Issue: 3-4 Pages: 339-346 14 2002.
- THOMSON T. EDATHİL, S. MANIAN AND UDAİYAN, K. (1996) Interaction of multiple VAM fungal species on root colonization, plant growth and nutrient status of tomato seedlings (*L. esculentum* Mill.)
- TINKER, P. B. 1980. Role of rhizosphere micro-organisms in phosphorus uptake by plants. In The Role of Phosphorus in Agriculture (Ed F. E. Khasawneh et al.) ASA-CSSA-SSSA. Madison USA.
- TINKER, P.B., 1975. The chemistry of phosphorous and effects on plant growth in Endomycorrhizas. (Eds. Sanders, F.C., Mosse, B. and Tinker, P.B.). Academic Press, London.

- TISDALL, J.M., 1991. Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research*. 29, 729-743.
- TOFINO R., R.; SANCHEZ DE PRAGER, M. 1998. Interaction between arbuscular mycorrhizae and diazotrophic rhizobacteria in red pepper. *Acta Agronomica*, Universidad Nacional de Colombia 48 (3/4) : 49-54 1998
- UIDED M. T. CAVALCANTE, L. C. MAIA, CYNTHIA M.C. COSTA and VENÉZIO F. S. 2001 Mycorrhizal dependency of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) *Fruits* 56 (2001) 317-324
- UTKHEDE, R. (2006) Increased growth and yield of hydroponically grown greenhouse tomato plants inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* *BioControl* (2006) 51:393\_400
- VALENTINE, A. J., MORTIMER, P. E., LINTNAAR, A., BORGIO, R. 2006 Drought Responses of Arbuscular Mycorrhizal Grapevines *Symbiosis* Volume: 41 Issue: 3 Pages: 127-133 2006  
Waisel, A. Eshel, and U. Kafkafi, pp. 731-765. Marcel Dekker, New York.
- WATERER, D.R., COLTMAN, R.R., 1989. Response of mycorrhizal bell pepper to inoculation timing, phosphorous and water stress. *HortScience* 24:4, 688-690.
- WILCOX, H. E., 1991. Mycorrhizae. In *The Plant Root, 'the Hidden Half'*. Eds. Y.
- WITWER, S.H., HONMA, S., 1979. *Greenhouse Tomatoes, Lettuce and Cucumber*. 224 pp.
- WONG, CHING CHI, WU, SHENG CHUN, KUEK, CLEM, KHAN, ABDUL G. ve WONG, MING HUNG (2007) The Role Of Mycorrhizae Associated With Vetiver Grown In Pb-/Zn-Contaminated Soils: Greenhouse Study *Restoration Ecology* Volume: 15 Issue: 1 Pages: 60-67 2007
- WU, O. S., R. X. XIA, AND Y. N. ZOU. 2008. Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. *European Journal of Soil Biology* 44: 122–128.
- WU, O. S., AND R. X. XIA. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology* 163: 417–425.

- YÜCEL, C. 2007. Buğday Ve Yabani Türlerinin Beslenme Ve Verim Yönünden Mikorizaya Bağımlılığının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi
- YÜCEL, C., ÖZKAN, H., ORTAŞ, İ., YAĞBASANLAR, T. 2009 Screening of wild emmer wheat accessions (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides*) for mycorrhizal Dependency Turk J Agric For 33 (2009) 513-523
- ZHONGQUN H., CHAOXING H., ZHIBIN. Z., ZHIRONG, Z., HUAISONG, W. 2007. Changes Of Antioxidative Enzymes And Cell Membrane Osmosis In Tomato Colonized By Arbuscular Mycorrhizae Under Nacl Stress Colloids and Surfaces B-Biointerfaces Volume: 59 Issue: 2 Pages: 128-133 2007

## ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimimi Adana ili Aladağ ilçesinde tamamladım. 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden mezun oldum. 1997-2002 yılları arasında Bitlis ilinde sınıf öğretmenliği yaptım. 2002 yılında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne Ziraat Mühendisi olarak atandım. Aralık 2008-Aralık 2009 tarihleri arasında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından sağlanan yurtdışı eğitim programı ile 1 yıl süreyle ABD’de Nebraska Üniversitesi-Lincoln, Biyoteknoloji Merkezinde (Beadle Center) “Herbisidlere Dayanıklılığın Moleküler Tekniklerle Belirlenmesi” konulu eğitim programına katıldım. Halen aynı kurumda görev yapmaktayım. Evli ve iki çocuk babasıyım.

## EKLER

### EK 1. Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	1.7097739608	16	0.1068608725	10.889121327	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	1.4728828333	1	1.4728828333	150.08673887	.0000 ***
GXMU	.397552	16	0.087347	8.9006580042	.0000 ***
Hata	0.667321	68	0.0098135441		
Genel	5.2475297941	101			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

### EK 2. Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Yeşil Aksam Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	41.473558824	16	2.5920974265	10.44659579	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	35.376518627	1	35.376518627	142.57341826	.0000 ***
GXMU	19.720664706	16	1.2325415441	4.9673531457	.0000 ***
Hata	16.872733333	68	0.2481284314		
Genel	113.44347549	101			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

### EK 3. Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	52.727704157	16	3.2954815098	13.332972143	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	51.286224794	1	51.286224794	207.49556764	.0000 ***
GXMU	26.025800039	16	1.6266125025	6.5810046632	.0000 ***
Hata	16.807411	68	0.2471678088		
Genel	146.84713999	101			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

