

170408

T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

TOPRAKSIZ ORTAMA ARBUSKÜLER MİKORİZA AŞILAMANIN
PATLİCAN (*Solanum melongena* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan : Emin YILMAZ
Danışman : Prof. Dr. Ayşe GÜL

TOKAT-2005

**TOPRAKSIZ ORTAMA ARBUSKÜLER MİKORİZA AŞILAMANIN
PATLİCAN (*Solanum melongena* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Emin YILMAZ

**DOKTORA TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

TOKAT-2005

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAKSIZ ORTAMA ARBUSKÜLER MİKORİZA AŞILAMANIN
PATLİCAN (*Solanum melongena* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Emin YILMAZ

DOKTORA TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 25/02/2005 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Başkan : Prof.Dr. Ayşe GÜL
Üye : Prof.Dr. Yüksel TÜZEL
Üye : Prof.Dr. M.Rüştü KARAMAN
Üye : Yrd.Doç.Dr. Naif GEBOLOĞLU
Üye : Yrd.Doç.Dr. Ali ECE

İmza

A. Gül
Yüksel Tüzel
M. Rüştü Karaman
Naif Geboloğlu
Ali Ece

ONAY :

Bu tez, 28.1.2005 tarih ve 04. Sayılı Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen jüri üyelerince kabul edilmiştir.

11.02.2005
Enstitü Müdürü
Prof.Dr. Adem ÖNAL
Enstitü Müdürü

**BU ARAŞTIRMA
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONUNCA
DESTEKLENMİŐTİR (2001/11)**

TOKAT-2005

ÖZET

TOPRAKSIZ ORTAMA ARBUSKÜLER MİKORİZA AŞILAMANIN PATLİCAN (*Solanum melongena* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Emin YILMAZ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Doktora Tezi
2005, 204 Sayfa

Danışman : Prof. Dr. Ayşe GÜL

Jüri : Prof. Dr. Ayşe GÜL
Jüri : Prof. Dr. Yüksel TÜZEL
Jüri : Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Ali ECE

Bu çalışma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait ısıtmasız cam serada 2001-2003 yılları arasında 3 yıl süre ile, topraksız tarım tekniği kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak patlıcan (cv. Faselis F₁), yetiştirme ortamı olarak ise pomza kullanılmıştır. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine uygun şekilde 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Denemede mikoriza uygulaması (+ mikoriza, - mikoriza) ve fosfor uygulaması (15, 30 ve 45 ppm) olmak üzere 2 faktörün etkisi incelenmiştir. *Glomus caledonium* mikoriza türü kullanılmış, inokulasyon tohum ekiminde 50 spor/bitki ve dikimde 1000 spor/bitki olacak şekilde yapılmıştır. 1 Mart' ta tohum ekimi ile başlayan denemeler, 10 Kasım'a kadar devam etmiştir. Denemede, fide ve bitki gelişimi, kök infeksiyon oranı, verim, bitkilerin element içerikleri ve bitki tarafından kaldırılan element miktarları, drenaj çözeltisinin element içeriği ve atılan element miktarları ve su tüketimi incelenmiştir.

+ mikoriza uygulamasının dikime hazır fidelerde incelenen gelişme parametrelerini kontrole göre artırdığı saptanmıştır. Üç yılda da vegetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu önemli düzeyde artmış, besin çözeltisinin P dozu arttıkça kök infeksiyonu azalmıştır. Maksimum kök infeksiyon oranı birinci ve üçüncü yılda sırasıyla %97,3 ve 98,3' e ulaşmış iken, ikinci yılda % 25,3 olarak saptanmıştır.

+ mikoriza uygulaması ile bitkilerin besin elementi alımı artmış, bu durumla ters orantılı olarak drenaj ile atılan element miktarı ise azalmıştır. Mikorizanın bitkide meydana getirdiği bu etkilerin uzantısı olarak, bitki gelişimi ve ona bağlı olarak da verim artışı söz konusu olmuştur. Uygulamalara bağlı pazarlanabilir verimin birinci yılda 10,16-13,54 t/da, ikinci yılda 16,52-18,71 t/da, üçüncü yılda ise 11,16-14,50 t/da arasında değiştiği saptanmıştır. Pomzada patlıcan yetiştiriciliği için + mikoriza uygulaması ile birlikte 15 ppm P dozunun yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. + mikoriza uygulaması ile 15 ppm P dozunda kontrole (-15) kıyasla verim artışının %23'e çıkabileceği saptanmıştır. 45 ppm P dozunda ise + mikoriza ile elde edilen verim artışı ancak %7'ye ulaşabilmiştir. Diğer yandan + mikoriza uygulamasının yüksek P dozunda atılan element miktarını azaltarak olumlu katkı sağlayabildiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler : Mikoriza (*Glomus caledonium*), topraksız tarım, patlıcan, fosfor dozu

ABSTRACT

THE EFFECTS OF MYCORRHIZAL FUNGI INOCULATION TO SOILLESS MEDIUM ON EGGPLANT PRODUCTION

Emin YILMAZ

Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Horticultural Science

Ph D Thesis
2005, 204 Pages

Supervisor : Prof. Dr. Ayşe GÜL

Jury : Prof. Dr. Ayşe GÜL
Jury : Prof. Dr. Yüksel TÜZEL
Jury : Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN
Jury : Yrd. Doç. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Jury : Yrd. Doç. Dr. Ali ECE

This study was carried out for three years from 2001 to 2003 using soilless cultivation technique in an unheated glasshouse of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. In the study, eggplant (cv. Faselis F₁) was used as plant material and pumice as growing medium. Trials were conducted in completely randomized design with three replications. In the trials, the effects of two factors, mycorrhiza inoculation (+mycorrhiza and –mycorrhiza) and phosphorus levels (15, 30 and 45 ppm) were examined. *Glomus caledonium* mycorrhiza species was used; inoculation was applied at seed sowing or seedling planting as 50 spores/plant and as 1000 spores/plant, respectively. Experiments started in 1st of March and continued until 10th of November. In the trial, seedling and plant growth, root infection ratio, yield, mineral contents of plant and the amount of minerals taken by plant, mineral contents of drained solution and disposed mineral amounts and water consumption were determined.

+ mycorrhiza inoculation increased the growth parameters in the seedlings ready to be planted with respect to control. In three years, as vegetation periods advanced, in all P levels root infection considerably increased, and root infection decreased as P rate of nutrient solution increased. Maximum root infection ratios were 97.3% and 98.3% respectively in the first and the third years while only 25.3% in the second year.

Plant nutrient uptake increased in + mycorrhiza inoculation, while amounts of minerals disposed decreased. As a continuation of the effects of mycorrhiza in the plants, plant growth and yield increased. Marketable yield varied from 1.02 to 1.35 t/ha in the first year, from 1.65 to 1.87 t/ha in the second year and from 1.12 to 1.45 t/ha in the third year. For eggplant growing in the pumice, 15 ppm P rate was concluded to be enough with + mycorrhiza application. It is concluded that in the 15 ppm P rate with + mycorrhiza application, yield increase could be up to 23% compared to control (-15). In the 45 ppm dosage with the application of + mycorrhiza, yield increase was only 7%. On the other hand, it was concluded that in high P dosage + mycorrhiza application could make a positive contribution by reducing the amounts of disposed minerals.

Keywords: Mycorrhiza (*Glomus caledonium*), soilless culture, eggplant, phosphorus rate

TEŞEKKÜR

İnsan için hayatta bazı dönüm noktaları vardır, ki sayın danışman Hocam Prof.Dr. Ayşe GÜL ile tanışıp, birlikte çalışmaya başlamak benim için öyledir. Hiç bir başarı kesinlikle tesadüf değildir ve genellikle bir ekip işidir. Bu bağlamda, doktora tez öğrenimim süresince, en büyük desteği gördüğüm danışman hocam sayın Prof.Dr. Ayşe GÜL ve Tez İzleme Komitesi Üyesi hocam sayın Yrd.Doç.Dr. Naif GEBOLOĞLU ‘na öncelikle ve ayrı olarak teşekkür ve şükranlarımı sunmak istiyorum. Mikoriza konusunda geniş bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve hazır mikorizalı inokulumu çalışmamız için temin eden, güler yüzlü ve misafirperver hocalarım Ç.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümünden sayın Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ ve Y.Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümünden sayın Yrd.Doç.Dr. Semra DEMİR’e teşekkür ediyorum.

Ayrıca, istatistiki analizler ve tez yazım aşamasında entellektüel katkılarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr Metin SEZER, Yrd.Doç.Dr. Necdet Kandemir ve Dr. Çetin ÇEKİÇ’e teşekkürü bir borç bilirim.

Uzun süren sera, laboratuvar ve tez yazım çalışmalarım nedeniyle, zaman zaman ihmal ettiğim ve yeterince ilgilenemediğim sevgili eşime ve canım kızlarıma da gösterdikleri anlayış ve sabır için teşekkür ediyorum.

Son olarak, bu çalışmaya emeği geçen ve isimlerini burada tek tek zikremediğim herkese sonsuz teşekkürler.

<u>İÇİNDEKİLER</u>	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
2.1. Topraksız Tarım ile İlgili Çalışmalar.....	8
2.1.1. Substrat Kültüründe Pomza Kullanımı ile İlgili Çalışmalar.....	8
2.1.2. Topraksız Kültürde Patlıcan Yetiştiriciliği ile İlgili Çalışmalar.....	14
2.2. Mikoriza ile İlgili Çalışmalar.....	17
2.2.1. Mikoriza ve Bitkisel Üretimdeki Önemi ile İlgili Çalışmalar.....	17
2.2.2. Mikorizanın; Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Elementi Alınımı Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar.....	24
2.2.3. Topraksız Ortamlarda Mikoriza ile İlgili Çalışmalar.....	39
2.2.4. Mikorizanın Patlıcan Yetiştiriciliğinde Kullanımı ile İlgili Çalışmalar.....	44
3. MATERYAL VE METOD.....	48
3.1. MATERYAL.....	48
3.1.1 Bitkisel Materyal.....	48
3.1.2. Mikorizal Materyal.....	48
3.1.3. Substrat	49
3.1.4. Sera Taban Örtüsü.....	49
3.1.5. Saksılar.....	49
3.1.6. Sulama Sistemi.....	49
3.1.7. Drenaj Sistemi.....	50
3.2. METOD.....	50
3.2.1. Sera Zemininin ve Saksıların Hazırlanması.....	50
3.2.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi.....	52

3.2.2.1. Fidelerin Yetiştirilmesi.....	52
3.2.2.2. Dikim ve Bakım İşleri.....	54
3.2.2.3. Üretim Takvimleri.....	57
3.2.2.4. Besin Çözeltilisinin Hazırlanması	57
3.2.2.5. Su ve Besin Maddelerinin Uygulanması.....	58
3.2.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	59
3.2.3.1. Fide Gelişiminin Saptanması	59
3.2.3.2.Bitki Gelişiminin Saptanması.....	59
3.2.3.3. Verim ve Meyve Özellikleri	61
3.2.3.4. Köklerde Mikorizal Enfeksiyon	61
3.2.3.5. Bitki Kısımlarının Besin Elementi İçerikleri ve Bitki Tarafından Kaldırılan Toplam Element Miktarları.....	64
3.2.3.6. Drenaj Çözeltilisinin Besin Elementi İçerikleri ve Atılan Element Miktarları	65
3.2.3.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	65
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	66
4.1. Fide Yetiştiriciliği.....	66
4.2. Serada Bitki Yetiştiriciliği.....	66
4.2.1. Bitki Gelişimi.....	66
4.2.1.1. Kök Enfeksiyonu	66
4.2.1.2. Kazık Kök Sayısı ve Uzunluğu	68
4.2.1.3. Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı	70
4.2.1.4. Gövde Uzunluğu ve Çapı	73
4.2.1.5. Gövde Ağırlığı	75
4.2.1.6. Bitki Uzunluğu.....	77
4.2.1.7. Beşinci Yaprak Gelişimi.....	79
4.2.1.8. Toplam Yaprak Ağırlığı	79
4.2.1.9. Toplam Meyve Ağırlığı.....	84
4.2.2. Verim.....	86
4.2.2.1. Erkençi Verim.....	86
4.2.2.2. Toplam Verim.....	86
4.2.2.3. Pazarlanabilir Verim	89

4.2.2.4. Iskarta Verim	92
4.2.3. Bitkilerin Element İçerikleri ve Bitki Tarafından Kaldırılan Element Miktarı	92
4.2.3.1. Yaprakların P İçeriği.....	92
4.2.3.2. Yaprakların K İçeriği	95
4.2.3.3. Yaprakların Ca İçeriği.....	97
4.2.3.4. Yaprakların Mg İçeriği.....	99
4.2.3.5. Yaprakların Fe İçeriği	101
4.2.3.6. Yaprakların Zn İçeriği	103
4.2.3.7. Gövdenin P İçeriği	105
4.2.3.8. Gövdenin K İçeriği.....	107
4.2.3.9. Gövdenin Ca İçeriği	109
4.2.3.10. Gövdenin Mg İçeriği	111
4.2.3.11. Gövdenin Fe İçeriği	113
4.2.3.12. Gövdenin Zn İçeriği.....	115
4.2.3.13. Meyvenin P İçeriği	117
4.2.3.14. Meyvenin K İçeriği.....	118
4.2.3.15. Meyvenin Ca İçeriği.....	119
4.2.3.16. Meyvenin Mg İçeriği.....	120
4.2.3.17. Meyvenin Fe İçeriği.....	121
4.2.3.18. Meyvenin Zn İçeriği.....	122
4.2.3.19. Yapraklar Tarafından Kaldırılan P Miktarı.....	122
4.2.3.20. Yapraklar Tarafından Kaldırılan K Miktarı	125
4.2.3.21. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı.....	127
4.2.3.22. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı.....	129
4.2.3.23. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı.....	131
4.2.3.24. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı	133
4.2.3.25. Gövde Tarafından Kaldırılan P Miktarı	135
4.2.3.26. Gövde Tarafından Kaldırılan K Miktarı	137
4.2.3.27. Gövde Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı.....	139
4.2.3.28. Gövde Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı.....	141
4.2.3.29. Gövde Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı	143

4.2.3.30. Gövde Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı.....	145
4.2.3.31. Meyve Tarafından Kaldırılan P Miktarı.....	147
4.2.3.32. Meyve Tarafından Kaldırılan K Miktarı.....	147
4.2.3.33. Meyve Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı.....	150
4.2.3.34. Meyve Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı.....	151
4.2.3.35. Meyve Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı.....	151
4.2.3.36. Meyve Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı	154
4.2.4. Drenaj Çözeltilisinin Element İçeriği ve Atılan Element Miktarı	155
4.2.4.1. Drenaj Çözeltilisinin P İçeriği.....	155
4.2.4.2. Drenaj Çözeltilisinin K İçeriği	158
4.2.4.3. Drenaj Çözeltilisinin Ca İçeriği.....	160
4.2.4.4. Drenaj Çözeltilisinin Mg İçeriği.....	162
4.2.4.5. Drenaj Çözeltilisinin Fe İçeriği.....	164
4.2.4.6. Drenaj Çözeltilisinin Zn İçeriği	166
4.2.4.7. Drenaj Çözeltisi İle Atılan Element Miktarı	168
4.2.5. Bitkilerin Su Tüketimi	170
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	178
KAYNAKLAR.....	189
ÖZGEÇMİŞ	204

Çizelgeler listesi

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1. Üretim takvimleri.....	57
3.2. Denemede kullanılan besin çözeltisinin element içeriği (mg/l).....	57
3.3. Besin çözeltisini hazırlamada kullanılan kimyasal kaynaklar ve miktarları.....	57
3.4. Mikro element stok çözeltisi bileşimi.....	58
3.5. Denemede kullanılan suyun element içeriği (ppm).....	58
4.1. Mikoriza uygulamasının dikime hazır fidelerde bazı özellikler üzerine etkisi	67
4.2. Fosfor uygulamasının kök infeksiyonuna etkisi (%).....	67
4.3. Mikoriza ve P uygulamalarının kazık kök sayısı ve uzunluğu üzerine etkileri.....	69
4.4. Mikoriza ve P uygulamalarının kök ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	71
4.5. Mikoriza ve P uygulamalarının gövde uzunluğu ve çapı üzerine etkileri	74
4.6. Mikoriza ve P uygulamalarının gövde ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki).....	76
4.7. Mikoriza ve P uygulamalarının bitki uzunluğu üzerine etkileri (cm)	78
4.8. Mikoriza ve P uygulamalarının beşinci yaprak ağırlığı üzerine etkileri (g).....	80
4.9. Mikoriza ve P uygulamalarının beşinci yaprak eni ve boyu üzerine etkileri (cm).....	81
4.10. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam yaprak ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	82
4.11. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam meyve ağırlığı üzerine etkileri (g/bi ki).....	85
4.12. Mikoriza ve P uygulamalarının erkenci verim üzerine etkileri	87
4.13. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam verim üzerine etkileri.....	88
4.14. Mikoriza ve P uygulamalarının pazarlanabilir verim üzerine etkileri	91
4.15. Mikoriza ve P uygulamalarının iskarta verim üzerine etkileri	93
4.16. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların P içeriği üzerine etkisi (%).....	94
4.17. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların K içeriği üzerine etkisi (%)	96
4.18. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Ca içeriği üzerine etkisi(%).....	98
4.19. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Mg içeriği üzerine etkisi(%)	100
4.20. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Fe içeriği üzerine etkisi (ppm)	102
4.21. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Zn içeriği üzerine etkisi (ppm).....	104
4.22. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin P içeriği üzerine etkisi (%)	106
4.23. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin K içeriği üzerine etkisi (%)	108
4.24. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Ca içeriği üzerine etkisi (%).....	110
4.25. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Mg içeriği üzerine etkisi (%).....	112
4.26. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Fe içeriği üzerine etkisi (ppm).....	114
4.27. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Zn içeriği üzerine etkisi (ppm)	116
4.28. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin P içeriği üzerine etkisi(%).....	117
4.29. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin K içeriğine etkisi (%)	118
4.30. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Ca içeriğine etkisi (%).....	119
4.31. Mikoriza ve P uygulamalarının meyvelerin Mg içeriğine etkisi (%)	120
4.32. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Fe içeriğine etkisi (ppm).....	121
4.33. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Zn içeriğine etkisi (ppm)	122
4.34. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan P miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	123
4.35. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan K miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	126

4.36. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Ca miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	128
4.37. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Mg miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	130
4.38. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Fe miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	132
4.39. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Zn miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	134
4.40. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan P miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	136
4.41. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan K miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	138
4.42. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Ca miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	140
4.43. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Mg miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	142
4.44. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Fe miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	144
4.45. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Zn miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	146
4.46. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan P miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	148
4.47. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan K miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	149
4.48. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Ca miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	150
4.49. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Mg miktarı üzerine etkisi (g/bitki)	152
4.50. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Fe miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	153
4.51. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Zn miktarı üzerine etkisi (mg/bitki)	154
4.52. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin P içeriğine etkisi (ppm).....	157
4.53. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin K içeriğine etkisi (ppm).....	159
4.54. Mikoriza ve fosfor uygulamasının drenaj çözeltilisinin Ca içeriğine etkisi (ppm).....	161
4.55. Mikoriza ve fosfor uygulamasının drenaj çözeltilisinin Mg içeriğine etkisi (ppm).....	163
4.56. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin Fe içeriğine etkisi (ppm).....	165
4.57. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin Zn içeriğine etkisi (ppm).....	167
4.58. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenajla atılan element miktarlarına etkisi	169
4.59. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (1.yıl).....	172
4.60. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (2.yıl).....	173
4.61. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (3.yıl).....	174

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1. Mikorizalı (+) ve mikorizasız (-) olarak yetiştirilen ve dikime hazır hale gelmiş fideler.....	53
3.2. Dikim sonrası deneme alanının genel görünümü	53
3.3. Üç gövde oluşturmada önce bitkilerde askıya alma işlemi başlangıcı	55
3.4. Üç gövde oluşturulmuş ve askıya alınmış bitkiler	55
3.5. İlerleyen dönemlerde budama yapılmış bitkiler	56
3.6. İlerleyen dönemlerde düzenli meyve tutumu	56
3.7. Yoğun hif oluşumu	63
3.8. Hif bağlantılı klomidiospor	63
3.9. Vesiküller (kaşık şeklinde)	63
4.1. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (1.yıl)	90
4.2. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (2.yıl)	90
4.3. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (3.yıl)	90
4.2. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)	175
4.3. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)	175
4.4. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)..	175
4.7. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)	176
4.8. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)	176
4.9. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)..	176
4.10. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3. yıl)	177
4.11. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3. yıl)	177
4.12. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3.yıl).	177

KISALTMALAR

—M	Mikorizasız
+M	Mikorizalı
—15	Mikorizasız 15 ppm P
—30	Mikorizasız 30ppm P
—45	Mikorizasız 45ppm P
+15	Mikorizalı 15 ppm P
+30	Mikorizalı 30ppm P
+45	Mikorizalı 45ppm P
Mik.	Mikoriza
AM	Arbusküler Mikoriza
VAM	Vesiküler Arbusküler Mikoriza
AMF	Arbusküler Mikoriza Fungusu
VAMF	Vesiküler Arbusküler Mikoriza Fungusu
NFT	Besleyici Film Tekniği (Nutrient Film Technique)
Haz.	Haziran
Tem.	Temmuz
Ağus.	Ağustos
Eyl.	Eylül
Ek.	Ekim
Kas.	Kasım

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılabilir tarım alanlarının maksimum sınırına ulaşmış olması ve bu tarım alanlarının bir kısmının da, erozyon, çoraklaşma, ve turizm gibi tarım dışı amaçlar için işgal edilmesi ile kullanılamaz hale gelmesi sonucu, hızla artmakta olan dünya nüfusu yeterli beslenme sıkıntısı ile karşı karşıyadır. Bundan dolayı birim alandan en yüksek verimi alabilme olanaklarının araştırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle kaliteli tohumluk kullanımı, sulama, bitki koruma, mekanizasyon olanaklarından faydalanma ve çiftçi eğitimi gibi bir çok önemli faktörün yanı sıra; seracılık (örtü altı yetiştiriciliği), topraksız tarım, kimyasal gübre kullanımı ve bitki besin elementlerinin alımını artırıcı uygulamalar büyük önem taşımaktadır.

Seracılık; iklim koşullarının uygun olmadığı mevsim ve yerlerde tarımsal üretimin gerçekleştirilebilmesi için bir zorunluluktur. Her geçen gün hem sera alanları artmakta ve hem de seracılıkta kullanılan teknoloji ilerleme göstermektedir. Sera yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilen ürün miktarı; açıkta yetiştiriciliğe göre oldukça fazladır. Örneğin modern sera teknolojilerinin kullanıldığı Hollanda'da, m² den elde edilen verim miktarları hıyarda 64.1, domateste 44.6, patlıcanda 44.2 ve biberde 25.5 kg'a yükselmiştir (Sevgican ve ark., 2002).

2003 yılı itibarı ile Türkiye'de 29954 ha sera alanı mevcut olup bu alanın %96'sında sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonymous, 2004a). Seralarda toprağın örtü altında bulunması ve üst üste aynı yada yakın türlerin yetiştirilmesi nedeni ile, topraktan hastalık etmenleri ve nematodların artışı, toprak yorgunluğu, tuzluluk gibi topraktan kaynaklanan sorunlar verimi ciddi bir şekilde etkilemektedir. Sera yetiştiriciliğinde topraktan kaynaklanan bu sorunlara çözüm olarak önerilen topraksız tarım, pek çok ülkede ticari sera üretiminde önemli ölçüde benimsenmiştir.

Sera yetiştiriciliğinde insan ve çevre sağlığını tehdit eden unsurların başında gelen "yoğun pestisit kullanımı" topraksız tarımda önemli düzeyde azalmaktadır. Seralarda kullanılan pestisitlerin önemli bir kısmı toprak dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmaktadır. Topraksız tarımda toprak dezenfeksiyonu yapmaya gerek olmadığından kullanılan pestisit

miktarı oldukça azalmaktadır (Gül ve ark., 2000). Ayrıca topraksız tarım ile, toprak koşulları iyi olmayan topraklar ve bitki yetiştirmeye uygun olmayan taşlık, kayalık, çöl vb. yerler de bitkisel üretime kazandırılabilir. (Gül ve ark., 2000).

1930'lu yıllarda ilk olarak ABD'de ticari sera üretiminde kullanılmaya başlanılan topraksız tarım (Sevgican, 1983), ancak 1970'li yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Güney Afrika Cumhuriyeti, Hollanda, İngiltere, İran, İspanya, İtalya, Japonya, Kanada, Kuveyt, Malezya, Polonya, Rusya, Singapur ve Yeni Zelanda'da yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Sevgican, 1999a). Örneğin Hollanda'da 1995 yılında seralarda yetiştirilen domates, hıyar, patlıcan ve biber gibi meyvesi yenen sebzelerin yaklaşık %95'i (Van Os, 1995) ve 2000 yılında ise neredeyse tamamının (Anonymous, 2004b) topraksız tarım ile üretildiği bildirilmektedir.

Ülkemizde ticari olarak topraksız tarım sisteminin kullanılmasına, Antalya'da kurulu bulunan büyük işletmeler tarafından 1990'lı yıllarda, yurtdışından teknoloji transferi ile başlanmıştır. 15 yıla yaklaşan süreçte, topraksız tarım yapılan sera alanının 75 hektara ulaştığı tahmin edilmektedir (Tüzel ve ark., 2005). Genelde ihracata yönelik olarak üretim yapan modern sera işletmelerinde kullanılmaktadır. Toplam sera alanı (~50000 ha) ile kıyaslandığında, topraksız tarım yapılan alanın ancak %0,25'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir. Ancak toprak dezenfeksiyonunda metilbromitin kullanımının yasaklanması ile, ki bu tarih Türkiye için 2007 olarak kararlaştırılmıştır, topraksız tarım alanının artacağı düşünülmektedir (Anonymous, 2004b).

Topraksız tarım, su ve substrat kültürü olarak iki ana başlık altında toplanabilir. Su kültürü; durgun ve akan su kültürü ile besin çözeltisinin bitki köklerine sis halinde verildiği aeroponik şeklinde uygulanmaktadır. Substrat kültüründe ise; torf, talaş, ağaç kabuğu, çeltik kavuzu, yer fıstığı kabuğu gibi organik ve kum, çakıl, perlit, vermikülit, pomza gibi inorganik ve kaya yünü, plastik köpük gibi sentetik materyaller kullanılmaktadır (Gül, 1992; Sevgican, 1999a).

Ticari sera sebze yetiştiriciliğinde en çok kullanılan topraksız tarım yöntemi olan substrat kültürünün tercih edilmesinin nedenleri; daha ucuz bir başlangıç yatırımına gerek

göstermesi ve kök bölgesinin etrafında tampon görevi yapan bir ortam oluşturmaktadır (Aydoğan, 2000). Substratlar yatak-tekne, torba veya saksılar içersine yerleştirilerek kullanılmaktadır (Gül, 1992; Sevgican, 1999a).

Topraksız kültürde bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm makro ve mikro besin elementleri, zamanında ve yeterli miktarda bitkiye verilir, yani besin çözeltisinin verilmesi kontrol altında tutulur. Buna bağlı olarak, topraksız yetiştiricilikte daha az gübre kullanılmaktadır (Sevgican, 1999a).

Modern tarımda verimin artırılması açısından ticari gübrelerin, özellikle de fosforlu gübrelerin önemi büyüktür (Demir ve Yalçın, 2004; Güler, 2004; Saltalı, 2004). Dünyada ve ülkemizde 2003 yılında toplam fosforlu kimyevi gübre tüketim miktarı sırasıyla; 33,0 ve 1,22 milyon ton civarındadır (Anonymous, 2004c ; Velioğlu ve ark., 2004; Yılmaz, 2004).

Tarımsal üretimi artırmak için kullanılan fosforlu gübrelerle birlikte bir çok element (ağır metal) yetiştirme ortamına gelmektedir. Bu elementlerden bir kısmı (Fe, Cu, Zn, Mn) bitkiler için gerekli mikro elementler olarak değerlendirilirken, diğerleri (Cd, As, Cr, Hg, Pb vb.) ise canlılara zararlı ve istenmeyen elementler olarak değerlendirilmektedir (Laegreid et al. 1999). Yüksek konsantrasyonlarda Cd içeren fosforlu gübrelerin fazla miktarda her yıl uygulanması, zamanla topraklarda Cd miktarının sınır değerlere ($\text{pH} < 6$: 1 mg Cd/kg, $\text{pH} > 6$: 3 mg Cd/kg; Anonymous, 2001) kadar yükselmesine neden olabilmektedir (Laegreid et al., 1999; Abdel-Haleem et al., 2001). Tarım topraklarında Cd miktarının artması tarımsal ürünlerde de insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde Cd konsantrasyonunun artmasına neden olabilir (Mortvedt, 1987).

Fosfor toprakta, azot ise havada bol miktarda fakat bağlı formda bulunmaktadır. Mikrobiyal gübreler, havada ve topraktaki yarayırlı besin maddelerinin bitkiler tarafından faydalanılmasında yardımcı olur ve bu nedenle kimyasal gübrelerin daha az kullanılmasına imkan tanırırlar (Arcak ve Güder, 2004).

Bir çok toprak mikroorganizması bitkinin besin maddesi alımını artırabilir. Bitkiler üzerinde direkt olarak faydalı etkisi olan bu organizmalar biyogübre olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Bitkilere yararları açısından mikro organizmalar 3 grupta sınıflandırılabilir. a) Azot fiske eden organizmalar, b) Mikoriza mantarları, c) Bitki gelişimini artıran rizosfer bakterileri (Arcak ve Güder, 2004).

Mikoriza kelimesi, kök mantarı anlamındadır. Mikoriza, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak da tanımlanmaktadır. Mycorrhiza, köken olarak *myco* mantar, *rhiza* ise kök anlamına gelen Yunanca bir kelimedir (Ortaş,1997).

Mikroorganizma aktivitesi toprak verimliliğinde ve bitki beslemede önemli unsurlardan biridir. Bitkilerin mikroorganizmalarla yaptığı karşılıklı simbiyotik veya mutualistik ilişki sayesinde bitki köklerinin topraktan besin elementi ve su alımında mikoriza mantarlarının rolü son yıllarda bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Ortaş,1998).

Mikorizal yaşamda, bitki kökleri ve belli fungus türleri birbirlerinin partneri olacak şekilde köklü bir yaşam birlikteliği oluştururlar. Bitkiler, bu yaşama sanılanın çok üstünde bağımlıdırlar (Demir, 1995). Mikoriza, toprakta var olan sporları aracılığıyla ekosistemdeki bitkilerin yaklaşık %95'inin köklerine infekte olmaktadır. Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini söz konusu hifleri aracılığı ile alabilmektedir.

Kök içindeki morfolojik yapı yönünden mikorizalar, genelde Ekto ve Endo mikoriza olarak iki büyük gruba ayrılmaktadır. Ekto-mikoriza daha çok yüksek yapılı ağaçların köklerinde bulunmaktadır. Bazende çok yıllık yabancı ot ve özçimenlerin köklerinde ortaya çıkarlar. Endo-mikorizalar ise, kökteki korteks hücreleri içinde yaşar ve interselüler veya interaselüler olarak değişirler. Belli birkaç türü olan Endomikoriza'nın en tanınmış türü Vesiküler-Arbusküler Mikoriza (VAM)'dır (Smith et al., 1992; Ortaş, 1998; Onoğur ve Demir, 1998). VAM fungusları, konukçuları olan bitkiler ile simbiyotik ilişkiye geçtiklerinde bitkinin su ve bazı mineral besin maddelerinin alımına doğrudan katkıda bulunmaktadır (Onoğur ve Demir, 1998).

VAM, bitki gelişimini, özellikle bitki besin elementlerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir (Demir, 1995; Ortaş 1997; Smith et. al., 1992). Bu teşvik, köklerin topraktan kantitatif olarak, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerini daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır. Fungus ise bitkiden bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır (Onoğur ve Demir, 1998).

Mikorizanın toprakta bulunuşu bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliği tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Özellikle de ortamın P konsantrasyonuna bağlı olarak değişikliğe uğramaktadır. Ayrıca bitki türlerinin ihtiyacına göre belirli bir P düzeyine kadar kök enfeksiyonu artmakta, bu noktadan sonra ilave edilen her P miktarı bitkinin mikoriza ile olan enfeksiyonunu azaltmaktadır. Toprakların P düzeyi yüksek olduğu zaman mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır. Bunun nedeni ya köklerin enfekte edilememesi ya da enfeksiyon sağlansa bile besin elementi sağlanamamasıdır. Böyle durumlarda mikorizal enfeksiyon bitkiye besin elementi sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketerek yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir.

Etkili VAM ile inokule edilmiş çok sayıda tarla ve saksı denemelerinde, ürün artışına yönelik sonuçlar elde edilmiştir (Al- Raddad, 1987; Çığsar, 1997; Şimşek ve ark., 1998; Johansen et al., 1994; Sarı et. al., 2001).

VAM fungusları, bitkiye besin alımını artırmanın yanı sıra, bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmakta, büyümeyi teşvik edici maddeler (hormonlar) salgılamasını sağlamaktadır (Tisdall, 1994). Mikorizal enfeksiyon bitkinin su ilişkisini önemli derecede düzenlemektedir. VAM mantarları hifleri aracılığıyla bitkiye, kökün ulaşamadığı alanlardan su temin edebilmektedir.

VAM oluşumunun görüldüğü bitkiler toprak kaynaklı fungal patojenlere ve nematodlara karşı daha dayanıklı hale gelmekte ve böylelikle mücadelesi oldukça zor olan bu etmenlere karşı savaşında çok önemli bir avantaj elde edilmektedir (Dehne, 1982; Onoğur ve Demir, 1998). Mikoriza, hastalık ve zararlılara karşı bitkinin direncini arttırdığı

için, dolaylı olarak kullanılan pestisit miktarı da azalmaktadır. Ülkemizde hastalık ve zararlılara karşı her yıl kontrolsüz bir şekilde kullanılan pestisitler ve aşırı derecede kullanılan N ve P'lu gübreler çevre kirliliğine yol açmaktadır. N ve P'un aşırı kullanımı mikoriza infeksiyonunu düşürmektedir ve fazla P birikmesi diğer mikro besin elementleri ile negatif interaksyonlar oluşturarak besin elementlerinin alınmasını engellemektedir.

Mikoriza ile bitki arasındaki ilişkiler üzerine yapılan çalışmalar (Azaizeh et al., 1995; Demir, 1995; Schnitzler, 1996; Araujo et al., 1997; Aguilera-Gomez et al., 1999; Arihara and Karasawa, 2000; Akpınar ve ark., 2002; Ortaş ve Sarı, 2003; Ryan and Angus 2003; Linderman and Davis, 2004; Rouphael et al., 2004) göstermektedir ki; bilinçli bir şekilde yapılan mikoriza uygulaması bitkinin besin elementi alımını ve bitki sağlığını pozitif yönde etkileyerek bitki gelişimine önemli düzeyde katkı sağlamaktadır.

Topraksız tarımda kullanılan substratların steril olmaları gerekir. Bu substratlar ya elde edilmeleri sırasında bu nitelikleri kazanırlar, yada daha sonra dezenfekte veya sterilize edilirler. Her iki durumda da patojenlerden arınan substratlar, aynı zamanda mikoriza funguslarından da arınmış olurlar. Buna bağlı olarak topraksız tarımda bitkiler, mikorizanın bitki besleme ve gelişimine olan pozitif etkilerinden mahrum kalırlar. Bundan dolayı, topraksız ortamlara VAM aşılama bu olumsuzluğu ortadan kaldıracaktır (İkiz, 2003).

Ayrıca topraksız tarımda bitki besleme kaynağı olarak genelde kimyasal kaynakların kullanıldığı göz önüne alındığında; mikorizanın topraksız tarımda kullanımı oldukça önem arz etmektedir. Çünkü mikoriza kullanımı ile, başta fosfor olmak üzere kimyasal gübre kullanımı azaltılabilecektir (Arcak ve Güder, 2004).

Genel olarak mikorizaya karşı olumlu tepki veren türler (Al- Raddad, 1987; Matsubara et al., 1995; Ortaş, 1998; Karagiannidis et al., 2002; Greipsson and El-Mayas, 2002) arasında yer alan patlıcan (*Solanum melongena* L.), 25.671.517 ton olan ülkemiz toplam sebze üretiminde, 970.000 tonluk üretim miktarı ile %3,8'lik bir paya sahiptir (Anonymous, 2004d). Yaklaşık olarak 28.756 ha üretim alanı ve 3.022.542 ton üretim miktarına sahip olan ülkemiz sebze seracılığında ise, %8,6'lık üretim alanı ve %7,1'lik

Üretim miktarı payı ile dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2004a). Ancak sera patlıcan yetiştiriciliğinde ~8,68 t/da olan verim miktarı, seracılığı gelişmiş diğeri ülkelere oranla oldukça düşüktür. Verim düşüklüğünün nedenlerinden birincisi, seralarımızda genel olarak ileri teknolojinin kullanılmaması sonucu, sera içi iklim değeriinin istenildiğii gibi dzenlenememesidir. Diğeri ise topraktan kaynaklanan sorunlardır. Yukarıda da bahsedildiğii gibi gelişmiş ülkelerde topraktan kaynaklanan sorunların kesin çözümü, topraksız yetiştiricilik yöntemiyle sağlanmıştır.

Bu çalışmada; ülkemizde yerel olarak mevcut pomza ortamına aşılanan mikorizanın, farklı fosfor düzeylerinde patlıcanda bitki gelişimi, verim, su ve element tüketimi, atılan element miktarı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı topraksız tarımda srdrlebilirliğii sağlanmasıdır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Topraksız Tarım ile İlgili Çalışmalar

2.1.1. Substrat Kültüründe Pomza Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Pomza veya ponza adı İtalyanca'dan gelmektedir. Değişik dillerde farklı adlandırılır. Fransızca'da 'ponce', İngilizce'de orta taneli olanlara 'pumice', doğal olarak ince taneli olanlara 'pumicite' denilmektedir. Almanca'da ise iri taneli olanlara 'bims' adı verilmektedir. Türkçe'de ise süngertaşı, nasırtası, topuktaşı, hasırtası gibi adlarla bilinmektedir. Pomza, volkanik bir kayaç türü olup asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetlerle oluşmuştur. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza, kirli beyaz renkte olanıdır. Bazik pomza ise kahverengimsi-siyahımsı renkteki pomza türüdür. Her iki türü de, oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır. Gözenekler birbirleri ile bağlantılı değildir. Asidik pomzanın yoğunluğu bazik olanlara göre daha az olup $0.5-1 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Bazik pomzanın yoğunluğu ise $1-2 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır (Aydoğan, 2000; Sevgican, 1999a)

Pomza sterildir, kimyasal reaksiyon vermez ve pastörizasyonda yapısal değişikliğe uğramaz. Yeryüzünde yaygın olarak bulunan beyaz, kirli beyaz renkte olan asidik pomzadır. Kahverengimsi ve siyahımsı renkte olanı ise bazik pomzadır. Nevşehir, Kayseri, Bitlis, Van, Ağrı ve Kars'ta bulunan ve detaylı olarak jeolojik etüdü yapılmış olan yataklar asidik pomza yataklarıdır. Manisa'nın Kula ilçesinde olduğu gibi Van, Bitlis, Ağrı, Manisa, Urfa, Mardin ve Niğde'de ki bazı küçük yerleşim merkezlerindeki pomza yatakları ise bazik karakterlidir. Pomzanın tane iriliği genelde $1 - 5 \text{ mm}$ arasında değişir. Fazlaca sülfat içerebilir, ancak yıkanarak sülfat bileşiklerinden arındırılabilir. Normalde açıktaki pomza yığınlarının yağmurlarla yıkanarak temizlenmesi de söz konusudur. Tarımsal amaçlı kullanımdan önce özellikle çok küçük parçalardan arınması için elenmesi gereklidir. Pomzanın kimyasal özelliği ocaktan ocağa az yada çok değişim gösterse de, genelde % olarak şöyledir : SiO_2 60–75, Al_2O_3 13–15, Fe_2O_3 1–3, CaO 1–2, MgO 1–2 Na_2O 2–5, K_2O 3–4 ve eser miktarda TiO_2 , SO_3 ve Cl içermektedir. Bünyesinde bulunan

K, Ca, Mg gibi makro; Fe, Cu, Mn ve Zn gibi mikro elementler bitkiye yararlıdır formdadır yada bitkiye yararlılık sınırları çok düşüktür (Çeltek, 1992; Sevgican, 1999a).

Pomza, Avrupa'da 50 yıldır, ülkemizde ise son 10 yıldır kullanılmaktadır. Bu kullanımın artırılması gerekmektedir. Çünkü, pomza ülkemizde çok bulunan ve kullanımı ekonomik olan bir maddedir. Pomza doğada kullanıma hazır şekilde bulunmaktadır, sınıflandırıldıktan sonra hemen kullanılabilir; buna karşılık perlit 760 – 1200 °C arasında, kil ise 1200 °C sıcaklıkta genleştirildikten sonra kullanılabilir. Bu nedenle pomzanın maliyeti perlit ve kile kıyasla daha düşüktür. Pomza taşı ucuz olmasının yanında hafif olması, taşınmasındaki kolaylık ve diğer özellikleri açısından da bitki gelişim ortamı olarak iyi bir materyaldir (Gür ve ark., 1997).

Baş (1991), hıyar yetiştiriciliğinde farklı ortamların (perlit, pomza, kömür tozu + perlit, kum, buğday samanı, pirinç kavuzu, planya talaşı ve toprak) etkilerini incelediği araştırmasının sonunda perlit, kum ve pomzanın (Kula orijinli) toprağa alternatif olabilecek ortamlar olduğunu bildirmektedir.

Varış (1991), topraksız yetiştiricilikte torfun zamanla sıkışması nedeniyle havasız kalıp, bitki gelişimini engelleyebildiğini, saman balyası ve ağaç kabuğunun ise, çürütülmesinin maliyeti arttırdığını belirterek, inorganik materyallerden perlit, pomza, kum ve kayayününün yetiştirme ortamı olarak kullanılmasının kolaylığına işaret etmektedir.

Domates yetiştiriciliğinde lokal substratların denendiği bir çalışmada, en yüksek verimin %80 pomza + %10 perlit + %10 torf karışımından alındığı bildirilmektedir (Alan ve ark., 1994).

Tüzel ve ark. (1999), torba kültürü ile yapılan sera domates yetiştiriciliğinde farklı sulama programları ile ortam ve ortam hacimlerinin verim ve su tüketimi üzerine etkilerini belirledikleri bir çalışmada, yetiştirme ortamı olarak perlit, asidik pomza, bazaltik pomza ve %80 perlit + %20 torf, %80 asidik pomza + %20 torf, %80 bazaltik pomza + %20 torf karışımlarını kullanmışlardır. Ortamlar içinde en yüksek verim, perlit (19,2 kg.m⁻²) ve perlit + torf (19,66 kg.m⁻²) karışımından alınmıştır. Çalışmada kullanılan ortamlar arasında

en yüksek su tüketimleri ise perlit ve bazaltik pomzanın torflu karışımlarında meydana gelmiştir.

Topraksız kavun yetiştiriciliğinde torba özelliklerinin bitki gelişimi, verim ve kaliteye etkilerinin incelendiği bir çalışmada, (1) yetiştirme ortamı (%100 torf, %75 torf + %25 pomza, %50 torf + %50 pomza, %25 torf + %75 pomza, %100 pomza), (2) torba şekli (dik ve yatay) ve (3) torba hacmi (8 ve 12 litre/bitki) olmak üzere üç farklı faktör ele alınmıştır. Sonuç olarak, topraksız yetiştiriciliğin, toprağa göre serada kavun yetiştiriciliğinde önemli verim artışına yol açtığını, en yüksek verimin torftan alındığını ve pomzanın organik materyaller ile karıştırılarak kullanılmasının daha uygun olacağı bildirilmektedir (Aydoğan, 2000).

13 litre köklenme hacmine sahip kaplarda yapılan hıyar yetiştiriciliğinde; perlit, pomza, torf, kum, talaş ve toprağı karşılaştıran Demirer ve ark. (1998), toprağa kıyasla, sırası ile, %33 ve %31.7 verim artışı sağlayan perlit ve pomzanın en iyi sonuç veren ortamlar olduklarını bildirmektedirler.

Topraksız ortam olarak pomza ve perlitte hıyar yetiştiriciliğini, topraklı yetiştiricilik ile karşılaştıran Özgür (1991) toprağa göre pomzada %25, perlitte %21 toplam verim artışı sağlandığını bildirmektedir

Laurelia ve Recenta domates çeşitleri kullanılarak 2 yıl süre ile sera ortamında yapılan kapalı sistem topraksız tarım denemesinde; yetiştirme ortamı olarak aralarında pomzanın da bulunduğu dört farklı inorganik substrat kullanılmıştır. Kontrol olarak da, geleneksel toprakta yetiştiricilik yapılmıştır. Bitkiler KNVF anaçları üzerine aşılanmış ve 2 gövdeli olarak terbiye edilmişlerdir. Topraksız kültürde yetiştirilen bitkilerden, substratlara göre 31,5 ile 33,7 kg/bitki arasında değişen verim alınmıştır. Verim değerleri açısından substratlar arasında fark bulunmamıştır. Toprakta yetiştirilen bitkilerde ise verim, 25,1 kg/bitki seviyesinde kalmıştır. Kapalı topraksız tarım sistemi topraktaki yetiştiriciliğe göre % 42 su tasarrufu sağlamıştır (Pivot et al., 2000).

Rouphael et al. (2004), yaptıkları çalışmada toprakta ve topraksız ortamlarda yetişen kabaklarda su ve besin maddesi alımı ile verim, ve meyve kalitesini incelemişlerdir. Çalışmada topraksız yetiştirme ortamı olarak hindistan cevizi kabukları, perlit ve pomza kullanılmış olup verim (toplam ve pazarlanabilir verim, meyve sayısı) ve su kullanım etkinliğinin topraksız ortamlarda yetiştirilen bitkilerde toprakta yetiştirilenlere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kullanılan topraksız ortamlar arasında en etkili su kullanımı pomzada gerçekleşmiştir. Pomzada minimum ortam sıcaklığının daha yüksek olduğu ve muhtemelen bunun erkenci verim artışı sağladığı bildirilmektedir. Topraksız ortamdaki bitkilerin N, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn alımı toprakta yetişenlere oranla daha yüksek bulunmuştur. Karbonhidrat miktarı da topraksız ortamdaki bitkilerde yüksek bulunmuştur. Toplam kuru madde ve toplam protein içeriği bakımından ortamlar arasında istatistiki olarak fark gözlenmemiştir. Ancak meyvelerin nitrat içeriği toprakta yetişen bitkilerde daha az bulunmuştur. Sonuç olarak, araştırmacılar topraklı yetiştiricilikten topraksız yetiştiriciliğe geçişin besin ve su kullanım etkinliği ile ürün kalitesini artıracığını bildirmektedirler.

Resirküle sistemde kavun (*Cucumis melo* L.) yetiştiriciliği yapılan bir denemede, yetiştirme ortamı olarak pomza kullanılmış ve besin solüsyonunun P konsantrasyonu (0,3 ; 0,5 ; 0,75 ve 1 mM P) ile P uygulama zamanının; meyve kalitesi ve sayısına etkileri belirlenmiştir. Bitki başına 4,6 kg meyve olan en yüksek verim, yetiştirme dönemi boyunca 0,5 mM P içeren solüsyon uygulamasından elde edilmiştir (Ben-Oliel and Kafkafi, 2002).

Gül (1995), topraksız sera hıyar yetiştiriciliğinde ortamların kullanım süresinin verime etkileri üzerine yaptığı çalışmada, 6 farklı ortama (Bolu ve Litvanya torfu, Kula ve Ürgüp orijinli pomza, perlit ve dere kumu) yer vermiştir. Sonuç olarak ortamların kullanım sürelerinin gerek erkenci gerekse de toplam verimi etkilemediğini, ortamlar arasındaki farkın toplam verim değeri yönünden istatistiki önemde olduğunu bildirmektedir.

Çelikel ve Çağlar (1997), topraksız ortamların tekrar kullanım olanaklarını belirlemek üzere, daha önce domates yetiştiriciliğinde kullanılmış yetiştirme ortamlarını (torf -p-, mantar kompostu -smc-, pomza -vt-) hıyar yetiştiriciliğinde kullanmışlardır. En

yüksek verim ($8,55 \text{ kg/m}^2$) 2 yıl kullanılmış olan p+smc+vt substratından, takiben 3 yıl kullanılmış veya kullanılmamış p+smc+vt (1:1:1) ($7,50$ ve $7,42 \text{ kg/m}^2$; sırasıyla) ortamlarından elde edilmiştir. En düşük verim ise, toprakta ($3,40 \text{ kg/m}^2$) yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. En yüksek erkenci verim ($3,23 \text{ kg/m}^2$), 2 yıl kullanılmış p+smc+vt ortamından, en düşük verim ise ($0,65 \text{ kg/m}^2$) topraktan elde edilmiştir.

Çelikel ve Abak (1995a), pomza, kaya yünü, kum, torf ve mantar kompostu kullanarak yetiştirilen domates meyvelerinin en az toprakta yetiştirilenler kadar kaliteli olduğunu tespit etmişlerdir.

Gül (1991) topraksız kültür yöntemi ile yapılan sera domates yetiştiriciliğine uygun agregat seçimi üzerine yaptığı araştırmasını tek ürün, sonbahar ve ilkbahar yetiştiriciliği şeklinde yürütmüştür. Perlit, 1:1 perlit-kum, 1:1 torf-kum, pomza, 3:1 ince talaş-perlit, 3:1 kaba talaş-perlit, çürümüş kızılçam kabuğu, 1:1 kızılçam kabuğu-perlit ve 1:1 karaçam kabuğu-perlit agregatlarını kullanmıştır. Tek ürün yetiştiriciliğinde, toplam verim ve meyve sayısı; perlit, 1:1 perlit-kum, 1:1 torf-kum, kum ve pomza agregatlarında talaş ve ağaç kabuklu agregatlara göre daha yüksek olmuştur. Toplam verim yönünden 1:1 torf-kum agregatı en iyi sonucu vermiş, bu ortamı pomza ve perlit izlemiştir.

Gül ve Sevgican (1992b), tek ürün yetiştiriciliğinde, hasada topraksız ortamlarda 2 Şubat'ta başlanmış olmasına karşın toprakta yetiştirilen bitkilerde 9 Şubat'ta başlanabildiğini ve en yüksek verimin 1:1 torf-kum, pomza, perlit ve 1:1 perlit-kum karışımından elde edildiğini bildirmektedir. Toprağa göre en yüksek kümülatif verim artışı, Şubat ayında %165.2 ile perlit-kum karışımında saptanmış olup; Mart (%76.5), Nisan (%25.4) ve Mayıs (%13.8) aylarında torf-kum karışımından alınmıştır.

Dinç ve ark. (1983), domates üretiminde Nevşehir'den sağlanan pomza ve toprağı denemişlerdir. Sonuç olarak, pomzanın toprağa göre 15 gün erkencilik sağladığı ve daha yüksek ürün verdiği bildirilmektedir.

Özeker ve ark. (1997), dikey torbalarda yetiştirilen çileklerde verim ve kalite üzerine farklı yetiştirme ortamlarının etkilerini araştırmışlardır. Denemede yetiştirme

ortamı olarak; (1) pomza, (2) perlit, (3) 1:1 perlit-pomza ve (4) 1:1 perlit-torf ortamları kullanılmıştır. Pomza-perlit karışımında, diğer ortamlardan daha yüksek verim elde edilmiş, kalite ile ilgili olarak yetiştirme ortamları arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Abak ve ark. (1994) tarafından, domates ve hıyar türlerinde topraksız yetiştiricilik için uygun substratlar araştırılmıştır. Domateste yerli torf, mantar kompostosu atığı, Ürgüp orijinli pomza; hıyarda yerli ve ithal torf (Litvanya orijinli), kum, ağaç talaşı, çeltik kavuzu, perlit ve bunların bazı karışımları denenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre domates için torf ve mantar kompostu atığı ile bunların Ürgüp pomzası ile karışımının iyi olduğu saptanmıştır. Kök bölgesinde yapılan ısıtmanın, atmosferi ısıtılmayan sera koşullarında herhangi bir yarar sağlanmadığı anlaşılmıştır. Topraksız yetiştiricilikte verimin uygun substratlarda 25-26 kg/m²'ye kadar yükseldiği, kalite bakımından daha iyi olduğu saptanmıştır.

Paksoy ve Abak (1996), serada topraksız yetiştiricilikte farklı yetiştirme ortamları ve kök bölgesi ısıtmasının (kontrole göre +5 °C) domateste bitki gelişimi, erkenci ve toplam verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada substrat olarak perlit, pomza ve mantar kompost atığı karışımları kullanılmış ve sonuç olarak substrat sıcaklığını yükseltmenin önemli bir avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır.

Şahin ve ark. (1999), damla sulamada farklı debi ve su miktarının pomza ve perlitte nem dağılımına etkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada, farklı tane büyüklüğündeki pomza ve perlitte, farklı damlatıcı debileri ve toplam sulama suyu miktarlarının nem dağılımına etkilerini araştırmışlardır. Denemede toplam 5 L ve 10 L'lik su hacimleri 2 L/h, 4 L/h, 6 L/h ve 8 L/h'lik debiler halinde uygulanmıştır. Deneme 80 cm çapındaki drenaj tipli silindirlerde 80 cm derinliğinde örnekler oluşturularak yürütülmüştür. Her uygulamadan sonraki yatay ve düşey yöndeki nem dağılımları belirlenmiştir. Yatay ve düşey nem ilerlemesine; debi, su uygulama miktarı ve tane büyüklüğü çok önemli derecede etkili olmuştur. Materyal olarak perlitte pomzadan daha az yatay ve düşey ilerleme olurken, her iki materyalde de 10 L su uygulama miktarında yatay ve düşey ilerlemenin daha fazla

olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ıslatılan kesit şeklinin debi ve tane büyüklüğüyle de değiştiği gözlenmiştir

Şen ve Sevgican (1998), topraksız tarım şekillerinden su kültürü ile ortam kültürünün sera domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek üzere yürüttükleri çalışmalarında, ortam olarak torf + perlit karışımı ve pomza kullanmıştır. Gökçe 191 F₁ domates çeşidinin kullanıldığı çalışmada, ortam kültüründe yetiştirilen bitkilerden elde edilen meyvelerin kuru madde miktarı ve meyve suyunda SÇKM, EC ve vitamin C değerleri daha yüksek bulunmuştur. Akan su kültürünün ise meyve ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Birinci sınıf meyve verimi ve meyve suyu pH'sının akan su kültüründen elde edilen meyvelerde pomzadakilerden daha yüksek olduğu görülürken, erkenci verim pomzadakilerde daha yüksek bulunmuştur. Torf – perlitte yetiştirilenler aynı değerler bakımından bu ikisi arasında yer almıştır.

2.1.2. Topraksız Tarımda Patlıcan Yetiştiriciliği ile İlgili Çalışmalar

Eltez ve ark. (1994), patlıcan ve biber fide kalitesi üzerine çeşitli yetiştirme ortamlarının etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada patlıcan ve biber fide üretiminde torf, 3:1 , 1:1 ve 1:3 oranında torf-perlit karışımı ve 4:2:1 oranında koyun gübresi-toprak-kum (standart kompost) olmak üzere 5 farklı ortamı karşılaştırmışlardır. Yetiştirme ortamının patlıcan fidesi gelişimine etkisi önemli olmuştur; torf ve torf-perlit karışımı standart komposttan daha iyi sonuç vermiştir. Bütün özellikler ile ilgili olarak biber fidesi gelişimi üzerine yetiştirme ortamının önemli etkileri olmadığı halde, standart kompostla kıyaslandığında torf ve torf -perlit karışımındaki fidelerin daha iyi geliştiği gözlenmiştir.

Çelikel (1999) patlıcan yetiştiriciliğinde ortamların kaç üretim döneminde kullanılabileceğini saptamak üzere yaptığı çalışmada 1, 2, 3, 4 ve 5. üretim dönemlerindeki “pomza + torf + mantar kompostu atığı” “pomza + mantar kompostu atığı” “pomza + torf” “pomza” ve “torf” ortamlarından elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. En yüksek verimin “pomza + torf + mantar kompostu atığı” karışımından alındığı bildirilmektedir. Ortamların üç yıldan fazla kullanımının verimde düşüşe neden olduğu saptanmıştır.

Yatay torba kültürü ile yapılan bir denemede, torf, mantar kompost atığı, kum ve pomza substratlarının patlıcanda verim, erkencilik ve kaliteye etkileri, kayayünü ve topraklı yetiştiricilikle karşılaştırılarak araştırılmıştır. Verimin $10,3 \text{ kg/m}^2$ (kayayünü) ve $13,6 \text{ kg/m}^2$ (toprak) arasında değiştiği, ve ortamlar arasındaki farklılıkların istatistiki önemde olmadığı belirlenmiştir. En yüksek erkenci verim değerleri mantar kompost atığı ve pomzadan elde edilirken, birinci kalite ürün miktarı bakımından kayayünü ve pomza ön plana çıkmıştır (Çelikel ve Abak, 1995b).

Demir ve ark. (2001), sonbahar turfandacılığında ısıtmasız seralarda farklı torba kültürlerinde ortam sıcaklığı ile bitki büyüme, gelişme ve verim ilişkilerini incelemiştir. Yetiştirme ortamı olarak, çeltik kavuzu, çay artığı, fındık curufu, torf, çiftlik gübresi, toprak ve kumun değişik oranlardaki karışımları kullanılmıştır. Tür olarak, hıyar, biber ve patlıcan kullanılmıştır. Ortam sıcaklıkları ile büyüme, gelişme ve verim arasındaki ilişki, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Savvas and Lenz (1994), kum kültüründe yetiştirilen patlıcan bitkilerinin, besin solüsyonunun EC değerinin artışına tepkilerini incelemiştir. Çalışmada 4,1, 6,1 ve 8,1 dS/m EC düzeyleri 20, 40 ve 60 mM NaCl 'ün standart solüsyona (EC:2,1 dS/m) katılmasıyla elde edilmiştir. Yaprak gelişiminin 40 ve 60 mM NaCl ilavesi ile azaldığı, ancak yaprak gelişimine orta düzeydeki (4,1 dS/m) tuzluluğun etkisinin olmadığı saptanmıştır. Kök gelişimi ise tuzluluktan etkilenmemiştir. Tuzluluğun artışıyla çiçek sayısı ve meyve tutumu artmış olmasına rağmen, meyve ağırlığı ve bitki başına verim azalmıştır. 4,1 dS/m tuzlulukta toplam verim ve ortalama meyve ağırlığı standart solüsyona göre % 8,6 oranında ($P<0,05$) azalırken, 8,1 dS/m tuzluluktaki verim kontrolün (standart solüsyonun) yarısı kadar olmuştur. Meyve kuru madde oranı tuzluluğun artışıyla doğru orantılı olarak artmıştır.

Savvas and Lenz (1995), su kültüründe (NFT) yetiştirilen patlıcan bitkileri tarafından alınan N, P, K, Ca, ve Mg miktarlarını dört aylık bir süre içinde değerlendirmişlerdir. Besin elementi analizleri dörder gün aralıklarla yapılarak, bir litredeki besin elementi miktarları belirlenmiş ve bitki başına günlük alınan element

miktarları hesaplanmıştır. Günlük besin elementi alım miktarının su alımı ve global radyasyonla doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Değişik zamanlardaki analizlerde K, N ve Ca alım oranları sabit görülmüştür. K/P ve K/Mg oranları düşük solar radyasyon dönemlerinde daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar bunun nedeni düşük ve yüksek solar radyasyon koşullarında P ve Mg alımları arasındaki farkın, K' a nazaran daha yüksek olmasına bağlamaktadırlar.

Savvas and Lenz (2000), besin elementi ilavesi veya 25 mmol/l NaCl ilavesi yolu ile besin solüsyonunun EC değerinin 2,1'den 4,7 dS/m'ye yükseltilmesinin; patlıcanda bitki gelişimi, verim, meyve kalitesi ve bitki kısımlarının mineral içerikleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Vegetatif gelişim ve çiçek sayısı, tuz uygulamalarından etkilenmemiş, buna zıt olarak meyve verimi tuzluluğun artırılması ile önemli derecede azalmıştır. Verim azalması; meyve sayısının etkilenmemesine rağmen, ortalama meyve ağırlığının düşmesinin bir sonucu olarak meydana gelmiştir. Aksine kuru ağırlık üzerine olan verilerin değerlendirilmesi, muameleler arasında önemli farklılıklar olmadığını göstermiştir. Tuz kaynağının (element ilavesi veya NaCl ilavesi) meyve kalitesi üzerine önemli etkisi olmamıştır. I. kalite meyve yüzdesi 4,7 dS/m'de önemli derecede düşmüştür. Ekstra besin ilavesiyle EC'nin 4,7 dS/m'ye yükseltilmesi; yaşlı yapraklarda N ve P ile köklerde P dışında, besin elementi alımını artırmıştır. Buna zıt olarak, besin solüsyonundaki katyon oranlarına bakılmaksızın, ekstra besin ilavesiyle tuzluluk artırıldığında, bazı bitki kısımlarında Mg ve NO₃-N konsantrasyonları azalmıştır. Tüm tuzluluk muameleleri, yapraklardaki Mg konsantrasyonunu aynı derecede azaltmıştır; bu da tuz etkisinin iyonlara özel olmadığını göstermektedir.

Sevgican (1999a) Vincenzoni (1980)'e atfen, m² de toprakta 3, vermikülitte 5 ve aeroponikte 7,5 adet patlıcan bitkisi olacak şekilde yapılan bir deneme sonucunda; ortamlardan sırasıyla, 3.26, 5.38 ve 11, 40 kg/ m² ürün aldığını bildirmektedir.

Galina ve Talina patlıcan çeşitleri özel bir besin solüsyonu kullanılarak, torf + perlit ve pomza + zenginleştirilmiş kil granülü ortamlarında yetiştirilmişlerdir. Dikimden 1 yıl sonra substratın orta ve alt kısımları orijinal besin solüsyonuna benzer tuz

konsantrasyonuna sahip olurken; üst kısmında tuz konsantrasyonu yüksek olmuş ve mineral tuzların kristalizasyonu gözlenmiştir. Bu olgu, torf + perlit karışımında daha belirgin olmuştur. Galina çeşidi, Talina'ya göre daha yüksek verim vermiştir. (Venezia et al., 1999).

Gao ve ark., (2004) hidroponik sistemde aşılı patlıcan fidesi kullanımı ve kalsiyum uygulamasının soğuğa mukavemeti artırmadaki rolünü incelemişlerdir. Araştırmacılar 5 °C'de yeterli kalsiyum uygulamasında, aşılı fidelerde peroksit (POD), superoxidedismutase (SOD) ve catalase (CAT) aktivitelerinin, kalsiyum uygulanan mayanlara nazaran daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Aşılı fidelerin kalsiyum içeriğinin yüksek olması; muhtemelen kendi kökleri üzerinde yetiştirilen bitkilere göre soğuğa karşı dayanımı artırmıştır.

2.2. Mikoriza ile İlgili Çalışmalar

2.2.1. Mikoriza ve Bitkisel Üretimdeki Önemi ile İlgili Çalışmalar

Fosfor ve azot, bitki gelişimi için gerek duyulan besin maddelerinin başında gelir. Toprakta doğal olarak bulunmalarına rağmen bitkilerin bu besin elementlerinden faydalanma yetenekleri sınırlıdır. Azot havada, fosfor ise toprakta bol miktarda, ancak bağlı formda bulunmaktadır. Fosfor; bitkilerin streslere karşı toleransı, olgunluğa erişmesi, kalitesi ve direkt veya indirekt olarak azot fiksasyonu üzerinde önemli rol oynar. Mikrobiyal gübreler, havada ve topraktaki yaygın besin maddelerinin bitkiler tarafından alınmasına yardımcı olur ve bu nedenle kimyasal gübrelerin daha az kullanılmasına neden olurlar. Bakteriyel (mikrobiyal), biyolojik gübre/biyoinokulant terimi; yalnız başına alg veya funguslarla birlikte ve yeterli sayıda, genellikle bakteri olmak üzere aktif veya latent mikroorganizma türlerini içeren preparatları ifade eder. Bitkilere olan yararları açısından mikroorganizmalar 3 grupta sınıflandırılabilir: a) azot fiske eden organizmalar, b) mikoriza mantarları, c) bitki gelişimini artıran rizosfer bakterileri (Arcak ve Güder, 2004).

Bitki besin elementlerinin alımı, bitki köklerinin besin absorpsiyon kapasitesi ve besin elementlerinin difüzyonu ile toprak içinden ve solüsyonu tarafından sağlanmaktadır.

Nitrat gibi mobilizasyonu yüksek olan besin elementlerinin absorpsiyonu bitki türüne ve bitki türlerinin çeşit ve genotiplerine göre farklılıklar göstermektedir. Mobilitesi düşük olan ve buna bağlı olarak difüzyonu düşük olan P, Zn ve Mo yanında, difüzyonu kısmen düşük olan K, S ve NH_4 gibi besin elementlerinin alımı kök yoğunluğunun işgal ettiği toprak hacmine bağlıdır. Besin elementleri içerisinde hareketliliği yavaş olan yukarıdaki besin elementlerinin alımında kök morfolojisi ve VA mikorizasının dış hifleri bitkinin besin elementi alımında önemli rol almaktadırlar. Dıştaki VAM hifleri kök bölgesindeki fosforu polifosfat granülü formlarında alarak, fosforun karbona dönüştüğü arbuskül bölgeye gönderir. Mikorizanın besin elementi alımındaki temel fonksiyonu, geniş bir rizosfer alanı ve hacmi oluşturarak besin elementlerini sömürmek ve topraktaki besin elementlerinin absorpsiyon kapasitesini arttırmaktır (Ortaş, 1998).

Günümüze kadar yapılan sayısız araştırma, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra mikoriza fungusları tarafından da alındığını ortaya koymuştur. Mikoriza araştırmaları, bitkiye sağladığı katkıların önemi açısından, özellikle endomikorizal yaşam şekilleri içinde yer alan VAM oluşumuna odaklanmıştır. VAM, bitki gelişimini, özellikle bitki besin elementlerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir (Demir, 1995; Ortaş, 1997; Smith et al., 1992). Bu teşvik, simbiozise sahip köklerin topraktan kantitatif olarak, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerini daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır. Fungus ise bitkiden bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır. VAM fungusları, konukçuları olan bitkiler ile simbiyotik ilişkiye geçtiklerinde bitkinin su alımına da doğrudan katkıda bulunmaktadır (Onoğur ve Demir, 1998).

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan ve çok miktarda hif üreten fungus türleri tarafından alındığı tespit edilmiştir. Doğadaki bitki topluluklarının %96'sından fazlasının kök yapıları mikoriza mantarları ile karşılıklı simbiyotik yaşam içindedirler. Karşılıklı bu simbiyotik yaşam gereği olarak bitki mikorizaya enerji kaynağı olarak karbon vermekte, buna karşılık mantar da bitkinin gereksinim duyduğu besin elementleri ve su alımını sağlamaktadır. Konukçıl bitki ile

mikoriza arasındaki simbiyotik ilişki, ekosistemdeki besin döngüsü yanında, bitki topluluklarının canlılığının devamını sağlamaktadır. Toprakta hareketliliği zayıf olan fosfor gibi besin elementleri toprakta yetersiz olduğunda veya fiks edildikleri zaman bitki kökleri tarafından bitkinin gereksinimini karşılayacak oranda alınamamaktadırlar. Özellikle kök sistemi kalın olan bitki türlerinin oluşturdukları toplam kök yüzey alanları az olmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak bitkilere besin elementleri ve su yeterince sağlanmadığı durumlarda doğal gereksinimlerini karşılamak için bitkiler rizosfer pH'sının değiştirilmesi, kök salgıları, kök morfolojisi ve fizyolojisinde değişimler yaratması ve mikroorganizmalarla simbiyotik yaşam oluşturmaları gibi doğal adaptasyon mekanizmaları gerçekleştirmişlerdir. Mikroorganizmalardan, mikoriza mantarlarının gerçekleştirdiği simbiyotik ilişki ile gerek kök içinde gerekse kök dışında mantarın geliştirmiş olduğu hifler aracılığı ile bitki gelişimi için gerekli beslenme koşullarının oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Mikoriza hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği ince porlara girerek su ve besin elementlerinden yararlanabilmektedirler (Ortas et al., 1996; Ortaş, 1997; 1998 ; Ortaş ve ark., 1999).

Mikorizaya bağımlı olan bitki gelişimi, yalnızca besin elementi değil aynı zamanda hastalıkların engellenmesini ve kontrol altında tutulmasına bağlıdır. VAM fungusları; besin elementi alımını artırarak, rizosferdeki fizyolojik ve mikrobiyal değişimlerle, morfolojik yapıyı kuvvetlendirerek ve bitki dokularındaki kimyasal bileşiklerde değişiklikler meydana getirerek fungal kök hastalıklarını baskı altında tutmaktadırlar. Bitki bünyesinde besin maddelerinin ve hormonların fazla olması nedeniyle, mikorizalı bitkilerin hastalıklara dayanımı, mikorizasızlara nazaran daha fazladır (Abbott and Robson, 1986).

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

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

VAM, topraktaki besin maddeleri konsantrasyonunun düşük olduğu koşullarda ve özellikle kök gelişiminin sınırlı olduğu durumlarda bitkilerin beslenmesi açısından faydalı sonuçlar ortaya koymaktadır. Mikoriza, özellikle fosforun bitki bünyesine alınması yönünde etkili olmaktadır (Demir, 1995). Kök bölgesinde yeterli miktarda P varsa mikorizanın P alımına ek bir etkisi yoktur (Smith et al., 1992).

Mikorizada bitki kökleri ve belli fungus türleri birbirlerinin partneri olacak şekilde köklü bir yaşam birlikteliği oluştururlar. Bitkiler, bu yaşama sanılanın çok üstünde bağımlıdırlar (Demir, 1995).

Bahçe bitkilerinde en etkili mikorizal mantarlar, Vesiküler Arbusküler Mikorizalar (VAM)'dır. VAM toprağın üst katmanında fazla oranda bulunduğundan toprağın biyolojik aktivitesinde çok önemli olup kuru mikoriza kütesinin %20'sini oluşturmaktadır. Bu, toprak mikrofauna ve mikroflorasının %25'ine karşılık gelmektedir. VAM miselleri kökten 9 cm daha uzağa kadar ulaşabilmektedir (Camel ve ark., 1991).

VAM'ın bitki gelişimi üzerine olan etkileri şu şekilde sıralanabilir (Millner, 1991; Ortaş, 1998):

- Hiflerle köklerdeki besin alım alanı arttığı için, bitki besin elementleri ve su alımını, bunlara bağlı olarak ta bitki gelişimini artırır.
- Bitkinin su stresinden daha kısa sürede kurtulmasını sağlar.
- Kimyasal gübre kullanımına olan talebi azaltır.
- Fumigasyon ve solarizasyon sonrası ekilen bitkilerin bodur kalmasını önler.
- Bitki ekim performansını artırır ve erken çıkışı sağlar.
- Şaşırtma zamanındaki fide şokunu ve fide ölümlerini minimize eder.

- Ürün kalitesini ve üniform ürün miktarını artırır.
- Patojenlere karşı bitkiyi korur, bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır.
- Hastalıklı ve zayıf fide sayısını minimize eder.
- Kirlenmiş ve dezenfekte edilmiş toprakların olumsuz etkilerini azaltabilir.

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 karşı dayanıklılığa olan etkisi üzerinde araştırmalar bulunmaktadır. Mikoriza bitki besin maddeleri ve su alımını hızlandırmak ve köklerin ömrünü arttırmak suretiyle fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırabilmektedir. Şaşırtma öncesi fidelerin mikoriza ile inokulasyonu ürün üniformitesini ve şaşırtma sırasındaki fide kaybını azaltmaktadır. Mikorizanın sebze türleri üzerindeki etkisi farklı olabilmektedir. Bu etki şu şekilde özetlenebilir (Ortaş ve Akpınar, 2004) :

<u>Bitki Türü</u>	<u>VAM Etkisi</u>
Patlıcan, Hıyar, Pırasa	Verim artışı, Hastalığa karşı dayanıklılık artışı
Kavun, Tatlı Patates	Erkencilik
Marul, Kuşkonmaz	Bitki gelişimini teşvik edici rolü var
Domates, Biber	Verim artışı, şeker oranının artışı ve kuraklığa dayanıklılık
Çilek, Karpuz	Şeker oranının artışı

Vesiküler-arbusküler mikorizanın bitki fizyolojisi açısından en önemli etkisi bitki gelişimi ve bazı bitki besin elementlerinin alımını artırmasıdır. Mikorizal enfeksiyon yalnız besin elementleri alımını artırmaz aynı zamanda bitkinin su alımını da arttırmaktadır. Hastalık ve zararlılara karşı da mikorizal enfeksiyon bitkiyi daha iyi korur ve zararlı etkisini önemli ölçüde azaltır (Ortaş ve Akpınar, 2004).

VAM fungusları, bitkiye besin alımını artırmanın yanı sıra, bitkinin tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmakta, bitkinin, büyümeyi teşvik edici maddeler (hormonlar) salgılamasını sağlamaktadır (Tisdall, 1994).

VAM oluşumunun görüldüğü bitkiler toprak kaynaklı fungal patojenlere ve nematodlara karşı daha dayanıklı hale gelmekte ve böylelikle mücadelesi oldukça zor olan bu etmenlere karşı savaşmada çok önemli bir avantaj elde edilmektedir (Dehne, 1982; Onoğur ve Demir, 1998).

Mikoriza, bitkinin aldığı besin maddelerinden toplam P'un % 70 – 80'ini, Zn'un % 50 kadarını topraktan hifleriyle alarak bitkiye iletmektedir. Arbusküler mikorizanın fosfor alımındaki etkisi, küçük çaplı hiflerin oluşturduğu geniş yüzey alanından, polifosfatların depo işlevi gören mikoriza vakuollerinde depolanmasından ve ATP'ye alternatif oluşturabilmesinden kaynaklanmaktadır. VAM'lı bitkiler mikorizasız bitkilerle aynı kaynaktan fosfor almaktadır. Mikoriza fosforu kristalize demir fosfattan ve RNA gibi az çözünen ve az kullanılan kaynaklardaki organik formdaki fosfordan sağlayarak konukçu bitkiye faydalı olmaktadır. Kalkerli topraklarda mikorizalı kökler, respirasyon oranları yüksek olduğundan çözünürlüğü az olan kalsiyum fosfatların çözünürlüğünü artırmakta ve böylece fosfor kazanım etkinliği artmaktadır (Knight et al., 1989).

VAM'lı bitkilerin mikorizal yaşama sahip olmayan bitkilere oranla birkaç kat fazla fosfor almaları ve bu olayın mekanizması birçok araştırmaya konu olmuştur (Hayman, 1982; Smith et al., 1992). Bu araştırmalar ışığında şunlar söylenebilir : VAM fungusları, bitki köklerinin hemen çevresinde pH'yı düşürücü bazı enzim ve asitli sıvılar salgılayarak çözünürlüğü çok düşük olan inorganik fosfatları yararlı hale getirmektedir. Bu funguslar toprakta bitkiye elverişli olmayan organik fosfor bileşiklerini, kendi besin maddesi gereksinimi olarak bünyelerine almakta ve daha sonra bu fosfor bileşiklerini hif hücreleri içerisinde elverişli hale getirerek, bitki köklerine taşımaktadır. VAM fungusları bitkileri bitki kökü yüzeyinde bir sünger tabakası gibi sürekli absorbe edici bir yüzey meydana getirmekte, daha önce toprakta çeşitli aktiviteler ile elverişli hale dönüştürdüğü fosfor bileşiklerini bu absorbe edici yüzey yardımıyla kök yüzeyinde toplayarak hifler yardımıyla bitki köküne taşımaktadır.

Mikorizal fungusun toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerinin, özellikle de fosforun, alımını 3-4 kat artırdığı kontrollü koşullarda yapılan denemelerle

belirlenmiştir. Rizosfer teknikleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, VAM ile infekte olmuş bitkilerin almış oldukları P'un %80, N'un %25, K'un %10, Zn'nun %25 ve Cu'nun %60'ının mikoriza hiflerinin aracılığı ile alındığı rapor edilmiştir. Ayrıca mikoriza infeksiyonunun, Ca, S, Fe, Mn, Al, ve B alımını kontrol ettiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Gnekow and Marschner, 1989; Bolan, 1991; Marschner and Dell, 1994; Ortaş, 1997; Ortaş, 1998; Onoğur ve Demir, 1998).

Galvez et al. (2001), minimum toprak işleme sistemlerinde VAM kullanarak mısırdaki besin kullanımı ve VAM oluşumunu incelemişlerdir. Az işleme yapılan topraklarda VAM spor popülasyonu, toprak işleme yapılanlara göre daha fazla bulunmuştur. Tarımsal uygulamaların ve toprak işlemenin N alımına ve kullanılmasına olan etkisinin değişken olduğu bildirilmektedir. Tarımsal uygulamalar özellikle bitkilerin vegetatif olarak büyüdüğü dönemde, P kullanımına etki etmekte, az toprak işlemenin yapıldığı topraklarda P alımı daha yüksek olmaktadır. Toprak işlemenin etkisi tüm gelişme dönemlerinde bulunmaktadır. Sonuç olarak VAM fungusunun kolonizasyonunun özellikle az toprak işlemenin yapıldığı bahçelerde bitkide daha fazla gelişme, yada ürün fazlalığı anlamına gelmediği, bunun düşük toprak sıcaklığıyla da ilişkili olduğu vurgulanmıştır.

Berg et al. (2001), marul bitkisini model bitki olarak seçtikleri bir araştırmada (1) sulama suyu miktarı ve sıklığındaki değişkenliklerin bitki gelişimi, verim, fotosentez, su ilişkileri ve besin maddeleri alımı üzerindeki etkisini ve (2) sulama suyundaki değişkenliğe bağlı olarak arbusküler mikoriza (AM) fungusunun bitki gelişimindeki etkilerini incelemişlerdir. Denemede $\pm$ mikoriza inokulasyonu, sulama suyu miktarı ve sulama sıklığı faktörlerinin iki seviyesi kullanılmıştır. Sulama suyu miktarı ve sıklığındaki değişkenlikler bitki üzerinde bir negatif etkiye sahip olmamasına karşın AM fungusunun kök civarındaki gelişimi başarılı olmuştur. Sulama suyu miktar ve sıklığındaki değişimler mikoriza gelişimi üzerine fazla etkisi görülmemiştir. Ancak sulama suyundaki değişkenliğin mikoriza ile interaksiyona bağımlı olarak kök/gövde oranında artış ve dokulardaki N ve P konsantrasyonunda düşüş gözlenmiştir.

2.2.2. Mikorizanın; Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Elementi Alınımı Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar

Aguilera-Gomez et al. (1999), VAM inokule edilen biber bitkilerine, 11 ve 44 g/m³ (P₀, P₁₁ ve P₄₄) olacak şekilde P uygulamışlardır. Düşük P uygulaması; fotosentez oranının, stomaların açılıp kapanmasının, P kullanım oranının ve hücreler arasındaki CO₂ konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. VAM bu etkileri gidererek P kullanımını artırmıştır. Mikoriza uygulaması, P₀ ve P₁₁ dozlarında kontrole göre bitkinin P alımını ve buna bağlı olarak bitkilerdeki yaprak sayısını, toplam yaprak alanını, gövde ve kök gelişimini, meyve miktarını artırmıştır. P miktarının artması VAM ile birlikte bitki gelişiminin %450 daha fazla olmasına neden olmuştur. Köklerdeki VAM fungus kolonizasyonu düşük P konsantrasyonlarında daha iyi olmuştur. VAM kolonizasyonu arttıkça, bitkinin P alımı ve gelişmesi hızlanmış, gaz alış-verişi artmıştır.

Akpınar ve ark. (2002), değişik P dozlarında mikoriza aşılmasının buğdayın verim, besin elementi alımı ve kök infeksiyonuna etkilerini iki yıl süre ile araştırmışlardır. P dozu olarak 0, 5, 10 kg P₂O₅/da uygulanmıştır. Mikoriza inokulumu ise 1,8 kg/9,6m² olacak şekilde verilmiştir. Araştırma bulgularına göre; mikoriza aşılması yapılmayan parsellerde artan oranda uygulanan fosfor, buğdayın verimini önemli düzeyde arttırmıştır. Mikoriza aşılması yapılan parsellerde her iki yılda da verim artarken, fosfor uygulamasının belirgin etkisi olmamıştır. Mikoriza aşılması buğdayda Zn ve Cu içeriğini iki yılda da arttırırken, P içeriğini sadece ikinci yıl arttırmıştır. Bitki kök infeksiyonu belirgin şekilde yüksek bulunurken, doğal mikorizaların da yüksek infeksiyon sağladığı tespit edilmiştir.

Araujo et al. (1997), sera koşullarında domateste mikoriza (*G. etunicatum*) uygulamasının bitki gelişimi, fosfor birikimi ve fosfor faydalanımı üzerine etkisini araştırmışlardır. İki fosfor seviyesi (P₁ = 60 ve P₂ = 120 mg P/ kg toprak) kullanılmıştır. Mikoriza uygulaması kök kuru ağırlığı, kök alanı ve kök:sürgün oranını artırmıştır. P₂ seviyesinde mikoriza uygulaması sürgün fosfor konsantrasyonunu artırmıştır. Nispi gelişme oranı, net asimilasyon oranı, fosforun nispi depolama (tutulma) oranı, fosforun kökler içine akımı ve fosfor özel faydalanma oranı bitki devresinin gelişimi ile azalmıştır.

P2 seviyesinde fosfor nispi faydalanma oranı ve fosfor girişı artmış ve fosfor spesifik faydalanma oranı azalmıştır. P1 seviyesinde mikoriza uygulaması ise, tüm deneme süresince bitki gelişme oranını, fosfor biriktirme oranını ve fosfor faydalanma oranını artırmıştır, fakat bu artış istatistiksel anlamda önemli çıkmamıştır. P2 seviyesinde mikoriza kullanımı, bitkilerin erken dönemlerinde gelişimi, fosfor birikimini ve fosfor faydalanma oranını azaltmıştır ve daha sonraki geç dönemlerde ise arttırmıştır.

Arbusküler mikorizanın (AM) fonksiyonu ve oluşumu; topraktaki gübre düzeyi ya da topraksız yetiştirme ortamlarına uygulanan gübrelerden etkilenir. AM mantarı için fosfor, bitki köklerinde mikoriza kolonizasyonunu etkileyen başlıca elementtir. Yapılan çalışmada organik ya da inorganik gübrelerin AM fungusunun fonksiyonu ve oluşumu ile uyumlu olup olmadığı sorusuna cevap aranmıştır. İnorganik (CRI) gübreler; değişik oranlardaki (1/2 x ; 4x) organik (OR) gübreler ile (1) *G.intraradice* AM fungusunun kök kolonizasyonu, (2) kumlu toprak veya topraksız ortamda yetişen minyatür gül (*Rosa spp.*) ve soğan (*Allium cepa*)*ın gelişimini belirlemek üzere kıyaslanmıştır. Soğanda sürgün ve kök gelişimi; OR gübreler 1x oranında kullanıldığında, AM aşılamaıyla önemli derecede artmıştır. Buna zıt olarak kök gelişimi, CRI gübreleri kullanıldığında AM inokülasyonu ile artmamıştır. Tüm gübre uygulamalarında, %25 oranında perlit ve torfla ıslah edilmiş kumlu-killi toprakta yetiştirilen minyatür güllerin inokülasyonu; yüksek AM kolonizasyonu ile sonuçlanmıştır. Topraksız ortamda minyatür güllerin gelişimi; CRI gübrelerinin kullanıldığı ortamlarda OR gübrelerden daha düşük olmuştur. (Linderman and Davis, 2004).

Arihara and Karasawa (2000), ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi, patates, buğday, şeker pancarı ve kolza yetiştiriciliğinin arbusküler mikoriza kolonizasyonu ve ardından mısır yetiştiriciliğine etkileri üzerine, iki yıl süre ile bir araştırma yürütmüşlerdir. Mikoriza aşılamaarak daha önce ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi ve patates üretimi yapılan parsellerde yetiştirilen mısır bitkilerinin sürgün ağırlığı ve tane verimi, kontrole göre artmıştır. Bu durum, mısır bitkilerinin köklerinde meydana gelen mikoriza kolonizasyonundaki artışa ve buna bağlı olarak ta bitkinin fosfor alımının artmasına bağlanmıştır.

Aydın ve Ortaş (2001), sera koşullarında arbusküler mikoriza (*Glomus mossea*) inokulasyonunun domates bitkilerinin besin maddesi alımı, verim ve gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Deneme, iki safhadan oluşmaktadır. İlk safhada; “Fantastic” çeşidi kullanılmış ve (1) aşısız kontrol, (2) ön aşılama veya çimlenme ortamına inokulumun karıştırılması ile tohum inokulasyonu, (3) aşılanmış ya da dikimde bitkilere inokulumun verilmesi ile fide inokulasyonu olmak üzere 3 farklı uygulamaya yer verilmiştir. AMF’nin inokulum konsantrasyonu, her bir fide için 400 spor civarında olmuş ve bitkiler; serada metil bromid ile fumige (60 g.m^{-2}) edilmiş toprakta yetiştirilmişlerdir. 0 ve 12 kg.da^{-1} olmak üzere 2 farklı P uygulaması yapılmıştır. Tohum inokulasyonu ve fide inokulasyonu, domates bitkilerinin tüm gelişme parametrelerini (uzunluk, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları) artırmıştır. İnokulasyon ayrıca, domates fidelerinin fosfor konsantrasyonunu etkilemiştir. Ön aşılanmış veya aşılanmış domates fideleri; aşılanmamış domates fidelerinden, ekimden sonra yaklaşık 8-10 hafta daha iyi gelişmiştir. Çalışmanın ikinci safhasında, farklı inokulasyon zamanının domates bitkilerinin verim ve besin maddesi alımı üzerine etkisi belirlenmiştir. Her bir inokulasyon zamanının verim ve besin alımı arasındaki farklılıklar, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Erken aşılanmış domates, aşılanmamışa göre daha iyi gelişmiştir. Aksine verim ve gelişim üzerine aşılamanın yararı, seraya şaşırtmadan sonra kalıcı olmamıştır.

Azaizeh et al. (1995), tarla koşullarında yetişen mısır (*Zea mays* L. cv. Alize) bitkilerinin gelişimi, mineral gübre alımı ve kök salgısı üzerine VAMF [*Glomus mossea* (Nicol ve Gerd.) Gerdemann ve Trappel] ve diğer toprak mikroorganizmalarının etkilerini incelemişlerdir. Yapılan denemede VAM bitkileri VAM’sız bitkilerden daha fazla gövde:kök oranına sahip olmuştur. Altı hafta sonra yapılan sökümde, kök ve gövde de P, Zn ve Cu konsantrasyonları VAM kolonizasyonu ile önemli derecede artarken Mn konsantrasyonu azalmıştır. VAM’lı ve VAM’sız bitkilerden altı hafta sonra toplanan benzer bileşimdeki kök salgıları %72 – 73 indirgen şekerler, %17 – 18 fenolik maddeler, %7 organik asitler ve %3 amino asitlerden oluşmuştur. Antibiyotikli ve antibiyotiksiz agar levhaları üzerinde VAM’lı ve VAM’sız bitkilerden toplanmış kök salgılarında benzer miktarlarda aminoasitler ve karbonhidratlar bulunmuştur.

Bamyacıoğlu (1998), tarla koşullarında mikoriza aşılamanın karpuzun bitki gelişimi, verim ve kalitesine etkilerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada *Glomus mosseae* mikoriza türü kullanılmıştır. Mikoriza ile fosfor etkileşimini incelemek amacıyla 3 gübre dozu kullanılmış ve toprak hazırlık aşamasında uygulanmıştır : G0 (0 kg/da P_2O_5 ve N), G1 (5 kg/da P_2O_5 ve 2 kg/da N), G2 (10 kg/da P_2O_5 ve 4 kg/da N). *G. mosseae* ise 1000 mikoriza sporu/bitki olacak şekilde dikim çukurlarına verilmiştir. Bitkilerde fenolojik ve morfolojik gözlem ve ölçümlerle, verim ve meyve özelliklerine bakılmış, P ve Zn analizleri ile mikoriza infeksiyon oranı belirlenmiştir. Sonuçta, VAM ile birlikte gübre dozunun artmasıyla bitki büyüme, gelişme ve meyve özellikleri de doğrusal bir şekilde artmıştır.

Sayılıkan (2003), sera hıyar yetiştiriciliğinde mikoriza kullanımının etkilerini araştırmıştır. Çalışmada *G. mosseae*, *G. caledonium*, *G. etunicatum* ve *G. clarum* mikoriza türleri kullanılmıştır. Mikoriza aşılması; (1) tohum ekiminde, (2) fide dikiminde ve (3) tohum ekiminde + fide dikiminde olmak üzere üç farklı şekilde yapılmıştır. Bitkilere 4 farklı azot ve fosfor dozu (0, 10, 20, 30 kg/da N ve P) uygulanmıştır. Sonuç olarak, mikoriza uygulamasının erkenci verimi artırdığı belirlenmiştir.

Bayram (2000), bazı mikoriza türlerinin Amerikan asma anacı fidanlarının kök ve sürgün gelişimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu araştırmada, vesiküler-arbusküler endomikoriza (VAM) infeksiyonunun Amerikan asma fidanlarının bitkisel gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 41 B, 420 A, Rupestris du Lot ve 1103 P asma anacının 30 cm boyundaki 1 yıllık çelikleri perlit ortamında, sisleme ile köklendirilmiş ve aktarma sırasında anaçların kökleri *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. caledonium*, *G. clarum* ve kokteyl inokule edilmiştir. İnokulasyon, metil bromid ile fumige edilmiş toprak içeren polietilen tüplerin her birinin kök bölgesine 40 g inokulum içeren toprak konarak gerçekleştirilmiştir. Mikoriza uygulamaları asma anaçlarının sürgün uzunluğu ve sürgün çapını artırmış, ancak gövde çapını etkilememiştir. Sürgün gelişimi bakımından en etkili mikoriza türünün *G. mosseae* olduğu saptanmıştır. Mikoriza uygulamaları, denemede kullanılan tüm asma anaçlarında yaprak büyüklüğünü tanık asmalara oranla önemli ölçüde artırmıştır. Yaprak P ve K içerikleri (K için 41 B anacı

hariç) mikorizalı asma anaçlarında daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Ayrıca, mikorizalı anaçların yapraklarında toplam şeker ve toplam sakkaroz içeriklerinin de yüksek olduğu saptanmıştır. Mikoriza uygulamalarının kök, yaş ve kuru ağırlığı üzerine herhangi bir etkisinin olmamasına karşın; sürgün, yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığı saptanmıştır. *G. mosseae*, *G. etunicatum* ve *G. caledonium* inokulasyonlarında toplam kök içerisinde mikorizalı kök oluşum oranının %50'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. 41 B ve Rupestris du Lot anaçlarında *G. caledonium* ve kokteyl uygulamalarında rizosferdeki spor sayısının en fazla, öteki kombinasyonlarda ise daha az olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak *G. mosseae* ve *G. etunicatum*'un bu çalışmada denenen asma anaçları için en etkili mikoriza türleri olduğu bulunmuştur.

Charron et al. (2001a), mineral veya organik katkılı toprak ile dolu saksılarda soğan yetiştirmişlerdir. Denemede farklı dozlarda P gübrelemesi, mikoriza türü ve inokulasyon yöntemi (önceden aşılama, kolonize kök parçaları ile aşılama ve sporla aşılama) kullanılmıştır. Mineral toprakta, önceden aşılınmış soğan bitkilerinin biyomasi, hem aşılınmamış kontrol bitkilerine ve hemde kolonize kök parçacıkları yada spor ile aşılınmış bitkilere göre daha yüksek olmuştur. Önceden aşılınmış soğan bitkileri diğer iki metoda göre 2-3 hafta önce pazarlanabilecek ölçülere ulaşmışlardır (çapı 25 mm'den büyük). *G. versiforme* ile aşılınmış kuru soğan kısımlarının *G. intraradices* ile aşılanaanlara göre sert olduğunu saptamışlardır. P gübrelemesi her iki mikoriza ile aşılınmış bitkilerde P konsantrasyonunu arttırmış, gövde sertliği üzerinde bir etkisi olmamıştır. P konsantrasyonu aşılama yapılmış bitkilerde kontrole göre yüksek bulunmuş ve *G. versiforme* aşılanaanlarda daha yüksek çıkmıştır. Organik toprakta önceden aşılınmış bitkilerin biyomasi, kök parçacıkları ile aşılanaanlara oranla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek kök kolonizasyonu düşük P seviyeli toprakta *G. intraradices* ile aşılamaadan elde edilmiştir.

Charron et al. (2001b), soğanda yaptıkları başka bir çalışmada biyomas ve soğan sertliği üzerine mikoriza aşılamanın ve azot gübrelemesinin etkilerini araştırmışlardır. Tohum ekiminde *G. intraradices* ve *G. versiforme* aşılınmış ve aşılınmamış soğan fideleri farklı N seviyelerine sahip toprakta yetiştirilmiştir. Toprak uygulamaları; gamma ışını ile sterilize edilmiş toprak, ışın ile sterilize edilmiş mikorizal katkılı toprak ve ışın ile sterilize

edilmemiş topraktır. Kuru ağırlık ve kuru soğan çapı bakımından aşılama ile toprak uygulamaları arasındaki interaksiyon önemli çıkmıştır. Sterilize edilmemiş doğal topraktaki kontrol bitkileri, toprakta doğal olarak bulunan mikoriza varlığından dolayı normal büyümüşler fakat gamma ışınıyla sterilize edilen topraktaki bitkiler şoka girmişlerdir. Ancak aşılama yapılmış bitkilerde bu fark göze çarpmamıştır. Doğal toprakta mikoriza aşılması yapılan soğanların kontrole göre önemli düzeyde sert olduğu saptanmıştır. Yine aşılama yapılan doğal topraktaki bitkilerin P içeriği önemli oranda yüksek bulunmuştur. N, P ve Zn konsantrasyonları *G.versiforme* ile kolonize olmuş bitkilerde, *G. intraradices* ile kolonize olmuş bitkilere göre daha yüksek bulunurken, Mn konsantrasyonunda tam tersi durum gözlenmiştir.

Clark and Zeto (2000), arbusküler mikoriza fungusunun mineral stresi yaşanan koşullarda bitkilere faydalı olduğunu bildirmektedirler ve bu etkiyi mikorizanın bitki köklerinin temas halinde olduğu topraklardaki mineral madde oranını artırması şeklinde izah etmektedirler. Araştırmacılar, değişik arbusküler mikoriza fungusu türlerinin, *Panicum virgatum* bitkisinde N, P, K, S, B, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Mn, Fe, Al, Si, ve diğer bazı iz elementlerin alımı üzerine etkilerini incelemişlerdir. P, N, Zn ve Cu alımını hem yüksek ve hem de düşük pH'lı topraklarda yetiştirilen bitkilerde artarken; K, Ca ve Mg alımını ise sadece asidik topraklarda yetiştirilen bitkilerde artmıştır.

Çetiner ve ark. (1999), tatlı mısırdaki mikoriza ile fosfor etkileşimini incelemek amacıyla 3 gübre dozunu toprak hazırlık aşamasında uygulamışlardır: G0 (0 kg/da P_2O_5 ve N), G1 (5 kg/da P_2O_5 ve 2 kg/da N), G2 (10 kg/da P_2O_5 ve 4 kg/da N). Mikoriza türü olarak *G. mosseae* kullanmışlardır. *G. mosseae*'nin tatlı mısırdaki verimde bir miktar artış sağladığını, bunun fosfor uygulanmayan parsellerde daha belirgin olduğunu belirlemişlerdir. Mikoriza, verim, kök yaş ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alanı ve erkencilik üzerine etkili olmuş ve Zn alımını arttırmıştır.

Çığsar ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, sera hıyar yetiştiriciliğinde VA mikorizanın bitki büyümesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada sterilize edilmiş ve edilmemiş 1:1:1 çiftlik gübresi:bahçe toprağı:dere kumu harcına *Glomus mossea* ve

Glomus fasciculatum karışımları (10 g/bitki) inoküle edilmiştir. Mikoriza sporları tohum ekim derinliğinin 5 cm altına yerleştirilmiştir. VA mikorizanın bitki gelişimine etkilerini incelemek amacıyla 15 er gün aralıklarla bitki boyu, gövde çapı ve boğum sayısı ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca ayda bir kez sökülen bitkilerde biomas ölçümleri ile bitkiler tarafından kaldırılan P, Zn ve Mn miktarları ile mikorizal infeksiyon oranları saptanmıştır. Araştırma sonucunda, özellikle sterilize edilmiş harca VA mikoriza eklenmesinin bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Yapılan biomas ölçümlerinde de mikoriza ile inoküle edilen bitkilerin yaprak, gövde, kök yaş ve kuru ağırlıkları; yaprak alanı değerleri inoküle edilmeyenlerden daha yüksek bulunmuştur. Mikorizal inokülasyonun bitki büyümesine olan etkisi yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlanmıştır.

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

Davies et al. (2000), tarafından yapılan bir çalışmada sos biberine, *G. albidum*, *G. claraides* ve *G. diaphanum* karışımı, yerel bir mikoriza türü olan ZAC-19 ve *G. fasciculatum* uygulanmıştır. Azaltılmış fosfor şartlarında, AMF bitkinin vegetatif ve generatif gelişimini artırmıştır. Mikoriza uygulanan bitkilerin düşük fosfor düzeyindeki gelişmeleri, mikorizasız bitkilerle karşılaştırıldığında, orta düzey fosfor sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Düşük fosfor düzeyinde, sadece mikoriza ile aşılanmış bitkiler yaprak dokularında, aşısız bitkilere göre daha yüksek oranda fosfor içermişlerdir. Mikorizalı bitkilerin Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri kontrol bitkilerine göre genel olarak daha yüksek iken, N ve K içerikleri ise daha düşük olmuştur. Düşük fosfor düzeyinde mikoriza uygulanan bitkilerde kök infeksiyonu daha yüksek olmuştur. Köklerde hif yoğunluğu en düşük fosfor düzeyinde ZAC-19'da en yüksek olarak tespit edilmişken, fosfor seviyesinin artması ile hif yoğunluğu azalmıştır. Bu sonuç yüksek fosfor düzeyinde toprakta ZAC-19

sporlarının 2,9 kat azalması ile uyum içersinde bulunmuştur. Bununla birlikte *G. fasciculatum* tarafından kökteki hiflerin gelişimi ve spor üretimi fosfor verimliliği tarafından etkilenmemiştir. Düşük P düzeyinde, *G. fasciculatum*, ZAC-19'a göre daha yüksek arbuskül ve vesikül yapıya sahip bulunmuştur. Her iki AMF izolatu, düşük fosfor şartlarında sos (chile ancho) biberinin ürün ve vegetatif gelişimini artırırken, *G. fasciculatum*, ZAC-19'a göre daha etkin bulunmuştur.

Edathil et al. (1996), steril, fosfor bakımından fakir ($0,9 \text{ mg kg}^{-1}$ toprak) ve 4 farklı vesiküler arbusküler mikorizanın 15 değişik kombinasyonunun bulaştırıldığı toprak ortamında, domates bitkisi yetiştirmişlerdir. Fideler tohum ekiminden 60 gün sonra sökülmüştür. Bitki uzunluğu ve biomas verimi bakımından, mikorizalı yetiştirilen bitkiler, mikorizasız bitkilere göre önemli derecede daha yüksek değer göstermişlerdir. Ayrıca VAM, bitki dokularında N ve P konsantrasyonlarını da kontrole göre artırmıştır.

Johansen et al. (1994), tarafından *Glomus intraradices* ile inokule edilen hıyar bitkilerine değişik dozlarda ve değişik uzaklıklarda N uygulaması yapılmış, denemenin sonunda kontrol bitkilerinin sadece kök bölgesinde N tespit edilirken, mikorizalı bitkilerde 100, 200 ve 400 mg N uygulamalarında bitkinin genelinde sırasıyla %49, %48 ve %27 oranında N artışı saptanmıştır. (+) bitkilerde bütün N seviyelerinde bitki kuru ağırlığı artarken, bu artış düşük N seviyelerinde daha fazla olmuştur.

Liu et al. (2000) tarafından yapılan çalışmada P ve mikro element seviyelerinin arbusküler mikorizal fungusun (*Glomus intraradice*) gelişimine olan etkileri ve mısır tarafından Zn, Cu, Mn ve Fe alımını nasıl etkilediği incelenmiştir. Araştırmacılar yetiştirme harcına iki farklı seviyede P (10 ve 40 mg/kg ± 1 toprak) ve üç farklı seviyede mikro besin karışımı (0, 1X ve 2X) uygulamışlardır. (1X mg/kg ± 1 toprak, 4.2 Fe, 1.2 Mn, 0.24 Zn, 0.06 Cu, 0.78 B ve 0,036 Mo içerir) Mikro besinlerin uygulanmadığı topraklarda, düşük P seviyelerinde, yüksek P seviyelerine göre daha çok ekstra radikal hif bulunmuştur. Mikoriza uygulaması ve mikro besin uygulaması bitkilerdeki sürgün miktarını artırmıştır. Düşük P seviyelerinde ve mikro besini az olan ya da hiç olmayan toprakta yetişen - mikorizal bitkilerin sürgünlerinde P seviyesi mikorizal olanlara göre daha fazla olmuştur.

Mikro besin uygulamasının yapılmadığı topraklardaki bitki sürgünlerinin Cu içeriği, mikorizal kolonizasyon ile artmıştır. Yüksek mikro besinli topraklarda, mikorizal bitkilerin Mn içeriği - mikorizal bitkilere göre daha az bulunmuştur. AMF mikro besin eklenmediğinde toplam Fe içeriğini artırmış, fakat yüksek mikro besin seviyelerinde Fe içeriğini düşürmüştür. *Glomus intraradice*'in Zn, Cu, Mn ve Fe alımı üzerindeki etkileri toprağa eklenen P ve mikrobesein miktarları ile farklılıklar göstermiştir.

Mehravaran et al. (2000), yaptıkları çalışmada iki farklı ekolojide (İran ve İsviçre) P ve Zn'nun üçgöl tarafından alınımı ve dağılımı üzerine 11 mikoriza türünün etkilerini karşılaştırmışlardır. Türlerin kök bölgesinde oluşturduğu kolonizasyon (hif, vesikül ve arbuskül) ve buna bağlı olarak P ve Zn alınımı ve dağılımına etkileri de farklı olmuştur. Sonuç olarak; vesiküler-arbusküler mikorizanın fosfor ve çinko alınımına tesirlerinin besin maddesine göre özel olabildiği ve bazı fungal izolatların bitkinin toprak üstü ve kökleri arasında P ve Zn dağılımında nispeten etkili olabildiği tespit edilmiştir. Genel olarak, vesiküler-arbusküler mikoriza, P ve Zn alınımını artırmıştır.

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

Mikoriza inokulasyonu (*Glomus mossea*) ve fosfor uygulamasının, tarla koşullarında buğdayın verim ve besin alımı üzerine etkisini belirlemek üzere Çukurova Üniversitesi araştırma arazisinde 2 yıl süre ile yapılan bir çalışmada; üç farklı P dozu (0, 50, 100 kg P₂O₅) kullanılmıştır. Sonuçlar; her iki yılda da mikorizal inokulasyonun özellikle düşük P uygulanmış parsellerde buğday veriminde artışa neden olduğunu göstermiştir. Denemenin ilk yılında mikorizalı ve mikorizasız bitkiler arasında, özellikle sıfır P uygulanmış parsellerde, verim artışında ufak farklılıklar olmuştur. Sonuçlar ayrıca mikorizasız parsellerde P uygulamasının artışı ile buğday veriminin de arttığını göstermiştir. Mikorizalı parsellerde P uygulaması, verim artışına daha fazla katkıda bulunmamıştır. Mikorizal inokulasyon iki yılda da bitki Zn içeriğini ve ikinci yıl denemesinde de bitki P içeriğini artırmıştır. Mikorizal inokulasyon kök enfeksiyon oranını

önemli derecede artırmış; fakat aşılınmamış parsellerde bitki kökleri, mikorizal funguslar ile yüksek oranda enfekte olmuştur. Toprakta var olan doğal mikorizal sporlar bitki köklerini başarılı bir şekilde enfekte edilebilmiş ve sonuçta bitki besin alımına katkıda bulunmuştur. Birinci yılda bitkiler, toprakta bulunan P'ü kullanmışlar, ikinci yılda ise topraktaki P tükendiğinde, bitkiler P'ca eksik beslenmiş ve sonuç olarak da verim düşük olmuştur. Mikoriza aşılınmış bitkiler ise dikkate değer şekilde gelişmiş ve yüksek P içeriğine sahip olmuşlardır (Korkmaz ve ark., 2001).

Mikoriza ve *Rhizobium* gibi simbiyotik organizmalar; uygun olmayan koşullarda parazit gibi davransalar da, bitkiler için gereklilik gösterirler. Gök ve ark. (2001), *Rhizobium* (*Bradyrhizobium japonicum* 110 ve *Bradyrhizobium japonicum* 1809) ve mikoriza inokulasyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek için serada saksı denemesi yürütmüşlerdir. *Rhizobium* inokulasyonu, nodulasyon dışında diğer parametrelerde etkili olmamış, mikorizal enfeksiyon ile sürgün ve köklerin P içeriği artmış, kök ve sürgün kuru ağırlığı ise önemli derecede azalmıştır. Sonuç olarak simbiosisin optimal olmayan gelişim koşullarında parazitik olabildiğine dikkat çekilmektedir.

Mikorizanın K, Ca, Mg, Na ve S alımı konusunda pek fazla bir şey bilinmemektedir. Marschner and Dell (1994), yaptıkları araştırmalarda mikorizalı bitkinin %10 kadar daha fazla K aldığını belirlemişlerdir.

Mikoriza türleri arasında *Glomus mossea* K'ü daha iyi değerlendirmektedir. Fakat VA mikorizaya oranla ektomikorizalı bitkilerin K'ü daha iyi değerlendirdiği bilinmektedir. Yine mikorizalı bitkiler Ca ve SO_4 'ü çok düşük oranlarda bitkiye kazandırmaktadırlar (Ortaş, 1998).

Mohammed et al. (1998), kuru koşullarda yapılan buğday tarımında mikorizal fungus inokulasyonunun bitki gelişimi ve bitkinin P alımına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada P gübresi uygulanmış ve uygulanmamış bitkilerde 30 cm'lik sıralara 5000 *Glomus intraradices* sporu aşılınmıştır. Mikoriza uygulamalarından bir gün sonra tohumlar ekilmiş ve gelişme döneminde beş kez kök örnekleri alınarak AM fungusunun gelişimi gözlenmiştir. Ayrıca bitki sap örnekleri alınarak kuru madde, ürün içeriği, N ve P

alımını incelenmiştir. Sonbahar ürününde muhtemelen düşük toprak sıcaklığına bağlı olarak AM fungusunun gelişimi zayıf olurken, baharla birlikte fungus gelişimi artmıştır. AM fungusunun ürün üzerindeki olumlu etkisi fungus uygulanmamış fakat P gübresi uygulanmış bitkilerin gelişimindeki etkiyle aynı olmuştur. Ancak AM fungusunun etkisi yetiştirme dönemi içerisinde farklılık göstermiştir. Bitkinin genç döneminde P alımı fosforlu gübre uygulamasıyla doğru orantılı olarak artarken ve fungusun fosfor alımındaki etkisi zayıf kalırken, hasada doğru fosforlu gübrelemeye bağlı olmaksızın P alımı fungus gelişimiyle doğru orantılı olarak artış göstermiştir. AM fungus gelişimi toprak sıcaklığının artmasıyla artış göstermiştir.

Olsen et al. (1996)'ın yaptıkları çalışma serada gerçekleştirilmiş olup vesiküler arbusküler mikorizal fungus (*G. mossae*) inokulumunun biber, tatlı mısır ve domateste uygulanmasını içermektedir. Düşük P içeren kumlu topraklarda 5 farklı P dozu (0, 10.3, 30.9, 92.7 ve 278 mg P/kg toprak) ve 2 N dozu (50 ve 200 mg N/L) ile gübrelenen topraklarda gelişen bitkilere AMF uygulanmıştır. P1 uygulamasında, AMF inokule edilen biber bitkilerinde kuru madde ve 5. olgun yaprağın P içeriği AMF uygulanmayanlara göre yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Düşük P konsantrasyonunda gelişen tatlı mısırlarda ve domates bitkilerinde kuru madde miktarında AMF içeren ve içermeyenler arasında fark bulunmamıştır. Orta P dozunda ise kuru madde ağırlığının AMF ile inokule edilenlerde düşük olduğu bulunmuştur.

Olsen et al. (1999a), tarla koşullarında yürüttükleri bir denemede, vesiküler arbusküler mikoriza (VAM) ile biber bitkilerini inokule etmişlerdir. Değirmende öğütülen süperfosfat bir sıra halinde 0, 5, 15, 45 yada 135 kg P/ha oranında uygulandıktan sonra bu alanlar fumige edilmiş (-VAM) yada fumige (VAM+) edilmeden bırakılmıştır. Fumige edilmeyen topraklarda ilave edilen P, VAM kolonizasyonunu etkilememiştir. Sonuç olarak; fosfor gübrelemesi yapılan yoğun sebze yetiştirilen yerlerde, mikorizanın sınırlı bir etkiye sahip olduğu ve VAM bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklı olmalarına, toprak yapısının iyileşmesine neden olabileceğinden bu konuların detaylı araştırılması gerektiği kanısına varılmıştır.

Ortaş ve ark. (2002a), turunçgiller için en uygun mikoriza türünü tespit etmek için yaptıkları bir çalışmada, 5 farklı mikoriza türü (*G. mosseae* (UK), *G. mosseae*, (ABD), *G. clarum*, *G. caledonium* ve *G. etunicatum*) kullanmışlardır. Mikoriza fungusları yoncada ve mısırdan çoğaltılmıştır. Denemede yetiştirme ortamı olarak sterilize edilmiş toprak + organik materyal + kum (2:1:7 v:v:v) kullanılmıştır. Yoncada çoğaltılan mikoriza türlerinin turunçgiller üzerindeki etkinlik sırası; *G. clarum*, *G. mosseae* (UK), *G. mosseae*, (ABD), *G. caledonium*, *G. etunicatum* şeklinde ve mısırdan çoğaltılan mikoriza türlerinin turunçgiller üzerindeki etkinlik sırası ise *G. clarum*, *G. caledonium*, *G. Etunicatum*, *G. mosseae*, (ABD), *G. mosseae* (UK) şeklinde olmuştur.

Ortaş ve ark. (2002b), yaptıkları başka bir çalışmada turunçgillerin P ve Zn beslenmesinin mikorizaya bağımlılığını araştırmışlardır. Turunç fidanları düşük P içeren *Glomus clarum* ile inokule edilmiş (5000 spor/bitki) milli toprakta yetiştirilmiştir. P için; 0, 100, 200 ppm ve Zn için ise 0, 2,5, 5 ppm dozları kullanılmıştır. Mikoriza uygulanan bitkilerde sürgün ve kök kuru ağırlığı, mikoriza uygulanmayan bitkilere göre on kat yükselmiştir. Mikoriza uygulaması ile P, Zn ve Cu alımı önemli derecede artarken, mikoriza uygulanmayanlarda ise N, Mn ve Fe konsantrasyonları daha yüksek olmuştur. Ortamdaki P ve Zn konsantrasyonu arttıkça mikorizal bağımlılık azalmıştır.

Özcan ve Taban (2000), VA mikorizanın alkaline ve asit reaksiyonlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin P, Zn, Fe, Cu ve Mn'dan yararlanmasını üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, steril edilmiş alkaline ve asit toprakta mısır (*Zea mays* L. cv. Fanion) bitkisi yetiştirilerek serada kurulan denemede, tüm saksılara ekimden önce çözelti şeklinde 100 mg N.g⁻¹ (üre gübresinden) ve 40 mg K.g⁻¹ (K₂SO₄ gübresinden) uygulanmıştır. Fosfor uygulanacak saksılara 40 mg P.g⁻¹ (TSP gübresinden), VA mikoriza inoküle edilecek saksılara ise *Glomus etunicatum* ve *Glomus intraradices* türleri karışımı uygulanmıştır. Mikorizal enfeksiyon yüzdesi alkaline reaksiyonlu toprakta %48,3 ve asit reaksiyonlu toprakta ise %68,3 olarak bulunmuştur. Mısır bitkisinin kuru ağırlığı VA mikoriza ve fosfor uygulamasıyla kontrole göre her iki toprakta da artmıştır. Mısır bitkisinin fosfor konsantrasyonu VA mikoriza uygulamasıyla kontrole göre alkaline toprakta değişmezken, asit toprakta artmıştır. Denemede mısır bitkisinin çinko

konsantrasyonu her iki toprakta da VA mikoriza uygulamasıyla artmış, fosfor uygulamasıyla ise azalmıştır. Alkalın ve asit reaksiyonlu toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin demir içeriği üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmazken, bakır ve mangan içerikleri her iki toprakta da en fazla VA mikoriza uygulamasında artmıştır.

Potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt gibi makro elementlerin alımında VAM'ın rolü hakkında bilgi çok fazla değildir. Yeşil aksamda K'un konsantrasyonu ve miktarı üzerine VAM'ın birçok etkisi tespit edilmesine rağmen, bu sonuçlar çelişkilidir ve yorumlamak güçtür. Araştırmaların bir çoğu VAM'ın P kazancını tespit etmek için P eksikliği görülen topraklarda yürütülmüştür. Bu araştırmalarda (+) ve (-) bitkiler arasında gelişim ve kuru ağırlık (yeşil aksam/kök) açısından büyük farklar gözlenmiştir (Demir, 1995).

Ryan and Angus (2003), tarla koşullarında yaptıkları çalışmalarda, arbusküler mikorizanın (AMF) buğday ve bezelye üzerindeki katkılarını araştırmışlardır. Bu çalışmada, sulama yapılmayan alanlarda sonbahar ekimi yapılmıştır. Sonuç olarak, düşük P'lu topraklarda AMF buğday ve bezelyede Zn alımını artırmış fakat P alımını ve verimi etkilememiştir.

Sarı ve ark. (2002), tarla koşullarında sarımsak yetiştiriciliğinde mikoriza kullanımının, bitki büyümesi, verim ve fosfor alımı üzerine etkilerini 2 yıl süre ile inceledikleri bir çalışmada; *Glomus mosseae* mikoriza türünü, lokal Urfa sarımsak genotipi üzerinde denemişlerdir. P dozları olarak 0, 40, 80 ve 120 kg P_2O_5 /ha kullanılmıştır. İlk yılda her bitkiye 1000 spor ve ikinci yılda ise 1000 veya 2000 spor olacak şekilde mikoriza aşılması yapılmıştır. Sonuç olarak, 0 seviyeli P_2O_5 uygulamasında mikorizal aşılamının, birinci deneme yılında bitkinin P alımını az oranda arttırdığı ve ikinci deneme yılında da toplam verimi çok az arttırdığı görülmüştür. Sonuçlar, sarımsağın mikorizal bağımlı bir bitki olmasına rağmen, mikoriza aşılmasının sarımsağın bitki büyümesi ve besin alımına bir katkı yapmadığını ortaya koymuştur.

Sasai (1991), mısır, soya fasulyesi, domates ve havuç ile yaptığı tarla denemelerinde, düşük fosfor içeren topraklarda arbusküler mikoriza mantarının gelişme döneminin başlangıcında bitkilerin fosfor alımını arttırdığı sonucunu elde etmiştir.

Düşük P oranına sahip yetiştirme ortamının kullanıldığı iki farklı dönemdeki (sonbahar-kış dönemi ve yaz-sonbahar dönemi) sera denemelerinde mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda beş farklı P oranının domates ve biberdeki etkileri incelenmiştir. Denemelerde 0 (P1), 9.2(P2), 27.5(P3), 82.5(P4) ve 248(P5) mg P/Kg konsantrasyonlarına sahip topraklar kullanılmıştır. Mikorizanın etkisini incelemek amacıyla ekim sırasında *Glomus etucanicatum* ve *Glomus mosseae* AM fungusları bulaştırılmıştır. Denemede mikorizalı ortamdaki bitkilerdeki fosfor konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur. VAM+ bitkilerinin dokularındaki yüksek fosfor oranlarına genellikle VAM- bitkilere göre düşük fosforlu ortamlarda yetişen bitkilerde görülmüştür. P1 fosfor seviyesine sahip toprakta mikorizalı ortamdaki tüm bitkideki kuru madde ağırlığı mikorizasız ortama göre biberde %91,7 ve domateste %17,9'a kadar artış göstermiştir. Köklerdeki nişasta analizleri sonucunda yüksek fosforlu ortamlarda VAM+ bitkilerindeki kuru madde miktarlarının VAM- bitkilerine nazaran düşük olmasında, nisbi olarak düşük ışık intensitesine sahip sera ortamında VAM+ bitkilerinin yetersiz miktarda karbon özümlemesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Dolayısıyla düşük ışık intensitesindeki sera ortamında kullanılan yüksek P oranına sahip topraklarda, C fosfora göre daha sınırlayıcı faktördür (Olsen et al. 1999b).

Solaiman and Hirata (1997), serada saksılarda ve tarlada yetiştirilen çeltik bitkilerinde gelişme ve besin alımı üzerine arbuskular mikorizanın etkisini incelemişlerdir. γ ışınımı ile sterilize edilmiş yaş ve kuru topraklarda VAM'lı ve VAM'sız yetiştirilen çeltikler karşılaştırılmıştır. VAM'lı topraklarda, fide gelişimi daha iyi olmuştur. Kuru alanlarda mikorizal kolonizasyonun yaş alanlara göre 2-3 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir. VAM ile inokule edilmiş bitkilerde verim, VAM ile inokule edilmeyenlere göre %14-21 oranında daha yüksek olmuştur. Buna karşılık bitki gelişimi ve verim açısından saksı denemelerinde aynı derece farklılık görülmemiştir. Kuru alanlarda yetiştirilen bitkilerde N, P, Zn, ve Cu konsantrasyonları VAM lı bitkilerde daha yüksek olarak bulunmuştur. Sonuç olarak hem sulu hem de susuz ortamlarda yetiştirilen çeltik

bitkilerinde VAM inokulasyonun bitki gelişimini ve ürün miktarını artırdığı, besin miktarını dengelediği ortaya konulmuştur.

Sreenivasa (1993), birçok saksı denemesinde, mikorizal mantarların olumlu sonuç vermesi üzerine sos biberini tarla koşullarında denemeye almıştır. Farklı P seviyelerinde sos biberinin büyümesi ve verimi üzerine *Glomus macrocarpum* aşılmasının etkisi, kuvvetli bir mikoriza mantarı olan *Glomus fasciculatum* 'la kıyaslanmıştır. 0, 37.5, 56.2 ve 75 kg/ha P dozları uygulanmıştır. 56,2 kg/ha'a kadar P ilavesi kök kolonizasyonunu artırırken, 75 kg/ha uygulamasında ise kök kolonizasyonu düşmüştür. Bitki biyomasi, meyve verimi, sürgün P konsantrasyonu, P seviyesinin artırılması ile birlikte yükselmiştir. Bu açıdan 56,2 ile 75 kg/ha'lık P seviyeleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır. P gübrelemesinin, mikorizal mantarların yararlı etkisini azaltabildiği gözlenmiştir.

Sreenivasa and Krishnaraj (1992), biberde VAM fungusu (*G. fasciculatum* ve *G. macrocarpum*) ve fosfat çözebilen bakteriler (*Pseudomonas striata*) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. En iyi sonuç, *G. macrocarpum* + *Pseudomonas striata* uygulamasından alınmıştır. Bu uygulama P, Zn, Cu, Mn, ve Fe alımını ve bitki kuru ağırlığını önemli ölçüde artırmıştır. Mikoriza P alımını artırırken fosfat çözen bakteri daha çok çözünebilir P çevrimini gerçekleştirmektedir.

Waterer and Coltman (1989), artan dozlarda fosfor uyguladıkları domates ve soğanda bitki toplam yaş ağırlığının ve gövde fosfor konsantrasyonunun artan fosfor dozuyla arttığını, kök mikoriza infeksiyonunun ise azaldığını belirlemişlerdir.

Nemli bölgelere uygun çeltik çeşidi Prakash (IET 2254) ile 18 farklı VAM fungusunun simbiyotik ilişkileri saksı kültüründe incelenmiştir. 18 fungustan *Acaulospora* sp. (ICRISAT), *Glomus fasciculatum* (Riverside) ve *G. mosseae* (Invermay), bitki gelişme kriterlerini, bitkinin P ve Zn içeriğini en fazla artıran türler olarak bulunmuştur. *Acaulospora* sp. (ICRISAT), *Glomus fasciculatum* (Riverside) ve *G. mosseae* (Invermay) inokulasyonu nedeniyle tane veriminde artışlar sırasıyla %62, %59 ve %35 olmuştur (Secilia and Bagyaraj, 1994).

Yücel ve ark. (2001), hıyar kök çürüklüğü hastalığı (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*) ve Kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*) karşı mikorizal fungusların (*Glomus mosseae*, *G. etanicum*, *G. intraradices*) etkilerini belirlemek için bir deneme yürütmüşlerdir. Mikoriza uygulamasının hastalık çıkışı ve ırlanma oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken, mikoriza uygulamasında verim kontrole oranla 1. deneme yılında %72, ikinci deneme yılında ise %88 oranında artmıştır.

Zn ve Cu gibi mikro elementlerin alınımında VAM funguslarının rolü üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Araştırmaların bir çoğunda, bu besin maddelerinin konukçu bitki tarafından alınımının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca P ve Cu'nun hifsel alınımı ve taşınımı birbirinden oldukça bağımsız görünmekle beraber kökler ve yeşil aksam arasındaki Cu dağılımının, kuvvetli bir şekilde P tarafından etkilendiği belirtilmiştir. Mikoriza ile infekte olmamış bitkilerin kök bölgesinin ancak 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile infekte olmuş bitkilerin hifler aracılığı ile 11 cm uzaktaki fosforu alabildikleri ifade edilmektedir (Li et al., 1991; Marschner and Dell, 1994).

2.2.3. Topraksız Ortamlarda Mikoriza ile İlgili Çalışmalar

Gaur and Adholeya (2000), besin çözeltileri ile zenginleştirilmiş ve mikoriza (*Glomus intraradice*) aşılanmış kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinde arbusküler mikorizal fungusun gelişimini incelemişlerdir. Tanecik büyüklüğü 0,50-0,78 mm olan kumda yetişen bitkilerin kök ağırlıkları, spor üretimleri ve mikorizal kolonizasyon yüzdeleri diğerlerine nazaran daha yüksek bulunmuştur. P içermeyen besin çözeltileri spor üretimini artırmıştır.

Gryndler et al. (1992), hidroponik ortamda yetiştirilen mısır bitkilerinin köklerinde vesiküler-arbusküler mikoriza kolonizasyonuna magnezyum sülfatın etkisini incelemişlerdir. Besin solüsyonundaki artan $MgSO_4$ konsantrasyonuna bağlı olarak köklerde mikoriza infeksiyon oranı artmıştır. En yüksek infeksiyon 5,84-11,68 mmol l^{-1} $MgSO_4$ içeren besin solüsyonlarının kullanıldığı bitki köklerinde meydana gelmiştir. $MgCl_2$ yerine $MgSO_4$ kullanılması kök uzunluğunda önemli bir değişikliğe neden

olmamıştır. Araştırmacılar artan magnezyumla kolonizasyonun artmasının sadece besin solüsyonundaki pH ve osmotik basınçtaki artmadan kaynaklanamayacağını bildirmişlerdir.

Gryndler and Lipavsky (1995), hidroponik ortamdaki mısır bitkisini konukçu bitki olarak kullanarak dört farklı arbusküler mikoriza fungusunun uzun dönem fosfor gübrelemesine karşı etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, mikoriza enfeksiyon başarısı olarak kabul edilen indikasyonların (enfeksiyon hızı, enfeksiyon sıklığı ve enfekte olmuş kökteki arbusküllerin görülmesi vb.) besin solüsyonundaki artan fosfor oranına bağlı olarak azaldığı görülmüştür. 10 yıl boyunca aşırı fosfor ağırlıklı gübreleme yapılan toprak ortamında yetişen mikorizalı bitkilerde hidroponiklere nazaran daha düşük enfeksiyon oranları görülmüştür.

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

İkiz (2003), Hass et al. (1986)'ın iri meyveli bir biber çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, VAM'ın besin maddesi alımına etkilerini incelediklerini bildirmektedir. Bu çalışmada, biber tohumları besin yönünden zayıf olan kum ve besin yönünden zengin olan torf/vermikulit (1:3, v/v) ortamlarına ekilmiştir. Bu ortamlara *Glomus macrocarpum* ilave edilmiş, bir kısmı da kontrol olarak bırakılmıştır. Üç ayrı besin çözeltisi verilerek yetiştirilen biber fideleri, daha sonra 4 farklı seviyede P verilmiş toprağa şaşırtılmıştır. Bu bitkilere de iki farklı (P azaltılmış) besin çözeltisi verilmiştir. Kumda büyüyen mikorizal bitkiler, besin seviyesindeki artışlara tepki verirken, torfta büyüyen bitkilere ilave gübrenin etkisi olmamıştır. VAM olmayan bitkilerin büyümeleri hemen hemen dört ve beşinci haftalar arasında dururken, VAM bulunan ortamlarda yetiştirilen bitkiler ağırlıklarını % 41-188 arasında arttırmışlardır. Şaşırtıldıktan sonra kumda büyüyen fideler P ilavesiyle

VAM fungusundan yararlanmış, fakat torfta büyüyenler yararlanamamıştır. VAM olmayan bitkilerde bitki gelişimi, VAM bitkilere göre gecikmiştir.

İkiz (2003), topraksız kültürde biber yetiştiriciliğinde iki farklı mikoriza türünün (*G. caledonim*, *G. clarum*) üç farklı şekilde uygulanmasının (“tohum ekiminde bir kez”, “fide dikiminde bir kez” ve “tohum ekimi + fide dikiminde iki kez”) bitki gelişimi, verim ve bitkinin beslenme durumu üzerine etkilerini araştırmıştır. Perlit ve toprak ortamında birinci yıl ilkbahar ve ikinci yıl sonbahar yetiştiriciliği şeklinde planlanan ve iki yıl ardına yürütülen denemelere ek olarak ikinci yıl birde saksı denemesi yapılmıştır. Her üç denemede de dikimden itibaren her üç hafta da bir, bitki gelişme parametreleri ölçülmüş, meyve verimi incelenmiş, ayrıca köklerde infeksiyon ve yapraklardaki bitki besin içeriklerine bakılmıştır. Mikoriza uygulanan parsellerde iyi bir infeksiyon olduğu görülmüş, buna bağlı olarak da özellikle kök gelişmesine ait bitki gelişme parametreleri kontrole göre yüksek bulunmuştur. Perlit ortamında, mikorizanın bir kez uygulanması toplam bitki kuru ağırlığını birinci denemede %20, ikinci denemede %18, saksı denemesinde %25 oranında yükseltirken; iki kez uygulama birinci denemede %30, ikinci denemede %34 oranında yükseltmiştir. Yapraklardaki bitki besin elementi içerikleri, özellikle birinci denemede mikoriza uygulanan parsellerde kontrole göre yüksek bulunmuştur. Erkeni ve toplam verim değerleri kontrol parsellerine oranla uygulama parsellerinde daha yüksek bulunmuş, ancak bu farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Saksı denemesinde mikoriza uygulaması bitki başına meyve miktarını da yükseltmiştir. Sonuç olarak topraksız kültür ortamında, ortama mikoriza ilavesinin bitki gelişimi ve verimini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkartılmıştır.

Malcov et al. (2003), kum kültüründe kullanılan değişik orijin ve kültür geçmişine sahip arbusküler mikorizal (AM) mantarların (*Glomus sp* BEG 140, *Glomus intraradices* BEG 75) mısır bitkisinin aşırı mangan (Mn) dozlarını tolere edebilme kabiliyetlerini araştırmışlardır. Çalışmada yüksek oranda (0.1, 0.5 ve 1 mM) Mn içeren besin çözeltileri ile yapılan sulamalarla mangan stresinin büyük oranda uyarılabileceği görülmüştür. Uygulanan Mn konsantrasyonlarının mısır bitkisinin gelişimi üzerine bir etkisi olmamasına karşın, yüksek Mn dozları AM fungusunun gelişimini olumsuz olarak etkilemiştir. *Glomus sp.*’nin yüksek Mn dozlarına *G. intraradice*’ e nazaran daha toleranslı

olduğu görülmüştür. 1 mM Mn içeren su *G. intraradices* kolonizasyonunu %90 oranında azaltırken, *Glomus* sp. kolonizasyonu yüksek Mn konsantrasyonlarında bile devam etmiştir.

Nylund et al. (1994), ektomikoriza gelişimini düzenlemek ve kuvvetli mikoriza formları elde etmek amacı ile Indol-3-asetik asit (IAA) uygulanmış ve mikoriza aşılansın *Pinus* türlerine ait tohumları yarı hidroponik ortama ekmişler ve hormonun bitki gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar hormon uygulanmış mikoriza ile normal mikoriza arasında bitkinin büyüme oranı, sürgündeki karbonhidrat oranı, kökteki IAA oranı ve mikoriza gelişimi arasında farkın görülmediğini bildirmişlerdir. Önceki çalışmalarda petri kapları ve deney tüplerinde hormonun olumlu etkisinin görülmesine karşılık bu çalışmada etkinin olmamasını, araştırmacılar yarı hidroponik ortam kullanımına bağlamışlardır.

Schnitzler (1996), mikorizalı ve mikorizasız substratlarda yetiştirilen domatesin verim ve bitki gelişimini incelemiştir. Bitkiler, *G. mossea* ve *G. etunicatum* mikoriza türlerinin aşılandığı üç farklı substratta yetiştirilmişlerdir. Aşılama sırasında, saksılara %20 oranında mikorizalı substrat ilave edilmiştir. Sulama ve gübreleme bilgisayar kontrolünde yapılmıştır. EC değerleri, 2,5 mS/cm ve pH da 5,5'te tutulmuştur. Besin solüsyonunun P konsantrasyonu 3,2 ppb (0,0032 ppm = 0,01mmol) olarak ayarlanmıştır. Yetiştirme döneminin başlangıcında , mikorizalı substratlardaki domates bitkilerinde, P eksikliği görülmüştür. Mikorizalı bitkiler Haziran'a kadar, ilave P uygulamasına ihtiyaç göstermiştir. 304 günlük vegetasyon süresince bitki başına 3.4-4.8 litre yada m² ye 8.3-11.9 litre arasında bitki solüsyonuna ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca incelendiğinde, mikorizalı ve mikorizasız domates bitkilerinin besin alımları arasında gözle görülür bir fark olduğu bildirilmektedir. Mikoriza uygulanan bitkiler, çok daha yüksek miktarda N, K, Ca, Mg tüketirken, mikorizasız bitkilerle karşılaştırıldığında sadece %15 P tüketmiştir. Verim ve meyve kalitesi açısından mikorizalı ve mikorizasız bitkiler arasında istatistiki olarak farklar görülmüştür. Mikoriza uygulaması; toplam meyve sayısını, ortalama meyve iriliğini, "birinci kalite, pazarlanabilir ve toplam verim miktarlarını" kontrole göre artırmış, ıskarta verimi ise etkilememiştir. Nisan ayından

Aralık ayına kadar yapılan hasatta, + mikorizalı bitkilerde 33,6 kg/bitki ve – mikorizalı bitkilerde ise 30,9 kg/bitki toplam verim elde edilmiştir.

Suzuki et al. (2000), marigold (*Tagetes patula* L.) bitkisinde iz elementlerin (Be, Na, Sc, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Tc) alınımı üzerine arbusküler mikorizanın etkisini araştırmışlardır. Bitkiler kontrollü koşullarda kum ortamında yetiştirilmişlerdir. Çalışmada, *Glomus etunicatum* mikoriza türü kullanılmıştır. Mikoriza aşılamaından 7 ve 21 gün sonra bitkiler hasat edilmiştir. Sonuç olarak; mikoriza bulaştırılmış bitkilerde Fe, Zn, Be, Na, Cr ve Tc alınımının kontrole göre daha yüksek olduğu bulunurken, Sc, Co, Rb ve Sr alınımı ise kontrole göre daha düşük olmuştur.

Wang and Tschen (1994), çoğu bitkide bitki gelişimi ve ürün kalitesini artırmada VAM fungusunun biyolojik gübre olarak kullanılmasına karşılık, temiz mikoriza bulmanın her zaman kolay olmadığını bildirmektedirler. Özellikle kum benzeri yetiştirme ortamlarının kullanıldığı ticari mikoriza üretimlerinde, mikoriza yanında başka mikroorganizmalarında bulaşabildiğini belirtmektedirler. Ayrıca kum ortamlarında geliştirilen mikorizaların taşınması da sorun teşkil etmektedir. Araştırmacılar temiz inokulum üretmek amacıyla mikorizalı Adzuki fasulye tohumlarını laboratuarda topraksız ortama ekmişlerdir. Tohumların VAMF ile inokulasyonundan 60 gün sonrasında erlenmayerdeki köklerde VAMF klamidosporlarının geliştiği görülmüştür. Araştırmacılar, laboratuvar ortamındaki spor üretiminin, besin akışının olduğu ortamlara nazaran daha fazla ve temiz olduğunu bildirmişlerdir. 1/4 oranında fosfor içeren Hoagland solüsyonundaki spor gelişimi, normal miktarda fosfor içeren solüsyonun kullanımına nazaran yüksek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan üç VAMF türünden *G. etunicatum* ve *G. fasciculatum*'un spor üretimi *G. mosseae* 'a göre yüksek olmuştur.

Davis (2003), torf ağırlıklı ortamlara değişik oranlarda (%15, %30, %45, %60) hindistan cevizi lifleri ekleyerek değişik süs bitkilerinde arbusküler mikoriza mantarlarının (AM) (*Glomus intraradices*) etkisini incelemiştir. Mikoriza gelişimi, %100 torf ortamına kıyasla, hindistan cevizi lifi karıştırılan ortamlarda yüksek olmuştur. Ancak test edilen ortamlarda mikorizanın bitki gelişimine etkileri topraktaki etkiye nazaran düşük bulunmuştur. Bitki türlerinin mikoriza gelişimine tepkisi de farklı bulunmuştur.

Mikorizanın etkisi en fazla kadife çiçeğinde (*Tagetes patula*) görülmüştür. Yer meşesinde (*Teucrium fruticans*) ise mikorizanın etkisi %60 hindistan cevizi lifi katılmış ortamda negatif olmuştur. Lavanta çiçeğinin (*Lavandula angustifolia*) büyümesi, mikorizalı veya mikorizasız hindistan cevizi lifli karışımlarda %100 torfa göre olumsuz etkilenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma hindistan cevizi lifinin türlere göre etkisinin farklı olduğu tezini doğrulamaktadır.

Jarstfer et al. (1998), aeroponik kültüründeki patates ve kum kültüründeki soğan bitkilerine uygulanan yüksek dozlarda $MgSO_4$ 'ın *Glomus sp* (INVAM isolate FL329) fungusunun sporlanma ve kök kolonizasyonunun azalmasına neden olduğunu bildirmektedirler. 2,6 ve 11,7 mM $MgSO_4$ içeren besin çözeltisi uygulandığında soğan sürgünlerinde Mg konsantrasyonun arttığı gözlenmiştir. Magnezyum uygulaması dokularda Ca düzeyinin azalmasına neden olmuştur. Bitkilerin şaşırtılması ve gübre uygulamasının başlamasından 10 hafta sonra bitki dokularında Ca'un azalması ile, spor oluşumunun bitki başına 200-1200 adet ve kök uzunluğunun ise %10-30 düştüğü saptanmıştır. Bu kolonizasyon ve sporlanma etkileri, dokulardaki P içeriğindeki değişimlerden bağımsız olmuştur. Bitki dokularında yüksek Mg/düşük Ca köklerin erken dönemde yaşlanmasına neden olarak mikorizal etkileşimi bozmuştur. Araştırmacılar sonuç olarak mikorizanın gelişiminde Ca'un büyük bir öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir.

White and Charvat (1999), P varlığının mikoriza gelişimi üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar *Lythrum salicaria* L. bitkilerini 49 gün boyunca beş farklı fosfor dozuna sahip (0, 100, 1000, 10000 ve 47500 mg PO_4/l) besin çözeltisi ile gübrelemek suretiyle, mikorizalı ve mikorizasız olarak kum kültüründe yetiştirmişlerdir. Yüksek P dozlarında (en yüksek iki dozda) yetiştirilen bitkilerde kolonizasyon olmazken, düşük P (ilk üç doz) uygulanan bitkilerde AM kolonizasyonu görülmüştür.

2.2.4. Mikorizanın Patlıcan Yetiştiriciliğinde Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Al-Raddad (1987), tarla koşullarında yerel *Glomus* türlerinden *G. fasciculatum*, *G. monosporum* ve *G. mossea*'yı domates, patlıcan ve biber bitkilerine inokule etmiştir. *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* inokulasyonu sırası ile, patlıcanda gövde yaş

ağırlığını %47, %28, %29, toplam verimi ise %47, %23, %9; domatestede gövde yaş ağırlığını %59, %48, %9; biberde toplam verimi %22, %21, %27 oranında artırmıştır. Sonuçlar bu türler içerisinde en etkilisinin *G. mossea* olduğunu göstermiştir.

Şimşek ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada tarla koşullarında, mikorizanın domates, biber ve patlıcanın verimliliği üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada mikoriza türü olarak *Glomus etunicatum*, fosfor dozu olarak 0 ve 100 kg P₂O₅/ha kullanılmıştır. Fosfor uygulanmadığında (0 kg P₂O₅/ha), mikoriza uygulamasıyla kontrole göre verimin domatestede %52, patlıcanda %28 ve biberde %36 arttığı görülmüştür. 100 kg P₂O₅/ha fosfor dozunda ise verim, mikoriza uygulamasıyla kontrole göre domatestede %28, patlıcanda %14 ve biberde %21 artmıştır.

Sarı ve ark. (2001), tarla koşullarında yetiştirilen domates, biber, patlıcan, hıyar, karpuz, sarımsak ve tatlı mısırdaki mikoriza kullanmışlardır. Bu çalışmada mikorizanın türler üzerindeki verim, kalite ve bitki besin alımına olan etkisini incelemişlerdir. Mikoriza uygulaması verimi önemli düzeyde artırmıştır. Domates, biber ve patlıcanda çinko ve bakır alımını ve kuru madde üretimi mikoriza uygulaması ile artmıştır. Biber, domates ve patlıcana göre daha fazla mikorizaya bağımlı bulunmuştur. Mikorizal inokulasyon N, P, K, Zn ve Mn içeriğini önemli düzeyde yükseltirken, Fe ve Cu içeriği bakımından etkili bulunmamıştır.

Çığsar (1997), Zarate (1991)'nin seçtiği 18 bitkiyi fosfor oranı düşük topraklarda yetiştirdiğini ve VA mikorizanın etkisini incelediğini bildirmektedir. Mikoriza inoküle edilmiş bitkilere 60-60-60 kg/ha N:P₂O₅:K₂O ile gübreleme yapılan uygulamalar, mikorizasız ve gübresiz kontrole ve sadece gübreleme yapılan bitkilere göre daha iyi sonuç vermiştir. Mikoriza uygulamasına cevap veren bitkiler arasında patlıcanında bulunduğu ve bitki gelişiminde %40 artış olduğu belirtilmektedir.

Matsubara et al. (1995), vesiküler-arbusküler mikorizal (VAM) funguslar (*Glomus etunicatum* ve *Gigaspora margarita*) ile aşılanmış patlıcan fidelerini *Verticillium dahliae* ile bulaşık araziye şaşırtarak, VAM fungusları ile aşılanmış fidelerin hastalığa karşı

toleranslarını incelemişlerdir. Dikimin sekizinci haftasındaki bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak iriliği ve ana gövde çapı mikorizalı fidelerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ilk primer çiçek mikorizalı fidelerde daha geç olmuştur. *Verticillium* solgunluğuna karşı tolerans *Glomus etunicatum* ile aşılannmış fidelerde *Gigaspora margarita* aşıllı fidelere nazaran daha yüksek olmuştur.

Bazı kültür bitkilerinde VAM oluşumu ve bunun gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerine yapılan çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir (Onoğur ve Demir, 1998) :

- VAM fungusu ile inokule edilmiş (+) bitkiler morfolojik olarak daha iyi gelişmiş, özellikle patlıcan, kavun, ayçiçeği ve tütün bitkilerinde bu gelişim değerleri (-) bitkilere göre oldukça yüksek olmuştur.
- VAM aşıllı patlıcan, tütün, kavun ve ayçiçeğinde başta P olmak üzere makro element kapsamının daha yüksek olduğu, mikro besin elementleri açısından da Cu ve Zn'un VAM bitkilerinde daha yüksek seviyelerde olduğu saptanmıştır.
- VAM'ın patlıcanda *Verticillium dahliae* ve kavunda *Macrophomina phaseolina* patojenlerinin meydana getirdiği hastalık şiddetinde sırasıyla %41 ve %58 oranında azalmaya yol açtığı ve (+) patlıcan ve kavun bitkilerinin (-) bitkilere göre daha iyi geliştiği sonucu ortaya konmuştur

Shulin et. al. (1998), patlıcan ve hıyar gelişimi üzerine VA mikorizanın rolünü tespit etmek için yürüttükleri çalışmada, patlıcanlar *G. mosseae*, *G. versiforme*, *G.SP1* ve *G.SP2* ile aşılannmış toprak içeren saksılara dikilmiştir. Aynı zamanda saksılara dikimden önce *Verticillium dahlia* ve *Pseudomonas lachrymans* aşılannmıştır. Sonuçlar, bütün VA türlerinin patlıcan ve hıyarda kolonize olduğunu, fakat her birinin farklı etkileri olduğunu göstermiştir. *G. versiforme* ve *G. mosseae* patlıcan gelişimini uyarmış fakat sadece *V. dahlia* enfeksiyon etkisini azaltmıştır. *G.SP2*, hıyarda daha erken çiçeklenmeye neden olurken hastalık üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır.

Saksılar içerisinde büyütülen patlıcan ve domates bitkilerinde, arbusküler mikorizal fungus (AMF) *Glomus mosseae* ve *Verticillium dahlie*'nin, köklerdeki kolonizasyonu, bitkilerin gelişimi, besin alımı bakımından karşılıklı etkileşimleri araştırılmıştır (Karagiannidis et. al., 2002). Bu çalışmada (a) patlıcan bitkilerinin köklerindeki AMF

kolonizasyonu ve spor oluşumunun (%34.6 ve %30.5) domates bitkilerinin köklerine göre daha yüksek olduğu, ayrıca bunun mikoriza uygulamalarında iki kat yüksek olduğu çiftli (AFM+*Verticillium*) uygulamalarda bulunmuş (b) domates bitkilerinde mikoriza uygulamasının bitkilerin taze ağırlığını, kuru ağırlığını ve ortalama bitki boyunu kontrole göre %96, 114 ve 21 oranlarında artırdığı saptanmıştır. Bu oranlar patlıcan için %114, 104 ve 30 oranındadır, (c) *Verticillium* ile bulaşma olduğunda domates bitkisinin taze ağırlığı %28, kuru ağırlığı %35 ve bitki boyu %14 azalmıştır. Bu oranlar patlıcan bitkisi için %27, 37 ve 12 olarak gerçekleşmiştir. (d) *V. dahliae* ve *G. mosseae* birlikte uygulandığında domateste taze ağırlıkta %33, kuru ağırlıkta %24 ve ortalama bitki boyunda %21 artış görülmüştür. Aynı değerler patlıcanda %32, 10 ve 16 artış şeklinde bulunmuştur. Bu sonuçlar AM fungusunun bitki patojeni *V. dahliae*'nin bitkideki olumsuz etkilerini azalttığını göstermektedir. (e) AMF uygulanan bitkilerde P ve N alımları kontrol bitkilerine göre daha yüksek olmuş iken K, Ca, Mg ve B alımlarında bir farklılık bulunmamıştır. (f) AMF uygulanan bitkilerin yaprak ve gövdelerinde Zn, Mn, Fe ve Cu gibi mikro elementlerin konsantrasyonları kontrole göre daha düşük olmuştur.

3. MATERYAL VE METOD

Topraksız ortama arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan yetiştiriciliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma; 2001-2003 yılları arasında Tokat Merkez İlçede Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma alında bulunan bir cam serada yürütülmüştür. Doğu-batı yönünde kurulu olan tek çatılı cam seranın boyutları; 12 x 35 m (420 m²), yan yüksekliği 2,2 m ve çatı yüksekliği ise 5 m'dir.

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak, Tokat yöresinde açıkta yetiştiriciliği ekonomik olmayan ve son yıllarda örtü altında yetiştirilmeye başlanan, ancak toprak kaynaklı sorunlara duyarlı olan (Yazgan ve İşbeceren, 1985) ve genel olarak mikorizaya karşı olumlu tepki veren türler arasında yer alan (Al- Raddad, 1987; Matsubara et. al., 1995; Ortaş, 1998; Karagiannidis, 2002; Greipsson and El-Mayas, 2002.) patlıcan (*Solanum melongena* L.) seçilmiştir.

Çeşit olarak ise Agromar firmasına ait olan Faselis F₁ çeşidi kullanılmıştır. Faselis F₁, Avrupa orijinli uzun meyveli patlıcan çeşidi olup meyve kabuğu parlak ve koyu mor-siyah renktedir. Oldukça güçlü ve açık bitki habitüsüne sahiptir. Boğum araları kısadır. Yaprakları fazla büyük olmayıp, yaprak sapı kısadır ve tüylülük azdır. Düşük sıcaklıkta meyve tutumu iyi ve verim oldukça yüksektir. Antalya merkez ve batı kıyılarındaki patlıcan üretiminde yaklaşık %90 oranında Faselis F₁ çeşidi kullanılmaktadır (Ekiz and Boyacı, 2001).

3.1.2. Mikorizal Materyal

Denemede endomikoriza fungusu olarak, daha önceki çalışmalarda iyi sonuç verdiği bildirilen (Karaman, 1993; Ravnskov and Jakobsen, 1999; Karandashov et. al., 2000; Akpınar et al., 2001; Paydaş et al., 2001; Sarı ve ark., 2001; Greipsson and El-Mayas, 2002) *Glomus caledonium* türü kullanılmıştır. Mikorizal materyal, denemenin birinci ve üçüncü yılları için Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden

ve ikinci yıl için ise Yüzüncüyıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden temin edilmiştir.

3.1.3. Substrat

Fide yetiştirme ortamı olarak Klassman marka steril torf kullanılmıştır. Bitki yetiştirme ortamı olarak ise, topraksız tarım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan pomza (Dinç ve ark., 1978; Ataman, 1988; Jimenez et al., 1990; Balaguer et al., 1991; Gül, 1995; Gül ve ark., 1996; Paksoy ve Abak, 1996; Sevgican, 1999a) kullanılmıştır. Denemede kullanılan pomza Nevşehir orijinli ve asit karakterli olup, tane boyutu ≤ 0.4 mm'dir.

3.1.4. Sera Taban Örtüsü

Seranın 420 m² olan taban alanını örtmek için, su ve ışık geçirgenliği olmayan koyu mavi ve yeşil renkli branda kullanılmıştır.

3.1.5. Saksılar

Bitki yetiştirmede, derinliği 18, iç genişliği 20 cm ve iç uzunluğu 71 cm olan yaklaşık 25,6 litre hacimli toplam 180 adet ayaklı sert PVC saksı kullanılmıştır.

3.1.6. Sulama Sistemi

Stok besin çözeltilerinin hazırlanmasında ağzı kapaklı 120 litre hacimli 5 adet sert plastik bidon kullanılmıştır. Denemede bitkilere üç ayrı gübre (P) dozu uygulandığı için, 1000 litre hacimli 3 adet çözelti tankı kullanılmıştır. Besin çözeltisinin bitkilere dağıtımını ise damla sulama sistemi ile sağlanmış ve bu amaç ile 0.5 beygir gücünde 3 adet elektromotopomp kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde ana hat olarak 40 mm çaplı kangal borular ve lateral hat olarak ise, birinci yıl 16 mm çaplı ve 1 bar basınçta 4 litre/saat su damlatma kapasiteli damla sulama borusu kullanılırken, denemin 2. ve 3. yılında ise üzerine 1 bar basınçta 2.3 litre/ saat su damlatma kapasiteli katif meme monte edilmiş olan, yine 16 mm çaplı damla sulama borusu kullanılmıştır. Sisteme uygulanan çözelti miktarını tespit etmek için, 3 adet su saati kullanılmıştır. Drenaj tanklarındaki çözelti miktarını

ölçme işlemi, bu amaç için özel olarak hazırlanmış 150 cm uzunluğunda plastik bir cetvel ile ve tankların boşaltılması ise 1 beygir gücündeki dalgıç pompa ile gerçekleştirilmiştir.

3.1.7. Drenaj Sistemi

Seranın güney tarafına ve temel betonundan 1 m iç kısma, içine drenaj toplamada kullanılan plastik tankların yerleştirildiği, 1 m genişliğinde ve 1.3 m derinliğinde olan 20 m uzunluğunda bir hendek açılmıştır.

Denemede kullanılan saksılardan elde edilecek drenajları toplamak için 120 litre hacimli 19 adet PVC tank kullanılmıştır. Drenajın tanklarda toplanması için, saksılar ile tanklar arasındaki bağlantıda ise 50 mm'lik sert PVC atık su borusu kullanılmıştır.

3.2. Metod

Deneme; tesadüf parselleri deneme desenine uygun şekilde 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Denemede 2 faktörün etkisi incelenmiş olup ele alınan faktörler ve seviyeleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Mikoriza uygulaması

1.1. + Mikoriza

1.1. - Mikoriza

2. Fosfor uygulaması

2.1. 15 ppm

2.2. 30 ppm

2.3. 45 ppm

3.2.1. Sera Zemininin ve Saksıların Hazırlanması

Sera zemini kaba materyallerden temizlenerek, saksılardan drene olan çözeltinin drenaj tanklarında toplanabilmesi için hem güney ve hem de doğu istikametinde %2-3 meyil verilerek tesviye edilmiştir.

Seranın güney tarafına ve temel betonundan 1 m iç kısma, içine drenaj toplamada kullanılan plastik tankların yerleştirildiği, genişliği 1 m ve derinliği 1,3 m ve uzunluğu 20 m olan bir hendek açılmıştır. Bu hendeğe, her bitki sırasına 1 adet karşılık gelecek şekilde toplam 19 adet PVC tank yerleştirilmiştir.

Saksıların, drenaj tanklarının ve sera içersinde çalışan kişilerin toprakla temasını kesmek için, sera zemini ve drenaj kanalı plastik branda ile kapatılmıştır.

Denemede kullanılacak saksıların her birine, saksı tabanında besin çözeltisi havuzu oluşturacak şekilde, saksı tabanının 3 cm üst kısmından 1,5 cm çapında ikişer adet delik açılmıştır. Delik delme işlemi, ucuna delik kesme aparatı takılmış matkap ile gerçekleştirilmiştir. Açılan deliklere çift yanaklı conta ve her deliğe PVC nipel manşonu takılmıştır.

Deneme, topraksız yetiştirme yöntemlerinden saksı kültürüne uygun olarak, açık sitem şeklinde düzenlenmiştir (Sevgican, 1999a). Uzunluğu 75 cm olan saksılardan 10 adedi aralarında hiç boşluk bırakılmadan sıralanarak, 90 cm ara ile 7,5 m uzunluğunda toplam 18 sıra oluşturulmuştur.

Saksılardan elde edilecek drenajların tanklara taşınmasında kullanılan PVC atık su borularına, saksılardaki deliklere karşılık gelecek şekilde yine aynı büyüklükte delikler açılmış ve bu deliklere de saksılarda olduğu gibi çift yanaklı contalar takılmıştır. Saksılardaki deliklere takılan PVC nipel manşonu ile saksı-PVC boru bağlantısı su sızdırmayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Her sırada verim ile ilgili değerlerin alındığı 5 saksının drenajı bir tankta toplanacak şekilde ve periyodik olarak söküm yapılan diğer 5 saksının drenajı ise atılmak üzere, diğer sıraların atılacak drenajları ile birlikte tek bir tankta toplanacak şekilde drenaj bağlantıları düzenlenmiştir.

Her saksıya 22 litre pomza doldurularak, saksılar fide dikimine hazır hale getirilmiştir.

1000 er litrelik 3 adet besin çözültisi tankı sera içersine yerleştirilerek her tankın çıkısına sırasıyla PVC elek filtre, elektromotopomp, by pass sistemi ve su saati monte edilmiş ve saksı sıra başlarına boydan boya yerleştirilen ana kangal borular su saati çıkışına bağlanmıştır. Her saksıya 2 adet damlatıcı denk gelecek şekilde saksı sıralarının üzerine yerleştirilen 16 mm çaplı damla sulama boruları ana borular ile bağlantı nipeli kullanılarak birleştirilmiştir.

3.2.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi

3.2.2.1. Fidelerin Yetiştirilmesi

Denemede kullanılan fideler; hücre (göz) büyüklüğü 5 x 5 cm olan plastik çoklu (45 li) saksılar kullanılarak, steril torf ortamında yetiştirilmiştir. Mikorizalı fide elde edebilmek için, torfla doldurulan çoklu saksı gözlerinin ortasına açılan çukurlara yaklaşık 5 g mikorizal materyal eklendikten sonra tohum ekimi yapılmış (Çığsar ve ark, 2000) ve üzeri torf ile kapatılmıştır. Tohum ekimi her üç yılda da 1 Mart tarihinde yapılmıştır. Ekim sonrası çökertene karşı previcur kullanılmıştır.

Tohum ekimi yapılan çoklu saksılar, cam seranın içine kurulan 3 x 5 m boyutlarındaki yüksek plastik tünel altında bulunan yetiştirme masaları üzerine yerleştirilmiştir. Plastik tünel soğuk günlerde elektrikli ısıtıcı ile ısıtılmıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız olarak yetiştirilen ve dikime hazır hale gelmiş örnek fideler, Şekil 3.1.'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Mikorizalı (+) ve mikorizasız (-) olarak yetiştirilen ve dikime hazır hale gelmiş fideler



Şekil 3.2. Dikim sonrası deneme alanının genel görünümü

3.2.2.2. Dikim ve Bakım İşleri

Spor sayımı yapılmış ve kile sardırılmış halde hazır olarak alınan mikoriza inokulumu, fide dikimi için saksılara açılan dikim çukuru tabanına 100 g (1000 spor)/fide olacak şekilde yerleştirilmiş ve daha sonra 5-7 gerçek yaprağa sahip fideler, her saksıda 2 ve her parselde 20 adet bitki olacak şekilde 90x37,5 cm (2963 bitki/da) sıra arası ve üzeri mesafelerle dikilmiştir. Şekil 3.2'de dikim sonrası deneme alanının genel durumu görülmektedir.

Bitkilerde budama (Yalçın, 1984; İbrahim, 1985; Günay, 1992 ve Sevgican, 1999b) ve askıya alma (Sevgican, 1999b) aşağıdaki gibi yapılmıştır :

Sürgünlerin gelişmeye başlaması ile birlikte; ana gövdeye ilave olarak güçlü iki sürgün seçilerek diğer sürgünler bitkiden uzaklaştırılmış ve böylece her bitkide 3 gövde oluşturulmuştur. Her gövde, ayrı ayrı askıya alınmıştır. İlerleyen dönemlerde gövdeler üzerinde gelişen yan sürgünlerde 2 adet çiçek bırakılıp, 1 yaprak üzerinden uç alınarak sürgünün gelişmesi durdurulmuştur. Bu arada gövdeler üzerindeki uçları alınan yan sürgünlerin, yaprak koltuklarından çıkan sürgünlerin gelişmesine izin verilmemiştir. Uçları alınan yan sürgünlerdeki meyvelerin tümünün hasadından sonra, sürgünün tamamı gövdeden uzaklaştırılmıştır. Yaprak budaması ise; gövdenin en altındaki büyümekte olan meyvenin alt kısmında 2 adet yaprak bırakılarak, alttaki tüm yaprakların alınması şeklinde yapılmıştır. Bu arada vejetasyon boyunca dip sürgünlerin gelişmesine de izin verilmemiştir.

Şekil 3.3.'de, bitkilerde askıya alma işleminin ilk aşaması ve Şekil 3.4.'de ise üç gövde oluşturulmuş ve askıya alınmış bitkiler görülmektedir. Şekil 3.5.'de ilerleyen dönemlerde budama yapılmış bitkiler ve Şekil 3.6.'da ise ilerleyen dönemlerde düzenli meyve tutumu görülmektedir.



Şekil 3.3. Üç gövde oluşturmada önce bitkilerde askıya alma işlemi başlangıcı



Şekil 3.4. Üç gövde oluşturulmuş ve askıya alınmış bitkiler



Şekil 3.5. İlerleyen dönemlerde budama yapılmış bitkiler



Şekil 3.6. İlerleyen dönemlerde düzenli meyve tutumu

3.2.2.3. Üretim Takvimleri

Denemeye ilişkin ekim, dikim, ilk hasat ve son hasat tarihleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Üretim takvimleri

Yıl	Ekim Tarihi	Dikim Tarihi	İlk Hasat Tarihi	Son Hasat Tarihi
2001	01 Mart	22 Nisan	01 Temmuz	10 Kasım
2002	01 Mart	30 Nisan	21 Haziran	10 Kasım
2003	01 Mart	05 Mayıs	27 Haziran	10 Kasım

3.2.2.4. Besin Çözeltilisinin Hazırlanması

Denemede kullanılan besin çözeltisi Sevgican (1999a)’a göre Çizelge 3.2’deki gibi hazırlanmıştır. Besin çözeltisinin pH değeri 6 ve EC değeri ise 2 mmhos/cm civarında tutulmuştur (Savvas and Lenz, 1994). Sulama suyunun Mg içeriği yüksek olduğu için, besin çözeltisine Mg ilavesi yapılmamıştır. Besin çözeltisini hazırlamada kullanılan kimyasal kaynaklar ve miktarları ise Çizelge 3.3.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan besin çözeltisinin element içeriği (mg/l)

Element	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Doz (mg/l)	180	15,30,45	240	160	50*	3	0.75	0.50	0.4	0.1	0.05

* ilave edilmemiştir

Çizelge 3.3. Besin çözeltisini hazırlamada kullanılan kimyasal kaynaklar ve miktarları

Kimyasal kaynaklar	1000 litre sulama suyuna kullanılacak miktarlar		
	15 ppm P	30 ppm P	45 ppm P
Amonyum nitrat (%33 N)	235 g	235 g	235 g
Potasyum nitrat (%13 N, %46 K ₂ O=%38.2 K)	270 g	270 g	270 g
Potasyum sülfat (%50 K ₂ O=% 41.5 K)	285,5 g	241 g	197 g
Mono potasyum fosfat (%52 P ₂ O ₅ = %22.7 P, %33.5 K ₂ O=%27.8 K)	66 g	132 g	198 g
Kalsiyum nitrat (%15.5 N, %19 Ca)	450 g	450 g	450 g
Sequestrene (%6 Fe)	50 g	50 g	50 g
MESS (mikro element stok solüsyonu)	100 ml	100 ml	100 ml

Mikro element stok çözeltisi, Çizelge 3.4'de belirtilen kimyasal maddelerin 1 litre saf suda eritilmesi ile hazırlanmış ve karanlık ortamda muhafaza edilmiştir. Mikro element stok çözeltisi, 1000 litre sulama suyuna 100 ml hesabıyla kullanılmıştır. Denemede kullanılan suyun element içeriği ise Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Mikro element stok çözeltisi bileşimi

Kimyasal Maddeler	Kullanım Miktarları (g/l)
Mangan sülfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	23,0450
Borik asit (H_3BO_3)	22,5450
Çinko sülfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	22,0770
Bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	3,9290
Amonyum molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0,9196

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan suyun element içeriği (ppm)

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
0	0	0	75,6	50,7	1,1	0	0	0

3.2.2.5. Su ve Besin Maddelerinin Uygulanması

Bitki gelişimi için gerekli (esansiyel) tüm besin elementlerini içeren besin çözeltisinin bitkilere verilmesi damla sulama sistemi ile sağlanmıştır. Günlük olarak verilecek olan besin çözeltisi miktarı, verilenin yaklaşık %20'si drene olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu amaç ile tanklardan sulama sistemine çözelti pompalayan motopomplar, 1 saniye hassasiyetli zaman saati ile bitki gelişimine ve sera içi hava sıcaklığına bağlı olarak günde 3-5 kez ve 2-5 dakika arasında çalıştırılmıştır.

Drenajlarda düzenli olarak EC kontrolü yapılmış ve drenaj EC'si 2,5 mmhos/cm'yi geçince, EC tekrar 2 mmhos/cm'ye düşene kadar besin çözeltisi yerine sadece su verilmiştir.

3.2.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.3.1. Fide Gelişiminin Saptanması

Kök uzunluğu (cm) : Kökler sökünden sonra kopmamasına dikkat edilerek yıkanmış, torftan temizlenmiş ve en uzun kökün uç kısmı ile kök boğazı arasındaki mesafe cm olarak ölçülmüştür.

Gövde uzunluğu (cm) : Sökülen fidelerde, kök boğazı ile fidenin üst büyüme noktası arasındaki mesafe cm olarak ölçülmüştür.

Gövde çapı (mm) : Sökülen fidelerde, gövde çapı kök boğazı seviyesinden kumpas kullanılarak mm olarak ölçülmüştür

Yaprak sayısı (adet) : Sökülen fidelerdeki (tam açmış olan) gerçek yaprak sayısı adet olarak kaydedilmiştir

Gövde yaş ağırlığı (g) : Sökülen fidelerin gövde ve yaprakları hassas terazide ($\pm 0,01$) g olarak tartılmıştır.

Kök yaş ağırlığı (g) : Yıkanan fide kökleri, kurutma kağıdı arasında fazla suları alındıktan sonra g ($\pm 0,01$) olarak tartılmıştır.

Gövde ve kök kuru ağırlıkları (g) : Yaş ağırlığı alınan fide ve kökler, kese kağıtlarına konulmuş ve 65 °C de 48 saat bekletilerek kurutulmuş ve ağırlıkları ($\pm 0,01$) g olarak tartılmıştır.

3.2.3.2. Bitki Gelişiminin Saptanması

Uygulamaların bitki gelişmesi üzerine olan etkilerinin tespit edilmesi amacıyla, her parselden yaklaşık 45 günde bir 1 saksıdaki 2 bitki sökülüştür. Denemenin her üç yılında da, her parselden 4 adet saksıdaki toplam 8 adet bitki sökülüştür. Söküm tarihleri 2001 yılı için; 03 Haziran, 13 Temmuz, 23 Ağustos ve 18 Ekim; 2002 yılı için; 20 Haziran, 30 Temmuz, 15 Eylül, 01 Kasım ve 2003 yılı için ise; 22 Haziran, 10 Ağustos, 17 Eylül, 29 Ekim olarak gerçekleşmiştir.

Bitki gelişimini tespit etmek için aşağıda sunulan parametreler kullanılmıştır :

Kök uzunluğu (cm) : Kökler sökünden sonra kopmamasına dikkat edilerek

yıkanmış, pomza taşından temizlenmiş ve en uzun kökün uç kısmı ile kök boğazı arasındaki mesafe cm olarak ölçülmüştür.

Bitki uzunluğu (cm) : Sökülen bitkilerde, kök boğazı ile bitkinin en üst noktasındaki büyüme noktası arasındaki mesafe cm olarak ölçülmüştür.

Gövde uzunluğu (cm) : Sökülen bitkilerde, kök boğazı ile ilk dallanmanın başladığı nokta arasındaki mesafe cm olarak ölçülmüştür.

Gövde çapı (mm) : Sökülen bitkilerde, gövde çapı kök boğazı seviyesinden kumpas kullanılarak mm olarak ölçülmüştür.

Kök yaş ağırlığı (g) : Yıkanan kökler, kurutma kağıdı arasında fazla suları alındıktan sonra g olarak tartılmıştır.

Yaprak yaş ağırlığı (g) : Sökülen bitkilerdeki tüm yapraklar (yaprak sapı + yaprak ayası) koparılıp g olarak tartılmıştır.

Gövde-sürgün yaş ağırlığı (g) : Sökülen bitkilerden kök ve yapraklar uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan gövde-sürgün kısmı g olarak tartılmıştır.

Beşinci yaprak yaş ağırlığı (g) : Sökülen bitkilerin en üst noktasındaki büyüme noktasından geriye doğru gelişimini tamamlamış 5. yaprak alınarak, hassas terazide ($\pm 0,01$) g olarak tartılmıştır.

Beşinci yaprak eni (mm) : Yaprığın enindeki en uzak iki nokta arası, 5. yaprak için mm olarak ölçülmüştür.

Beşinci yaprak boyu (mm) : Sap ile yaprak ayasının birleştiği noktadan yaprak ucuna kadar olan mesafe, 5. yaprak için mm olarak ölçülmüştür.

Meyve yaş ağırlığı (g) : Hasat edilen meyveler dijital terazide (± 2) g olarak tartılmıştır.

Kök, gövde, yaprak, 5. yaprak ve meyve kuru ağırlıkları (g) : Yaş ağırlığı alınan kök, gövde, yaprak, 5. yaprak ve meyveler (ilk yıl meyvelerin kuru ağırlığı alınmamıştır) saf su ile yıkanarak (gövde ve meyveler küçük parçalar halinde doğranmıştır), laboratuarda bir gün bekletildikten sonra, kese kağıtlarına konulmuş ve 65 °C de 48 saat bekletilerek kurutulmuş ve ağırlıkları ($\pm 0,01$) g olarak tartılmıştır. Her mikorizalı kökten % infeksiyon tespiti için bir miktar numune alındığı için, mikorizalı köklerin kuru ağırlığının hesaplanmasında oranlama yapılmıştır.

3.2.3.3. Verim ve Meyve Özellikleri

Her parselde bitki gelişimini tespit etmek için periyodik olarak sökülen bitkiler dışında toplam 10'ar adet bitki verim değerlerinin tespit edilmesi için kullanılmıştır. Bu bitkilerden çeşide özgü irilikte hasat edilen meyveler Anonymous (1988)'e göre tasnif edilerek, pazarlanabilir (1. + 2. kalite meyveler) ve iskarta verim olarak toplam ağırlıkları ve meyve sayıları kaydedilmiş ve parsel başına toplam verim değerleri belirlenmiştir. Pazarlanabilir, iskarta ve toplam verim değerleri bitki başına adet ve ağırlık olarak hesaplanmış, ayrıca ton/da olarak da verilmiştir. Ortalama, pazarlanabilir ve iskarta meyve ağırlığı ise, parsel başına toplam meyve ağırlığının toplam meyve sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Hasatlar, meyvelerin çeşide özgü iriliğe gelme durumuna göre yapılmış olup, denemenin yürütüldüğü 2001 yılında 13, 2002 yılında 15 ve 2003 yılında ise 19 kez yapılmıştır. Yapılan ilk 3 hasat, erkenci verim olarak değerlendirilmeye alınmıştır.

3.2.3.4. Köklerde Mikorizal İnfeksiyon (%)

Philips and Hayman (1970)'a göre hazırlanan AFA [%5 asetik asit, %5 formaldehit ve %90 etil alkol (%70 lik)] solüsyonunda muhafaza edilen mikorizalı köklerde boyama işlemi aşağıdaki gibi yapılmıştır (Phillips and Hayman, 1970'den modifiye edilerek):

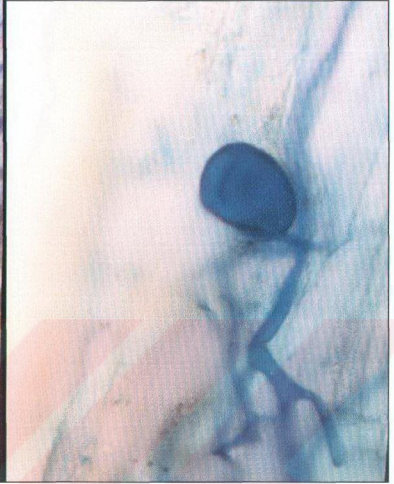
Mikorizal infeksiyonun yoğun olduğu tahmin edilen kılcal köklerden yaklaşık 1 cm uzunluğunda parçalar halinde bir miktar kök alınarak, 50 ml'lik beherlere konulmuştur. Köklerin üzerini kaplayacak kadar %10'luk KOH ilave edilerek kökler bu ortamda 12 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda beherlerdeki KOH boşaltılmış ve yerine yine köklerin üzerini kaplayacak şekilde %10'luk HCl konulmuş ve 30 dakika bu şekilde bekletildikten sonra, beherlerdeki HCl boşaltılmıştır. Daha sonra beherlere; 40 ml laktik asit, 40 ml saf su, 80 ml gliserin ve 0,08 g trypanblue karışımı ile elde edilen boyama çözeltisi köklerin üzerini kaplayacak şekilde konulmuştur ve kökler bu şekilde 2 saat bekletildikten sonra, 50 °C'deki etüv içersinde 5 dakika bekletilmiştir. Bu işlemler sonrasında kökler saf su ile yıkanarak %80'lik laktik asitte 1 saat bekletilerek boyama işlemi tamamlanmıştır.

Daha sonra beherlerdeki kökler laktik asit ile birlikte bir petri kutusuna boşaltılmıştır ve pens yardımıyla çok hassas ve dökülgen olan kökçükler lamaların üzerine taşınmıştır. Her lam için yaklaşık 10-15 kökçük yan yana yerleştirilmiş ve lamel ile kapatılarak mikroskopik incelemeye hazır hale getirilmiştir. 40 ve 200 büyütmeli mikroskopta, iç-dış hifler, vesikül ve arbuskül yapılarından en az biri görülen kök mikoriza ile bulaşık olarak adlandırılmıştır (Ortaş, 1998). Her kök örneğinde toplam 150 kök parçasında mikoriza varlığı incelenerek, pratik olarak “% kök enfeksiyonu= toplam mikorizalı kök / toplam sayılan kök” formülü ile belirlenmiştir. Denemede mikoriza enfeksiyon oranını hesaplamak için, 108 kök numunesinde toplam 16200 adet kök parçası mikroskopik incelemeden geçirilmiştir.

Şekil 3.7’de yoğun hif oluşumu, Şekil 3.8’de hif bağlantılı klamidiospor ve Şekil 3.9’da ise vesiküller görülmektedir.



Şekil 3.7. Yoğun hif oluşumu



Şekil 3.8. Hif Bağlantılı klomidiospor



Şekil 3.9. Vesiküller (kaşık şeklinde)



3.2.3.5. Bitki Kısımlarının Besin Elementi İçerikleri ve Bitki Tarafından Kaldırılan Toplam Element Miktarları

Her parselden yaklaşık 45 gün ara ile, yetiştirme dönemi boyunca 4 kez 1'er saksıdaki (toplam 4 adet saksı) bitkiler sökülüştür. Sökülen bitkiler kök, gövde, yaprak ve meyve kısımlarına ayrılmış ve etüvde kurutulmuştur. Kurutulan bitki kısımları öğütüldükten sonra, Bayraklı (1987)'ya göre yaş yakma metodu ile yakılmış ve toplam 540 adet bitki kısmı numunesinde besin elementi içeriğine (P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn) bakılmıştır.

Yaş yakma işleminde kullanılacak tüm malzemeler ve süzüklerin konulduğu plastik şişeler 24 saat süre ile %10'luk hidroklorik asit içinde tutulmuş ve daha sonra sırasıyla musluk suyu ve saf sudan geçirilmiştir.

Her bir örnek için; 0,3 g bitki örneği tartularak 50 ml'lik ölçülü erlen içerisine konulmuştur. Üzerine 2.5 ml sülfürik asit (analitik saflıkta) ilave edilerek erlen muhtevası karıştırılmıştır. İşlem sırasında fazla köpürme ve kabarmayı önlemek için bu karışımlar 24 saat bu şekilde bekletilmiştir. Ayrıca, sadece 2.5 ml sülfürik asit kullanılan şahit örnek de

hazırlanmıştır. Bu karışımların bulunduğu erlenler 180 °C sıcaklıktaki metal düzlem üzerinde (hot plate) 1 saat ısıtılmıştır. Soğutulan erlenlere 5 damla hidrojenperoksit (H_2O_2) ilave edilmiştir. Sıcak düzlemin ısısı 280 °C ye yükseltilerek erlenler bu sıcaklıkta 10 dakika ısıtılmıştır. Bu sürenin sonunda karışım soğumaya terk edilmiş ve tekrar 5 damla H_2O_2 ilave edilerek 10 dakika daha ısıtılmıştır. Bu ilave ve ısıtma-soğutma işlemine 10 dakikalık aralıklarla erlen içersindeki karışım berraklaşıp renksizleşinceye kadar devam edilmiştir. Daha sonra soğutularak mavi bant filtre kağıdından ölçülü balon joje içersine süzülen örneklerin hacmi, saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Steril plastik şişelere doldurulan bu ekstraksiyonlar, ICP aletinde makro ve mikro besin elementi okumalarının yapılması için, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'na gönderilmiştir. Elde edilen okuma değerlerinden, şahit örneğe ait okuma değerleri çıkartıldıktan sonra düzeltilmiş okuma değerleri elde edilmiştir.

Aşağıdaki formüller (Alparslan ve ark., 1998'den modifiye edilmiştir) kullanılarak elde edilen rakamlar, bitki kısmında mikroelementler için mg/kg (formül1) ve makroelementler için ise % (formül2), olarak ifade edilmiştir.

Formül 1 $\rightarrow$ (mg/kg) = (hacim/ağırlık) x düzeltilmiş okuma değeri

Formül 2 $\rightarrow$ (%) =
$$\frac{(\text{hacim/ağırlık}) \times \text{düzeltilmiş okuma değeri}}{10\ 000}$$

Bitki kısımlarının kuru ağırlığı ve element içerikleri dikkate alınarak bitki tarafından kaldırılan element miktarları hesaplanmıştır.

3.2.3.6. Drenaj Çözeltilisinin Besin Elementi İçerikleri ve Atılan Element Miktarları

Denemenin her üç yılında da, yaklaşık ayda bir (toplam 5 kez) her parselden alınan drenaj örneklerinde besin elementi içeriği (P, K, Fe, Ca, Mg, ve Zn), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda tespit edilmiştir. Elde edilen okuma değerleri mg/litre (ppm) olarak değerlendirmeye alınmıştır. Drene olan çözeltili'nin miktarı ve element içeriği dikkate alınarak, bitki başına atılan element miktarları belirlenmiştir.

3.2.3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen verilere, bilgisayarda SPSS paket programında (Norusis, 1993) varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ($\alpha:0,05$) ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Fide Yetiştiriciliği

Mikoriza uygulamasının dikime hazır fidelerde bazı özellikler üzerine etkisi Çizelge 4.1' de verilmiştir. Birinci deneme yılında, fide özelliklerinin tümü üzerine, mikoriza uygulamasının etkisi istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması kontrole göre, gövde uzunluğunu %13, kök uzunluğunu %22, gövde kalınlığını %13, yaprak sayısını %13, gövde yaş ağırlığını %38, gövde kuru ağırlığını %35, kök yaş ağırlığını %32 ve kök kuru ağırlığını %25 artırmıştır.

İkinci yılda; gövde uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının etkisi istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması kontrole göre, gövde uzunluğunu %5, kök uzunluğunu %17 yaprak sayısını %13, gövde yaş ağırlığını %16 ve gövde kuru ağırlığını %21 artırmıştır.

Üçüncü yılda; gövde uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının etkisi istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması kontrole göre, gövde uzunluğunu %5, kök uzunluğunu %13 yaprak sayısını %7, gövde yaş ağırlığını %11, gövde kuru ağırlığını %12 ve kök kuru ağırlığını %39 artırmıştır.

4.2. Serada Bitki Yetiştiriciliği

4.2.1. Bitki Gelişimi

4.2.1.1. Kök Enfeksiyonu

Kök enfeksiyonunun fosfor uygulamalarına bağlı olarak değişimi Çizelge 4.2'de verilmiştir. Birinci yılda, kök enfeksiyonu üzerine fosfor uygulamasının etkisi, 18 Ekim dışında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. En yüksek kök enfeksiyonu değeri 3 Haziran'da %31 olarak saptanmış iken, 18 Ekim'de %97,3'e ulaşmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonu arttıkça, kök enfeksiyonu azalmıştır. Bu azalış 15 ppm'e göre

Çizelge 4.1. Mikoriza uygulamasının dikime hazır fidelerde bazı özellikler üzerine etkisi

	Gövde Uzunluğu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Kalınlığı (mm)	Yaprak Sayısı (adet/fide)	Gövde Yaş Ağırlığı (g/fide)	Gövde Kuru Ağırlığı (g/fide)	Kök Yaş Ağırlığı (g/fide)	Kök Kuru Ağırlığı (g/fide)
1. DENEME YILI								
-M	11,2 b	12,6 b	3,2 b	5,5 b	3,88 b	0,68 b	2,04 b	0,16 b
+M	12,6 a	15,4 a	3,6 a	6,2 a	5,37 a	0,92 a	2,70 a	0,20 a
LSD _{0,05}	0,52**	1,36**	0,12**	0,31**	0,29**	0,05**	0,24**	0,02**
2. DENEME YILI								
-M	11,1 b	11,7 b	3,2	5,5 b	3,92 b	0,68 b	2,38	0,18
+M	11,7 a	13,7 a	3,3	6,2 a	4,54 a	0,82 a	2,38	0,25
LSD _{0,05}	0,47**	0,91**	Ö.D.	0,29**	0,26**	0,05**	Ö.D.	Ö.D.
3. DENEME YILI								
-M	14,0 b	11,6 b	3,7	5,5 b	4,78 b	0,95 b	4,62	0,46 b
+M	14,7 a	13,1 a	3,6	5,9 a	5,31 a	1,06 a	5,07	0,64 a
LSD _{0,05}	0,76**	0,81**	Ö.D.	0,31**	0,38**	0,03**	Ö.D.	0,10**

Çizelge 4.2. Fosfor uygulamasının kök infeksiyonu (%) üzerine etkisi

1. DENEME YILI	03 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
15 ppm	31,0 a	60,0 a	89,7 a	97,3
30 ppm	19,0 b	40,0 b	78,3 ab	91,0
45 ppm	14,3 b	30,3 b	63,3 b	88,7
LSD _{0,05}	11,2*	19,8*	19,1*	Ö.D.
2. DENEME YILI	20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	01 Kasım
15 ppm	9,7 a	13,0 a	18,0 a	25,3 a
30 ppm	8,0 b	10,3 b	13,7 b	20,0 b
45 ppm	6,3 c	8,0 c	11,0 c	14,0 c
LSD _{0,05}	1,5**	1,3**	2,7**	1,8**
3. DENEME YILI	22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
15 ppm	33,0 a	68,0 a	93,3 a	98,3 a
30 ppm	22,3 b	44,7 b	76,7 b	86,7 b
45 ppm	13,3 c	29,3 c	53,7 c	71,3 c
LSD _{0,05}	2,7**	5,5**	5,0**	6,3**

kıyaslandığında, 30 ve 45 ppm için sırasıyla; 3 Haziran'da %39 ve 54, 13 Temmuz'da %33 ve 50 ve 23 Ağustos'ta ise %13 ve 29 düzeyinde gerçekleşmiştir. Vejetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu artmıştır. Bu artış, ilk ve son kök inceleme zamanları karşılaştırıldığında; 15 ppm için %214, 30 ppm için %379 ve 45 ppm için ise %520 düzeyinde gerçekleşmiştir.

İkinci yılda, kök infeksiyonu üzerine fosfor uygulamasının etkisi, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. İkinci yılda da, besin çözeltisinin P konsantrasyonu arttıkça kök infeksiyonunun azaldığı belirlenmiştir. Bu azalış 15 ppm'e göre kıyaslandığında, 30 ve 45 ppm için sırasıyla; 20 Haziran'da %18 ve 35, 30 Temmuz'da %21 ve 38, 15 Eylül'de %24 ve 39 ve 1 Kasım'da %21 ve 45 düzeyinde gerçekleşmiştir. Vejetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu artmıştır. Bu artış, ilk ve son kök inceleme zamanları karşılaştırıldığında; 15 ppm için %161, 30 ppm için %150 ve 45 ppm için ise %122 düzeyinde gerçekleşmiştir. En yüksek kök infeksiyonu oranı, yetiştirme döneminin başında %9,7 olarak saptanmış, dönem sonunda ise %25,3'e ulaşmıştır.

Üçüncü yılda, kök infeksiyonu üzerine fosfor uygulamasının etkisi, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiş ve daha önceki deneme sonuçlarına benzer şekilde besin çözeltisinin P konsantrasyonu arttıkça, kök infeksiyonu azalmıştır. Bu azalış 15 ppm'e göre kıyaslandığında, 30 ve 45 ppm için sırasıyla; 22 Haziran'da %32 ve 60, 10 Ağustos'da %34 ve 57, 17 Eylül'de %18 ve 42 ve 29 Ekim'de %12 ve 27 düzeyinde gerçekleşmiştir. Vejetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu artmıştır. Bu artış, ilk ve son kök inceleme zamanları karşılaştırıldığında; 15 ppm için %198, 30 ppm için %289 ve 45 ppm için ise %436 düzeyinde gerçekleşmiştir. P uygulamasına bağlı olarak kök infeksiyon oranının yetiştirme dönemi içerisindeki değişimi, ilk yılda elde edilen sonuçlara benzer olmuştur. 15 ppm P dozunda, yetiştirme döneminin başında %33 olarak saptanan kök infeksiyonu oranı dönem sonunda %98,3'e ulaşmıştır.

4.2.1.2. Kazık Kök Sayısı ve Uzunluğu

Denemenin birinci yılında, kazık kök sayısı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Mikoriza ve P uygulamalarının kazık kök sayısı (adet/bitki) ve uzunluğu (cm) üzerine etkileri

		Kazık Kök Sayısı (adet/bitki)				Kök Uzunluğu (cm)			
1.DENEME YILI		03 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.	03 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	–	17,8	18,9	19,4	19,6	36,7 b	39,4	41,4	41,9 b
	+	18,3	19,6	20,2	20,6	40,7 a	40,4	42,9	44,8 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,9*	Ö.D.	Ö.D.	1,7**
P uygulaması	15	16,3	17,2 b	18,3	18,8	38,7	38,4	40,1	43,1 b
	30	18,8	20,8 a	21,0	21,2	39,0	42,3	42,4	40,7 c
	45	19,0	19,7 ab	20,2	20,2	38,3	39,1	44,0	46,3 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	2,72*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,1 **
Mikoriza x P	–15	15,3	16,0	16,7	17,3	35,3 b	34,7	38,2	40,9 cd
	–30	18,7	20,7	21,0	20,7	35,8 b	42,2	40,9	39,0 d
	–45	19,3	20,0	20,7	20,7	39,0 ab	41,5	45,1	45,7 a
	+15	17,3	18,3	20,0	20,3	42,2 a	42,2	42,0	45,2 ab
	+30	19,0	21,0	21,0	21,7	42,3 a	42,3	43,8	42,4 bc
	+45	18,7	19,3	19,7	19,7	37,6 ab	36,7	42,9	46,9 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	5,0*	Ö.D.	Ö.D.	2,9*
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	–	17,2	19,3	19,1	20,3	42,5	43,5	44,6	45,8
	+	18,2	20,4	20,3	21,4	42,5	42,7	43,7	45,3
	LSD _{0.05}	Ö.D	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	15,5 b	21,3 a	19,5	21,5	42,9	43,2	44,4	45,2
	30	17,7 ab	17,7 b	19,2	20,0	41,9	43,1	44,4	45,1
	45	20,0 a	20,7 a	20,5	21,2	42,7	42,8	43,7	46,4
	LSD _{0.05}	2,4**	1,9**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	14,7 c	20,7 ab	18,0	21,0	41,6	41,9	43,0	43,8
	–30	17,7 abc	16,3 c	20,0	20,0	42,0	44,2	45,6	46,1
	–45	19,3 ab	21,0 ab	19,3	20,0	43,9	44,3	45,1	47,6
	+15	16,3 bc	22,0 a	21,0	22,0	44,3	44,5	45,7	46,6
	+30	17,7 abc	19,0 b	18,3	20,0	41,7	42,0	43,2	44,0
	+45	20,7 a	20,3 ab	21,7	22,3	41,5	41,4	42,3	45,2
	LSD _{0.05}	3,4*	2,6**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	–	19,7	19,6	19,3	19,8	35,7	40,2 b	42,0 b	43,1 b
	+	19,8	20,1	21,0	21,2	37,4	42,8 a	44,6 a	46,4 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,1*	2,0*	1,9*
P uygulaması	15	18,5	19,7	19,8	20,2	36,2	41,6	43,3	44,9
	30	20,7	20,3	20,8	20,8	37,1	42,0	43,8	45,2
	45	20,0	19,5	19,8	20,5	36,4	40,9	42,8	44,2
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	18,0	19,0	19,0	19,3	35,7	40,9	42,6	43,9 ab
	–30	20,0	20,0	20,0	19,7	36,6	40,7	42,3	43,5 b
	–45	21,0	19,7	19,0	20,3	34,8	39,0	41,0	42,0 b
	+15	19,0	20,3	20,7	21,0	36,8	42,3	44,0	45,8 a
	+30	21,3	20,7	21,7	22,0	37,6	43,2	45,2	46,9 a
	+45	19,0	19,3	20,7	20,7	37,9	42,8	44,5	46,4 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,3*

P uygulamasının esas etkisi ise sadece 13 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir ve en yüksek değer 30 ppm P uygulamasında ve en düşük değer ise 15 ppm P uygulamasında elde edilmiştir. Kök uzunluğu üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi 3 Haziran ve 18 Ekim'de, P uygulamasının esas etkisi 18 Ekim'de ($P<0,01$) istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Deneme faktörleri arasındaki etkileşim incelendiğinde, 15 ve 30 ppm P dozlarında + mikoriza uygulamasının kök uzunluğunu artırdığı, 45 ppm'de ise mikoriza uygulamaları arasında fark olmadığı saptanmıştır.

İkinci yılda, kazık kök sayısı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi, istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P uygulamasının esas etkisi 20 Haziran ve 30 Temmuz'da ($P<0,01$) istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu tarihlerde faktörler arasındaki etkileşimin de önemli olduğu saptanmıştır. Kök uzunluğu üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkileri dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, kazık kök sayısı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkileri dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Kök uzunluğu üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi, ilk ölçüm tarihi hariç dönem boyunca ve uygulamaların birlikte etkisi ise son ölçüm tarihinde, istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması, kök uzunluğunu kontrole göre artırmıştır. 29 Ekim tarihinde, faktörler arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının kök uzunluğunu artırıcı etkisi saptanmıştır, + mikoriza uygulamasına bağlı olarak kök uzunluğunda meydana gelen artış, 30 ve 45 ppm P dozlarında 15 ppm'e oranla daha fazla olmuştur.

4.2.1.3. Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı

Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, birinci deneme yılında, mikoriza uygulaması genel olarak kök yaş ağırlığını artırmıştır, ancak bu artış sadece 18 Ekim'de (%14) istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi 3 Haziran ve 13 Temmuz'da

Çizelge 4.4. Mikoriza ve P uygulamalarının kök ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

		Yaş Ağırlık (g/bitki)				Kuru Ağırlık (g/bitki)			
1.DENEME YILI		03 Haz.	13 Tem.	23 Ağ.	18 Ek.	03 Haz.	13 Tem.	23 Ağu.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	130,72	159,00	147,10	258,09 b	23,50	28,38	28,59	62,75
	+	139,04	184,15	155,82	294,55 a	25,60	30,28	28,68	70,63
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	35,47*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	129,55 b	149,00 b	148,18	277,10	23,25	29,43	29,01	61,57
	30	125,43 b	172,08 ab	144,62	274,01	24,28	27,40	27,76	68,35
	45	149,66 a	193,64 a	161,57	277,85	26,13	31,17	29,14	70,15
	LSD _{0,05}	19,75*	34,23*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	122,63	138,17	134,53	252,03	22,14	27,85	28,29	54,88
	-30	121,56	168,30	144,27	258,33	22,33	26,22	27,39	68,14
	-45	147,97	170,53	162,50	263,91	26,05	31,07	30,09	65,23
	+15	136,48	159,84	161,84	302,18	24,37	31,00	29,73	68,26
	+30	129,29	175,86	144,96	289,70	26,22	28,58	28,13	68,55
	+45	151,34	216,76	160,65	291,79	26,20	31,26	28,19	75,07
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	-	194,17	146,99	311,91	364,44	32,85	26,75	74,67	100,35
	+	188,82	134,54	298,84	380,44	29,43	24,19	71,74	104,30
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	193,03	127,79 b	290,13	338,00	32,47	24,20 b	70,00	94,99
	30	201,88	159,57 a	312,53	402,00	31,61	30,63 a	75,23	110,18
	45	179,58	134,93 b	313,47	377,33	29,35	21,59 b	74,39	101,80
	LSD _{0,05}	Ö.D.	20,77*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	5,50*	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	192,21	130,77	288,80	328,00	31,48	25,32	69,78	91,02
	-30	198,77	167,47	330,13	377,33	36,91	31,86	78,25	104,43
	-45	191,55	142,72	316,80	388,00	30,16	23,08	75,97	105,61
	+15	193,85	124,80	291,47	348,00	33,46	23,08	70,22	98,96
	+30	205,00	151,68	294,93	426,67	26,31	29,39	72,21	115,93
	+45	167,61	127,15	310,13	366,67	28,53	20,09	72,80	98,00
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağu.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağu.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	125,09	156,15 b	233,17	311,38	21,98	22,42 b	48,45 b	73,77 b
	+	126,46	178,76 a	241,22	323,02	21,71	31,46 a	58,34 a	82,62 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	17,82*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	3,50**	5,99**	6,41*
P uygulaması	15	111,67 b	161,67 b	231,42	316,00	19,57 b	27,49	50,40	73,01
	30	128,96ab	153,19 b	229,43	320,80	20,83 b	24,16	51,32	80,34
	45	136,70 a	187,51 a	250,74	314,80	25,13 a	29,16	58,46	81,24
	LSD _{0,05}	17,78*	21,82*	Ö.D.	Ö.D.	3,02**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	111,07	149,60 b	223,23	307,73	20,79 ab	23,72 c	43,52 c	66,85 b
	-30	127,29	147,11 b	229,95	309,07	19,99 b	23,47 c	51,13 bc	76,24 ab
	-45	136,90	171,75 ab	246,33	317,33	25,15 a	20,07 c	50,69 bc	78,22 ab
	+15	112,28	173,73 ab	239,61	324,27	18,36 b	31,27 b	57,29 ab	79,17 a
	+30	130,62	159,28 b	228,90	332,53	21,66 ab	24,85 c	51,50 bc	84,44 a
	+45	136,49	203,28 a	255,15	312,27	25,11 a	38,25 a	66,23 a	84,26 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	30,86*	Ö.D.	Ö.D.	4,27*	6,06**	10,37**	11,10*

istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Kök yaş ağırlığı üzerine uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. 3 Haziran'da, kök yaş ağırlığı üzerine 15 ve 30 ppm dozları arasında fark görülmezken, 45 ppm dozunda en yüksek değer elde edilmiştir. 13 Temmuz'da ise, yine en yüksek değer 45 ppm dozundan elde edilirken, en düşük değer 15 ppm dozundan elde edilmiştir. Birinci deneme yılında, kök kuru ağırlığı üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

İkinci deneme yılında, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ise sadece 30 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 30 Temmuz'da, kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine 15 ve 45 ppm dozları arasında fark görülmezken, 30 ppm dozunda en yüksek değer elde edilmiştir.

Üçüncü deneme yılında, kök yaş ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi ile uygulamaların birlikte etkisi sadece 10 Ağustos tarihinde ve P uygulamasının esas etkisi ise ilk iki ölçümde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 10 Ağustos'ta, + mikoriza uygulaması, kök yaş ağırlığını kontrole kıyasla %14 oranında artırmıştır. 22 Haziran'da, en yüksek kök yaş ağırlığı değeri +45 ppm uygulamasında saptanmış ve +15 ile -45 uygulamaları da ikinci grupta yer almıştır. Kök kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi son üç analizde, P uygulamasının esas etkisi sadece ilk analizde ve uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, kök kuru ağırlığını kontrole göre artırmıştır, bu artış 10 Ağustos'ta %40 seviyesine ulaşmıştır. 22 Haziran'da, kök kuru ağırlığı açısından 15 ve 30 ppm P dozları arasında fark görülmezken, en yüksek değer 45 ppm dozunda elde edilmiştir ($P<0,01$). Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 22 Haziran'da, + mikoriza uygulamasının kontrol dozlarına göre kök kuru ağırlığını net olarak etkilemediği saptanmıştır. 10 Ağustos ve 17 Eylül'de, + mikoriza uygulaması, 15 ve 45 ppm P dozlarında kontrole göre kök kuru ağırlığını artırmıştır ($P<0,01$). 29 Ekimde ise, + mikoriza uygulaması sadece 15 ppm uygulamasında, kontrole göre kök kuru ağırlığını

artırmıştır. 17 Eylül ve 18 Ekim'de; +15 uygulamasının kontrol dozuna göre kök kuru ağırlığını istatistiksel anlamda artırdığı saptanmıştır.

4.2.1.4. Gövde Uzunluğu ve Çapı

Mikoriza ve P uygulamasının gövde uzunluğu ve çapı üzerine etkisi Çizelge 4.5' de verilmiştir. Birinci deneme yılında, gövde uzunluğu üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 3 Haziran'da, P uygulamasının esas etkisi 13 Temmuz'da ve uygulamaların birlikte etkisi ise 3 Haziran ve 13 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. 3 Haziran'da, + mikoriza uygulaması, gövde uzunluğunu kontrole kıyasla oransal olarak %13 artırmıştır. 13 Temmuz'da, en yüksek ve en düşük gövde uzunluğu değerleri sırası ile 45 ve 30 ppm P dozunda saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; + mikoriza uygulamasının gövde uzunluğunu artırdığı ve bu artışın 30 ve 45 ppm dozlarında kontrol dozlarına kıyasla istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Gövde çapı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 3 Haziran ve 18 Ekim'de, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise sadece 3 Haziran'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, gövde çapını kontrole kıyasla, 3 Haziran'da %4 ve 18 Ekim'de %8 oranında artırmıştır. 3 Haziran'da, 30 ve 45 ppm P dozlarında gövde çapı açısından daha yüksek değerler elde edilmiştir, mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde + mikoriza uygulamasının 30 ve 45 ppm P dozlarında kontrole göre gövde çapını artırdığı saptanmıştır.

İkinci yılda, gövde uzunluğu ve gövde çapı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, mikoriza uygulamasının gövde uzunluğu üzerine esas etkisi, 10 Ağustos ($P<0,05$), 29 Ekim ($P<0,05$) ve 17 Eylül'de ($P<0,01$) önemli bulunmuştur. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. + mikoriza uygulaması, gövde uzunluğunu kontrole göre son üç ölçümde sırasıyla %16, 11 ve 14 oranında artırmıştır.

Çizelge 4.5. Mikoriza ve P uygulamalarının gövde uzunluğu (cm) ve çapı (mm) üzerine etkileri

		Gövde Uzunluğu (cm)				Gövde Çapı (mm)			
1.DENEME YILI		3 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.	3 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	10,2 b	10,9	15,0	12,4	10,09 b	13,64	12,15	12,52 b
	+	11,5 a	11,3	14,4	12,4	10,47 a	13,35	12,34	13,56 a
	LSD _{0,05}	0,6**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,32*	Ö.D.	Ö.D.	0,75*
P uygulaması	15	10,7	11,1 ab	14,7	12,8	9,96 b	12,88	12,20	12,83
	30	11,1	10,5 b	14,5	11,9	10,37 a	13,51	12,29	13,52
	45	10,8	11,7 a	14,8	12,5	10,51 a	14,11	12,24	12,78
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,7**	Ö.D.	Ö.D.	0,39*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	10,5 bc	10,9 abc	15,0	12,7	10,02 c	13,15	12,22	12,15
	-30	10,1 c	10,3 c	15,1	11,9	10,05 c	14,06	12,44	13,01
	-45	10,0 c	11,6 ab	14,8	12,5	10,19 bc	13,71	11,78	12,39
	+15	11,0 bc	11,3 abc	14,4	12,9	9,90 c	12,60	12,19	13,50
	+30	12,1 a	10,6 bc	13,9	11,9	10,68 ab	12,95	12,13	14,02
	+45	11,5 ab	11,9 a	14,8	12,5	10,82 a	14,51	12,70	13,16
	LSD _{0,05}	1,10**	1,00**	Ö.D.	Ö.D.	0,55*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	-	9,2	9,6	10,4	10,8	11,56	12,74	13,29	13,68
	+	10,2	10,5	11,1	11,7	11,76	12,29	13,10	14,29
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	9,3	9,9	10,6	11,1	11,46	12,41	13,15	13,51
	30	10,1	10,3	11,2	11,6	11,78	12,50	13,12	14,16
	45	9,7	9,9	10,4	11,0	11,74	12,64	13,32	14,28
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	8,1	9,3	9,8	10,4	11,35	12,67	12,98	12,69
	-30	10,0	10,2	11,2	11,2	11,62	13,40	13,32	13,85
	-45	9,6	9,3	10,2	10,8	11,70	12,14	13,57	14,50
	+15	10,5	10,4	11,5	11,7	11,57	12,15	13,32	14,33
	+30	10,2	10,4	11,2	12,0	11,93	11,59	12,92	14,47
	+45	9,8	10,6	10,6	11,3	11,78	13,13	13,08	14,07
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	8,1	9,6 b	8,7 b	9,2 b	12,55	13,39	13,71	13,13 b
	+	8,2	11,1 a	9,7 a	10,5 a	12,73	14,27	13,92	14,28 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	1,1*	0,8**	1,0*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,62**
P uygulaması	15	8,2	10,3	9,1	9,7	12,81	13,88	13,91	13,52
	30	7,7	10,9	9,2	9,8	12,29	13,92	13,54	13,56
	45	8,5	9,9	9,3	10,0	12,82	13,69	13,99	14,03
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	7,5	9,7	8,1	8,8	12,89	13,57	13,85	13,29 b
	-30	8,2	9,9	8,9	9,2	12,02	13,55	13,62	12,99 b
	-45	8,5	9,2	9,0	9,6	12,75	13,05	13,65	13,09 b
	+15	9,0	10,9	10,1	10,6	12,73	14,18	13,97	13,75 b
	+30	7,2	11,8	9,5	10,4	12,57	14,28	13,47	14,13 ab
	+45	8,5	10,5	9,6	10,5	12,88	14,33	14,33	14,97 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,07*

Üçüncü yılda, gövde çapı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi son ölçüm zamanında istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. + mikoriza uygulaması, gövde çapını kontrole kıyasla, 29 Ekim'de %9 oranında artırmıştır ($P<0,01$). Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 29 Ekim'de + mikoriza uygulamasının gövde çapını artırıcı etkisinin 45 ppm dozunda daha belirgin olarak ortaya çıktığı saptanmıştır.

4.2.1.5. Gövde Ağırlığı

Mikoriza ve P uygulamasının gövde ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.6' da verilmiştir. Birinci deneme yılında, gövde yaş ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 18 Ekim'de, P uygulamasının esas etkisi 3 Haziran ve 13 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. 18 Ekim'de + mikoriza uygulaması gövde yaş ağırlığını kontrole kıyasla %14 oranında artırmıştır. 3 Haziranda 45 ppm P dozunda gövde yaş ağırlığının 15 ve 30 ppm dozlarına kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır. 13 Temmuz'da ise, yine en yüksek değer 45 ppm dozundan elde edilirken, en düşük değer 15 ppm dozundan elde edilmiştir. Birinci deneme yılında, gövde kuru ağırlığı üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

İkinci yılda, gövde yaş ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ise sadece 30 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir.

Üçüncü yılda, gövde yaş ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi ile uygulamalarının birlikte etkisi sadece ikinci ölçüm zamanında ve P uygulamasının esas etkisi ise ilk iki ölçümde istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. 10 Ağustos'ta, + mikoriza uygulaması, gövde yaş ağırlığını kontrole kıyasla %14 oranında artırmıştır. 22 Haziran'da, ve 10 Ağustos'ta gövde yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer 45 ppm P dozunda saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 10

Çizelge 4.6. Mikoriza ve P uygulamalarının gövde ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

		Yaş Ağırlık (g/bitki)				Kuru Ağırlık (g/bitki)			
1.DENEME YILI		3 Haz.	13 Tem.	23Ağ.	18 Ek.	3 Haz.	13 Tem.	23 Ağ.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	106,28	198,75	210,14	322,61 b	19,11	35,47	40,84	78,44
	+	113,04	230,19	222,59	368,19 a	20,81	37,85	40,98	88,28
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	44,34*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	105,33 b	186,26 b	211,69	346,38	18,91	36,78	41,44	76,96
	30	101,97 b	215,10 ab	206,60	342,52	19,74	34,25	39,66	85,43
	45	121,67 a	242,05 a	230,82	347,31	21,24	38,96	41,63	87,68
	LSD _{0,05}	16,05*	42,79*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	99,70	172,71	192,18	315,03	18,00	34,81	40,41	68,60
	-30	98,83	210,37	206,11	322,91	18,15	32,77	39,13	85,17
	-45	120,30	213,16	232,14	329,88	21,17	38,84	42,99	81,53
	+15	110,96	199,80	231,19	377,72	19,81	38,76	42,46	85,32
	+30	105,12	219,83	207,09	362,12	21,32	35,73	40,19	85,69
	+45	123,04	270,95	229,49	364,73	21,30	39,08	40,27	93,83
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	-	157,87	183,73	389,89	455,56	26,71	33,44	93,34	125,44
	+	153,51	168,18	373,56	475,56	23,93	30,23	89,68	130,37
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	156,93	159,73 b	362,67	422,50	26,40	30,25 b	87,51	118,74
	30	164,13	199,47 a	390,67	502,50	25,70	38,28 a	94,03	137,73
	45	146,00	168,67 b	391,83	471,67	23,86	26,99 b	92,99	127,26
	LSD _{0,05}	Ö.D.	25,97*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	6,87*	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	156,27	163,47	361,00	410,00	25,59	31,64	87,23	113,78
	-30	161,60	209,33	412,67	471,67	30,00	39,83	97,81	130,54
	-45	155,73	178,40	396,00	485,00	24,52	28,86	94,96	132,01
	+15	157,60	156,00	364,33	435,00	27,20	28,85	87,78	123,70
	+30	166,67	189,60	368,67	533,33	21,39	36,73	90,26	144,91
	+45	136,27	158,93	387,67	458,33	23,19	25,11	91,01	122,50
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	101,70	195,19 b	333,10	389,22	17,87	28,02 b	69,21 b	92,22 b
	+	102,82	223,46 a	344,60	403,78	17,65	39,32 a	83,34 a	103,28 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	22,27*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	4,37**	8,55**	8,02*
P uygulaması	15	90,79 b	202,08 b	330,60	395,00	15,91 b	34,37 ab	72,01	91,27
	30	104,85 ab	191,49 b	327,75	401,00	16,93 b	30,20 b	73,31	100,43
	45	111,13 a	234,39 a	358,20	393,50	20,43 a	36,45 a	83,51	101,55
	LSD _{0,05}	14,46*	27,28*	Ö.D.	Ö.D.	2,46**	5,35*	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	90,30	187,00 b	318,90	384,67	16,90 ab	29,65 c	62,18 c	83,56 b
	-30	103,49	183,88 b	328,50	386,33	16,26 b	29,33 c	73,04 bc	95,31 ab
	-45	111,30	214,68 ab	351,90	396,67	20,45 a	25,08 c	72,41 bc	97,78 ab
	+15	91,28	217,17 ab	342,30	405,33	14,93 b	39,09 b	81,84 ab	98,97 a
	+30	106,20	199,10 b	327,00	415,67	17,61 ab	31,07 c	73,58 bc	105,55 a
	+45	110,97	254,10 a	364,50	390,33	20,41 a	47,82 a	94,61 a	105,32 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	38,58**	Ö.D.	Ö.D.	3,48*	7,57**	14,81**	13,88*

Ağustos'ta + mikoriza uygulamasının gövde yaş ağırlığını artırıcı etkisi görülmektedir, bu etki 15 ve 45 ppm P dozunda daha belirgin olmuştur.

Üçüncü yılda, gövde kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi son üç ölçüm zamanında, P uygulamasının esas etkisi ilk iki ölçüm zamanında ve uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, gövde kuru ağırlığını kontrole göre, 10 Ağustos'ta %40, 17 Eylül'de %20 ve 29 Ekim'de %12 oranında artırmıştır. Gövde kuru ağırlığının 45 ppm P dozunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 10 Ağustos'ta, + mikoriza uygulamasının, 15 ve 45 ppm P dozlarında kontrol dozlarına göre gövde kuru ağırlığını artırdığı saptanmıştır ($P<0,01$). Burada dikkati çeken bir diğer husus, +15 uygulamasının +45 uygulaması dışındaki uygulamalardan daha yüksek değer göstermesidir. 17 Eylül'de, + mikoriza uygulaması, 15 ve 45 ppm dozlarında kontrole göre gövde kuru ağırlığını artırmış, 30 ppm dozunda ise etkilememiştir. 29 Ekim'de ise, + mikoriza uygulamasının gövde kuru ağırlığını artırıcı etkisi gözlenmekle birlikte bu etki 15 ppm P dozunda istatistiksel açıdan kontrol dozundan farklı bulunmuştur.

4.2.1.6. Bitki Uzunluğu

Mikoriza ve P uygulamasının bitki uzunluğu üzerine etkisi Çizelge 4.7'de verilmiştir. Birinci ve ikinci deneme yılında, bitki uzunluğu üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, bitki uzunluğu üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi ilk ölçüm zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. 22 Haziran'da + mikoriza uygulaması, bitki uzunluğunu kontrole kıyasla %7 oranında artırmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 22 Haziran'da + mikoriza uygulamasının 15 ppm P dozunda kontrol dozuna göre bitki uzunluğunu artırdığı saptanmıştır. Ayrıca, +15 uygulamasının, -45 ve +45 ppm uygulamaları ile aynı seviyede, -30 ve +30 uygulamalarından ise daha yüksek değer göstermesi dikkati çekmektedir.

Çizelge 4.7. Mikoriza ve P uygulamalarının bitki uzunluğu (cm) üzerine etkileri

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	40,5	75,1	105,6	154,3
	+	42,3	72,2	103,1	160,8
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	40,9	74,1	104,7	158,7
	30	40,4	73,3	104,5	153,5
	45	43,0	73,7	103,8	160,5
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	40,7	75,0	105,3	156,0
	-30	38,6	73,8	106,3	152,7
	-45	42,1	76,7	105,0	154,3
	+15	41,1	73,2	104,0	161,3
	+30	42,2	72,7	102,7	154,3
	+45	43,8	70,6	102,7	166,7
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	74,2	104,4	164,6	180,4
	+	74,4	105,1	167,4	189,7
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	74,9	104,3	158,8	180,8
	30	74,4	108,6	173,6	181,9
	45	73,6	101,3	165,7	192,4
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	74,5	103,6	160,2	178,2
	-30	74,7	109,8	168,7	167,2
	-45	73,4	99,7	165,0	195,8
	+15	75,3	104,9	157,4	183,3
	+30	74,0	107,4	178,6	196,7
	+45	73,9	103,0	166,3	189,0
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	68,7 b	136,2	174,9	202,8
	+	73,3 a	140,1	174,9	202,2
	LSD _{0,05}	3,5*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	71,5	137,4	174,4	194,2
	30	69,1	146,3	180,4	208,2
	45	72,5	130,7	170,0	205,2
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	65,1 c	143,2	182,0	194,0
	-30	68,2 bc	145,0	184,0	210,6
	-45	72,7 ab	120,4	158,7	203,9
	+15	77,9 a	131,6	166,7	194,4
	+30	69,9 bc	147,5	176,8	205,8
	+45	72,2 ab	141,0	181,4	206,4
	LSD _{0,05}	6,1*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.1.7. Beşinci Yaprak Gelişimi

Mikoriza ve P uygulamalarının 5. yaprak gelişimi üzerine etkileri Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Birinci deneme yılında, 5. yaprak gelişimi üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

İkinci yılda, 5. yaprak yaş ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi sadece 1 Kasım'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir ve + mikoriza uygulaması, 5. yaprak yaş ve kuru ağırlığını kontrole kıyasla artırmıştır. Kontrole göre bu artış, yaş ve kuru ağırlık için sırasıyla %16 ve %19 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu deneme yılında, 5. yaprak eni ve boyu üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Üçüncü yılda, mikoriza uygulamasının esas etkisi; 17 Eylül'de 5. yaprak yaş ağırlığı üzerine ve 10 Ağustos'ta 5. yaprak eni üzerine istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 17 Eylül'de + mikoriza uygulaması, 5. yaprak yaş ağırlığını kontrole kıyasla %33 oranında artırmıştır. 10 Ağustos'ta, + mikoriza uygulamasının, 5. yaprak enini de kontrole kıyasla artırdığı saptanmıştır. P uygulamasının esas etkisi; 29 Ekim'de 5. yaprak boyu üzerine istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 30 ve 45 ppm P uygulamalarının 5. yaprak boyu üzerine etkileri aynı seviyede gerçekleşmiştir. Çözeltinin P dozunun 15 ppm'e düşürülmesi 30 ve 45 ppm'e kıyasla 5. yaprak boyu değerini düşürmüştür. Bu tarihte yaprak boyu açısından faktörler arasındaki etkileşiminde önemli ($P<0,05$) olduğu saptanmış olup, +15 uygulamasında 5. yaprak boyunun diğer uygulamalara kıyasla azaldığı belirlenmiştir.

4.2.1.8. Toplam Yaprak Ağırlığı

Mikoriza ve P uygulamalarının toplam yaprak ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Denemenin birinci yılında toplam yaprak yaş ağırlığı üzerine, + mikoriza uygulamasının artırıcı etkisi görülmekle birlikte, bu etkinin 13 Temmuz ve 18 Ekim'de istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. 13 Temmuz ve 18 Ekim'de, mikoriza

Çizelge 4.8. Mikoriza ve P uygulamalarının beşinci yaprak ağırlığı (g) üzerine etkileri

		Yaş Ağırlık (g)				Kuru Ağırlık (g)			
1.DENEME YILI		03 Haz.	13 Tem.	23 Ağu.	18 Ek.	03 Haz.	13 Tem.	23 Ağu.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	–	18,08	12,28	6,26	4,20	2,90	1,75	0,87	0,74
	+	20,22	12,84	6,24	3,94	3,26	1,93	1,09	0,73
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	19,34	11,61	6,40	4,37	3,27	1,69	0,92	0,80
	30	18,14	11,91	6,15	3,71	2,92	1,63	1,18	0,70
	45	19,98	14,18	6,20	4,13	3,05	2,20	0,83	0,70
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	18,84	10,30	6,74	4,52	3,22	1,48	0,83	0,83
	–30	16,17	12,31	6,04	3,46	2,59	1,79	0,95	0,67
	–45	19,24	14,24	5,99	4,62	2,89	1,99	0,83	0,71
	+15	19,83	12,91	6,05	4,21	3,32	1,91	1,02	0,78
	+30	20,11	11,50	6,26	3,97	3,24	1,48	1,41	0,73
	+45	20,72	14,11	6,41	3,63	3,21	2,42	0,83	0,68
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	–	10,26	14,24	9,28	9,99 b	1,70	1,71	2,90	1,91 b
	+	11,54	13,88	10,11	11,50 a	1,97	1,78	2,75	2,28 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,26*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,35*
P uygulaması	15	11,83	12,82	7,82	10,40	2,01	1,79	2,73	2,18
	30	9,58	14,94	11,90	10,22	1,53	1,76	3,00	1,84
	45	11,28	14,44	9,37	11,63	1,96	1,68	2,75	2,27
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	11,40	13,64	8,99	9,92	1,86	1,74	2,92	2,17
	–30	9,42	14,74	8,28	9,05	1,44	1,73	2,90	1,54
	–45	9,95	14,36	10,55	11,01	1,79	1,65	2,87	2,01
	+15	12,26	11,99	6,64	10,87	2,16	1,83	2,53	2,18
	+30	9,75	15,15	15,51	11,40	1,62	1,79	3,10	2,13
	+45	12,60	14,51	8,18	12,24	2,12	1,70	2,63	2,53
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağu.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağu.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	–	25,26	19,70	16,82 b	17,11	3,39	3,05	2,76	3,00
	+	26,64	20,71	22,33 a	17,29	3,82	3,20	3,55	2,85
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	5,32*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	29,30	18,63	18,99	16,65	4,01	2,73	3,16	2,76
	30	21,02	18,08	20,06	17,39	2,90	2,97	3,22	3,00
	45	27,53	23,89	19,68	17,58	3,91	3,67	3,09	2,90
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	28,04	20,11	16,26	18,01	3,72	2,91	2,76	3,22
	–30	21,18	16,48	16,81	16,35	2,88	2,82	2,84	2,90
	–45	26,55	22,50	17,38	16,98	3,57	3,41	2,68	2,87
	+15	30,55	17,15	21,72	15,28	4,31	2,55	3,55	2,53
	+30	20,86	19,69	23,31	18,42	2,91	3,12	3,60	3,10
	+45	28,51	25,28	21,98	18,17	4,24	3,94	3,49	2,93
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Çizelge 4.9. Mikoriza ve P uygulamalarının beşinci yaprak eni ve boyu (cm) üzerine etkileri

		En (cm)				Boy (cm)			
1.DENEME YILI		3 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.	3 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	18,2	15,5	12,7	10,7	27,8	24,7	20,2	18,9
	+	19,7	16,1	12,8	10,9	28,2	24,7	19,4	18,9
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	18,9	14,5	12,6	10,9	27,9	22,4	21,2	19,3
	30	18,6	15,6	13,2	10,9	27,8	25,4	19,0	19,0
	45	19,4	17,3	12,5	10,6	28,3	26,3	19,3	18,4
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	18,7	13,4	12,0	11,0	27,9	23,4	21,5	19,3
	-30	17,7	15,7	13,7	10,2	27,0	24,4	20,2	18,4
	-45	18,2	17,4	12,5	11,0	28,3	26,2	19,0	19,0
	+15	19,0	15,6	13,2	10,9	27,9	21,3	20,8	19,3
	+30	19,4	15,5	12,7	11,5	28,5	26,3	17,8	19,6
	+45	20,6	17,2	12,5	10,2	28,3	26,4	19,7	17,9
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	-	17,4	19,3	15,5	17,1	25,8	29,5	26,2	25,5
	+	19,3	19,1	14,9	18,6	28,0	29,0	24,5	27,5
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	19,6	17,8	15,3	18,9	27,5	27,5	24,3	26,9
	30	16,7	19,8	15,5	16,5	25,5	30,4	26,1	25,1
	45	18,7	20,1	14,8	18,3	27,7	30,0	25,7	27,4
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	18,3	18,0	16,2	17,7	26,3	28,8	27,5	25,6
	-30	15,9	20,4	15,2	15,8	24,8	29,6	25,8	24,6
	-45	18,0	19,6	15,2	17,8	26,2	30,2	25,4	26,2
	+15	20,9	17,5	14,5	20,1	28,6	26,2	21,1	28,2
	+30	17,5	19,2	15,8	17,1	26,1	31,1	26,3	25,7
	+45	19,4	20,5	14,4	18,7	29,3	29,7	25,9	28,5
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	15,5	15,8 b	16,7	16,7	27,3	27,8	26,5	27,8
	+	16,4	18,5 a	18,3	16,6	27,1	27,5	29,5	26,7
	LSD _{0,05}	Ö.D.	2,59*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	16,1	16,8	17,4	16,3	28,4	26,4	27,6	26,1 b
	30	15,0	15,6	17,9	17,1	25,7	27,4	28,4	27,8 a
	45	16,8	19,1	17,3	16,6	27,6	29,3	27,9	28,0 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,51*
Mikoriza x P	-15	15,2	15,6	16,1	16,8	27,6	28,2	25,7	27,7 a
	-30	15,0	14,5	17,7	17,5	26,9	27,1	26,8	28,4 a
	-45	16,3	17,4	16,5	15,7	27,5	28,1	26,9	27,4 a
	+15	17,0	18,0	18,6	15,7	29,2	24,6	29,5	24,5 b
	+30	14,9	16,7	18,1	16,7	24,5	27,6	30,1	27,1 a
	+45	17,3	20,8	18,2	17,5	27,7	30,4	28,9	28,5 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,1*

Çizelge 4.10. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam yaprak ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

		Yaş Ağırlık (g/bitki)				Kuru Ağırlık (g/bitki)			
1.DENEME YILI		03 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.	03 Haz.	13 Tem.	23 Ağus.	18 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	182,22	338,40 b	743,25	936,77 b	42,38	56,06	120,42	151,74 b
	+	185,77	401,10 a	838,25	1056,58 a	42,62	72,76	136,77	172,49 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	54,95*	Ö.D.	115,82*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	15,89*
P uygulaması	15	171,40 b	351,38	713,34	1011,38	41,27 b	56,65	114,57	160,11
	30	183,39 ab	361,98	833,36	931,59	41,56 b	58,39	135,43	152,36
	45	197,21 a	395,90	825,57	1047,06	44,67 a	78,18	135,76	173,88
	LSD _{0,05}	17,12*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,52*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	167,17	319,15	684,20	939,10	40,81	50,20	109,97	150,30 b
	-30	179,25	347,01	754,40	891,08	40,95	57,04	121,94	148,25 b
	-45	200,25	349,04	791,16	980,12	45,38	60,93	129,34	156,68 b
	+15	175,63	383,61	742,47	1083,67	41,73	63,10	119,17	169,93 ab
	+30	187,52	376,94	912,31	972,09	42,17	59,74	148,96	156,46 b
	+45	194,16	442,76	859,98	1113,99	43,96	95,43	142,18	191,07 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	27,53*
2.DENEME YILI		20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	1 Kas.	20 Haz.	30 Tem.	15 Eyl.	01 Kas.
Mikoriza uygulaması	-	278,22	403,21	716,40	908,78	41,16	48,90	89,28	110,64 b
	+	274,58	432,98	828,82	1069,90	39,36	56,13	103,77	132,62 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	82,09*	69,03**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	10,70**
P uygulaması	15	286,80	428,47	737,93	974,13	41,52	55,24	89,34	123,78
	30	281,20	395,26	781,38	960,82	41,07	50,46	102,06	116,52
	45	261,20	430,56	798,52	1033,06	38,19	51,84	98,18	124,59
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	298,13	409,60	720,33	903,86 bc	41,13	53,55	81,73	102,33 d
	-30	284,27	400,21	672,93	831,72 c	43,82	48,40	92,00	106,14 cd
	-45	252,27	399,81	755,93	990,76 ab	38,54	44,75	94,11	123,44 bc
	+15	275,47	447,33	755,53	1044,41 a	41,92	56,93	96,95	145,24 a
	+30	278,13	390,31	889,82	1089,93 a	38,32	52,52	112,13	126,91 ab
	+45	270,13	461,31	841,11	1075,35 a	37,83	58,93	102,25	125,73 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	119,55**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	18,53**
3.DENEME YILI		22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.	22 Haz.	10 Ağus.	17 Eyl.	29 Ek.
Mikoriza uygulaması	-	169,49	364,28 b	687,64 b	977,47	29,78	60,12 b	90,95 b	121,79 b
	+	171,36	437,56 a	775,48 a	1028,56	29,42	81,70 a	108,46 a	146,15 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	61,76*	82,81*	Ö.D.	Ö.D.	11,95**	13,25*	17,82*
P uygulaması	15	151,32 b	383,72	686,32 b	955,49	26,52 b	67,70	96,01	126,37
	30	174,74 ab	394,89	688,09 b	995,36	28,22 b	68,30	91,74	133,37
	45	185,22 a	424,16	820,27 a	1058,19	34,06 a	76,73	111,35	142,17
	LSD _{0,05}	24,10*	Ö.D.	101,42*	Ö.D.	4,10**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mik. x P	-15	150,50	346,76	665,46 b	895,45	28,17 ab	53,91 c	82,90 c	109,52
	-30	172,48	363,41	661,01 b	966,46	27,09 b	59,93 bc	93,38 bc	118,96
	-45	185,50	382,66	736,45 b	1070,51	34,08 a	66,52 abc	96,56 bc	136,89
	+15	152,14	420,67	707,18 b	1015,54	24,88 b	81,50 ab	109,12 ab	143,22
	+30	177,00	426,36	715,17 b	1024,25	29,35 ab	76,67 ab	90,10 bc	147,78
	+45	184,95	465,66	904,09 a	1045,87	34,03 a	86,94 a	126,14 a	147,45 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	143,41*	Ö.D.	5,79**	20,69**	22,94**	Ö.D.

uygulaması toplam yaprak yaş ağırlığını kontrole kıyasla sırasıyla %19 ve 13 artırmıştır. P uygulamasının esas etkisi ise 3 Haziran'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiş olup çözeltilinin P düzeyinin artırılması toplam yaprak yaş ağırlığını artırmıştır. Toplam yaprak kuru ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi son ölçümde, P uygulamasının esas etkisi ise ilk ölçümde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 18 Ekim'de, + mikoriza uygulaması toplam yaprak kuru ağırlığını kontrole kıyasla %14 artırmıştır. Bu tarihte önemli bulunan faktörler arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının yaprak ağırlığını artırıcı etkisi görülmektedir, bu etki 45 ppm P dozunda daha belirgin olmuştur. 3 Haziran'da, 45 ppm P dozunun, 15 ve 30 ppm'e kıyasla, toplam yaprak kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir.

İkinci yılda, toplam yaprak yaş ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 15 Eylül ($P<0,05$) ve 1 Kasım'da ($P<0,01$), uygulamalarının birlikte etkisi ise yine 1 Kasım'da ($P<0,01$) istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi ise önemli olmamıştır. Mikoriza uygulaması toplam yaprak yaş ağırlığını kontrole kıyasla 15 Eylül'de %16 ve 1 Kasım'da ise %18 düzeyinde artırmıştır. Toplam yaprak kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi son tarım zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması toplam yaprak kuru ağırlığını kontrole kıyasla oransal olarak %20 artırmıştır. Bu tarihte önemli çıkan faktörler arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının 45 ppm P dozunda toplam yaprak kuru ağırlığını etkilemediği, 15 ve 30 ppm P uygulamasında kontrole kıyasla oransal olarak sırasıyla %42 ve %20 artırdığı saptanmıştır.

Üçüncü yılda, toplam yaprak yaş ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 10 Ağustos ve 17 Eylül'de, P uygulamasının esas etkisi 22 Haziran ve 17 Eylül'de, uygulamalarının birlikte etkisi ise sadece 17 Eylül'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması toplam yaprak yaş ağırlığını kontrole kıyasla artırmıştır ve bu artış 10 Ağustos'ta kontrole kıyasla oransal olarak %20 ve 17 Eylül'de ise %13 seviyesinde gerçekleşmiştir. 22 Haziran ve 17 Eylül'de çözeltilinin P düzeyinin artırılması toplam yaprak yaş ağırlığını artırmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde de; + mikoriza uygulamasının yaprak ağırlığını artırıcı

etkisi görülmektedir ve bu etki özellikle 45 ppm P uygulamasında belirgindir. Toplam yaprak kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 10 Ağustos ($P<0,01$), 17 Eylül ve 29 Ekim'de ($P<0,05$), P uygulamasının esas etkisi 22 Haziran'da ($P<0,01$), uygulamalarının birlikte etkisi ise 22 Haziran, 10 Ağustos ve 17 Eylül'de ($P<0,05$), istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması toplam yaprak kuru ağırlığını kontrole kıyasla artırmıştır ve bu artış 10 Ağustos'ta kontrole kıyasla oransal olarak %36 seviyesine ulaşmıştır. 22 Haziranda, 15 ve 30 ppm P uygulamalarının toplam yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri aynı seviyede gerçekleşmiştir. Çözeltilerin P dozunun 45 ppm'e yükseltilmesi ise 15 ve 30 ppm'e kıyasla toplam yaprak kuru ağırlığını artırmıştır.

4.2.1.9. Toplam Meyve Ağırlığı

Mikoriza ve P uygulamalarının toplam meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Denemenin birinci yılında, toplam meyve yaş ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 18 Ekim'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir ve + mikoriza uygulaması toplam meyve yaş ağırlığını, kontrole kıyasla %16 oranında artırmıştır. P uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, mikoriza ve P uygulamalarının birlikte etkisi ise, 13 Temmuz'da önemli ($P<0,05$) bulunmuştur, bu tarihte + mikoriza uygulaması, 30 ve 45 ppm P uygulamalarında toplam meyve yaş ağırlığını etkilemezken, 15 ppm P uygulamasında ise toplam meyve yaş ağırlığını %31 seviyesinde artırmıştır.

İkinci yılda, toplam meyve yaş ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi, istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi 30 Temmuz ve 15 Eylül'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 30 Temmuz'da + mikoriza uygulamasının 15 ppm P dozunda meyve yaş ağırlığını -15 uygulamasına göre artırdığı, 30 ve 45 ppm'de ise meyve ağırlığını azalttığı saptanmıştır. 15 Eylül'de de 15 ppm P dozunda, + mikoriza uygulamasında meyve yaş ağırlığında artış devam etmiştir, 45 ppm'de de artış görülür iken 30 ppm'de azalma etkisi görülmüştür. Meyve kuru ağırlığı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, toplam meyve yaş ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 29 Ekim'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir ve + mikoriza uygulaması toplam meyve yaş ve kuru ağırlığını, kontrole kıyasla artırmıştır. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise, istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Çizelge 4.11. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam meyve ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

		Yaş Ağırlık (g/bitki)			Kuru Ağırlık (g/bitki)		
1.DENEME YILI		13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim			
Mikoriza uygulaması	-	383,33	1903,89	4236,94 b	-	-	-
	+	400,56	2213,06	4913,33 a	-	-	-
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	542,56*	-	-	-
P uygulaması	15	385,00	1962,92	4465,42	-	-	-
	30	415,00	2093,75	4735,83	-	-	-
	45	375,83	2118,75	4524,17	-	-	-
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	-	-	-
Mikoriza x P	-15	333,33 c	1648,33	3890,00	-	-	-
	-30	426,67 a	1918,33	4521,67	-	-	-
	-45	390,00 a	2145,00	4299,17	-	-	-
	+15	436,67 a	2277,50	5040,83	-	-	-
	+30	403,33 ab	2269,17	4950,00	-	-	-
	+45	361,67 bc	2092,50	4749,17	-	-	-
	LSD _{0,05}	51,95**	Ö.D.	Ö.D.	-	-	-
2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	01 Kasım	30 Temmuz	15 Eylül	01 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	1908,61	3399,12	6078,51	204,05	389,15	573,76
	+	1840,56	3608,81	5582,79	194,31	389,10	644,56
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1870,42 ab	3258,63 b	5922,82	196,69	389,11	610,95
	30	2142,92 a	3704,08 a	5473,72	228,56	376,02	549,03
	45	1610,42 b	3549,19 ab	6095,42	172,29	402,24	667,49
	LSD _{0,05}	378,43*	336,53*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1600,83 bc	2999,54 d	6233,01	179,89	392,71	610,89
	-30	2412,50 a	4039,07 a	5929,58	258,72	436,75	546,99
	-45	1712,50 bc	3158,74 cd	6072,95	173,55	337,99	563,39
	+15	2140,00 ab	3517,71 bc	5612,64	213,49	385,52	611,02
	+30	1873,33 abc	3369,09 cd	5017,85	198,39	315,29	551,08
	+45	1508,33 c	3939,64 ab	6117,88	171,04	466,49	771,58
	LSD _{0,05}	535,14*	475,88*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	2095,74	3443,12	4257,55b	270,78	448,05	552,37 b
	+	2147,69	3680,05	4812,61a	279,66	477,30	624,64 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	501,79*	Ö.D.	Ö.D.	63,23*
P uygulaması	15	2020,88	3538,15	4580,47	262,74	458,79	594,96
	30	2218,70	3512,94	4500,93	286,60	455,18	585,29
	45	2125,57	3633,67	4523,84	276,32	474,04	585,27
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2145,92	3557,22	4347,57	278,64	462,44	566,18
	-30	2119,88	3376,82	4177,62	270,92	436,99	541,76
	-45	2021,43	3395,33	4247,47	262,79	444,73	549,17
	+15	1895,85	3519,08	4813,37	246,84	455,15	623,74
	+30	2317,52	3649,07	4824,23	302,28	473,38	628,82
	+45	2229,70	3872,00	4800,22	289,86	503,36	621,36
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.2. Verim

4.2.2.1. Erkenci Verim

Mikoriza ve P uygulamalarının erkenci verim üzerine etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir

Birinci ve ikinci yıl yapılan denemelerde, erkenci verim değerleri üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, erkenci verim değerleri üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması meyve ağırlığı ve sayısını kontrole göre artırmıştır ve bu artış oranları sırasıyla %16 ve %12 seviyesinde gerçekleşmiştir. P dozunun esas etkisi incelendiğinde, 30 ppm P'un 15 ve 45 ppm'e kıyasla erkenci verimi artırdığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; – mikoriza uygulamasında 30 ppm P dozunda 15 ve 45 ppm'e kıyasla erkenci verimin artış gösterdiği, + mikoriza uygulamasında fosfor dozları arasındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür.

4.2.2.2. Toplam Verim

Mikoriza ve P uygulamalarının toplam verim üzerine etkileri Çizelge 4.13'te verilmiştir

Birinci yıl yapılan denemede, + mikoriza uygulaması toplam meyve ağırlığı ve sayısını kontrole göre artırmıştır ($P<0,01$) ve bu artış oranları sırasıyla %15 ve %19 seviyesinde gerçekleşmiştir. Toplam verim üzerine P uygulamasının esas etkisi ise istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Ortalama meyve ağırlığı üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi önemli olmamakla birlikte, P uygulamasının esas etkisi ve faktörler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, –45 uygulamasının diğer uygulamalara göre ortalama meyve ağırlığını artırdığı ($P<0,05$) saptanmıştır. +15 ppm uygulamasından elde edilen toplam verim, diğer tüm uygulamaların gösterdiği değerlerden daha yüksek olmuştur (Şekil 4.1).

Çizelge 4.12. Mikoriza ve P uygulamalarının erkenci verim üzerine etkileri

1.DENEME YILI		t/da	kg/bitki	Adet/bitki
Mikoriza uygulaması	-	2,11	0,71	5,04
	+	2,39	0,80	5,59
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,14	0,72	5,12
	30	2,26	0,76	5,32
	45	2,35	0,79	5,52
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,03	0,68	4,70
	-30	2,03	0,68	4,97
	-45	2,28	0,77	5,47
	+15	2,25	0,76	5,53
	+30	2,49	0,84	5,67
	+45	2,42	0,82	5,57
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI				
Mikoriza uygulaması	-	1,79	0,60	2,70
	+	1,84	0,62	2,80
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,83	0,62	2,65
	30	1,81	0,61	2,77
	45	1,80	0,61	2,83
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,78	0,60	2,57
	-30	1,82	0,61	2,83
	-45	1,76	0,59	2,70
	+15	1,88	0,63	2,73
	+30	1,80	0,60	2,70
	+45	1,84	0,62	2,97
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI				
Mikoriza uygulaması	-	2,66 b	0,90 b	4,86 b
	+	3,09 a	1,04 a	5,46 a
	LSD _{0.05}	0,40*	0,14*	0,53*
P uygulaması	15	2,68 b	0,91 b	4,87 b
	30	3,25 a	1,10 a	5,73 a
	45	2,69 b	0,91 b	4,87 b
	LSD _{0.05}	0,50*	0,17*	0,65*
Mikoriza x P	-15	2,39 b	0,81 b	4,33 c
	-30	3,25 a	1,10 a	5,80 a
	-45	2,33 b	0,78 b	4,43 bc
	+15	2,97 ab	1,00 ab	5,40 ab
	+30	3,25 a	1,10 a	5