### EK 4. Mikoriza Aşılana Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip (G)	3945.3817647	16	246.58636029	12.482658913	.0000 ***
Mikor Uyg.(MU)	224.72509804	1	224.72509804	11.376001271	.0012 **
G x MU	907.89823529	16	56.743639706	2.8724682869	.0013 **
Hata	1343.2933333	68	19.754313725		
Genel	6421.2984314	101			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

**EK 5. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	0.3229887601	16	0.0201867975	15.80913362	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.1851452267	1	0.1851452267	144.99504578	.0000 ***
GXMU	0.0989790443	16	0.0061861903	4.8446668437	.0000 ***
Hata	0.0868296937	68	0.0012769073		
Genel	0.6939427249	101			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

**EK 6. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Kök Kuru Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	5.0515321429	13	0.3885793956	19.299159954	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.2940583333	1	0.2940583333	14.604682788	.0003 ***
GXMU	0.6853	13	0.0527153846	2.6181589947	.0064 **
Hata	1.1275333333	56	0.0201345238		
Genel	7.1584238095	83			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

**EK 7. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip	51.84599881	13	3.9881537546	20.843295892	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	11.633185714	1	11.633185714	60.798541613	.0000 ***
GXMU	16.278889286	13	1.2522222527	6.5444916476	.0000 ***
Hata	10.715033333	56	0.191339881		
Genel	90.473107143	83			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

**EK 8. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	2344.8746726	13	180.37497482	11.122508288	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	105.30241071	1	105.30241071	6.4932895328	.0136 *
GXMU	498.83133929	13	38.371641484	2.3661203605	.0133 *
Hata	908.15833333	56	16.217113095		
Genel	3857.166756	83			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

EK 9. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	86.394271726	13	6.6457132097	27.215582738	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	15.665186012	1	15.665186012	64.152206477	.0000 ***
GXMU	22.393393155	13	1.7225687042	7.0542783915	.0000 ***
Hata	13.674516667	56	0.2441877976		
Genel	138.12736756	83			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

EK 10. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	0.307065629	13	0.023620433	21.912847236	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.1545900299	1	0.1545900299	143.41429344	.0000 ***
GXMU	0.0694291196	13	0.0053407015	4.954607578	.0000 ***
Hata	0.0603638694	56	0.0010779262		
Genel	0.5914486479	83			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

EK 11. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	8738.8125	7	1248.4017857	74.16248232	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	315.1875	1	315.1875	18.724009901	.0001 ***
GXMU	1576.3125	7	225.1875	13.377475248	.0000 ***
Hata	538.66666667	32	16.833333333		
Total	11168.979167	47			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

EK 12. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	118.74973125	7	16.964247321	76.817783761	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.0172520833	1	0.0172520833	0.0781211675	.7817 ns
GXMU	4.8440645833	7	0.6920092262	3.1335675607	.0123 *
Hata	7.0668	32	0.2208375		
Genel	130.67784792	47			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

EK 13. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	4.7465583333	7	0.6780797619	56.281910032	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.021675	1	0.021675	1.7990662286	.1893 öd.
GXMU	0.182025	7	0.0260035714	2.1583458907	.0654 öd.
Hata	0.3855333333	32	0.0120479167		
Genel	5.3357916667	47			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 14. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Bitki Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	164.48168125	7	23.497383036	84.285465543	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.0776020833	1	0.0776020833	0.2783598374	.6014 ns
GXMU	5.45918125	7	0.7798830357	2.7974521518	.0217 *
Hata	8.9210666667	32	0.2787833333		
Genel	178.93953125	47			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 15. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Biber Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	0.316277601	7	0.0451825144	99.06590108	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	2.557975E-04	1	2.557975E-04	0.5608543468	.4594 ns
GXMU	0.0170495495	7	0.0024356499	5.3403370399	.0004 ***
Hata	0.0145947339	32	4.560854E-04		
Genel	0.3481776819	47			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 16. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Geneotip(G)	4621.952381	6	770.32539683	154.80223285	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	8.5952380952	1	8.5952380952	1.7272727273	.1994 ns
GXMU	1056.2380952	6	176.03968254	35.376395534	.0000 ***
Hata	139.33333333	28	4.9761904762		
Genel	5826.1190476	41			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 17. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------	----------	---



Genotip(G)	170.48544762	6	28.41424127	203.78370502	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	2.8184380952	1	2.8184380952	20.213517298	.0001 ***
GXMU	11.806028571	6	1.9676714286	14.111915577	.0000 ***
Hata	3.9041333333	28	0.1394333333		
Genel	189.01404762	41			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 18. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	3.3725571429	6	0.5620928571	169.35365854	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	0.0148595238	1	0.0148595238	4.4770444763	.0434 *
GXMU	0.1494904762	6	0.0249150794	7.5066953611	.0001 ***
Hata	0.0929333333	28	0.0033190476		
Genel	3.6298404762	41			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 19. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	217.70881429	6	36.284802381	234.65058664	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	3.2425928571	1	3.2425928571	20.969559326	.0001 ***
GXMU	13.615557143	6	2.2692595238	14.675099313	.0000 ***
Hata	4.3297333333	28	0.1546333333		
Genel	238.89669762	41			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

#### EK 20. Mikoriza Aşıl原因an Farklı Domates Genotiplerinin Yapraklarındaki P Konsantrasyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Genotip(G)	0.0670819077	6	0.0111803179	47.343899653	.0000 ***
Mikoriza Uyg(MU)	2.102704E-05	1	2.102704E-05	0.089040594	.7676 öd.
GXMU	0.0083488999	6	0.0013914833	5.8923410718	.0005 ***
Hata	0.0066122331	28	2.361512E-04		
Genel	0.0820640677	41			

\*\*\*  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli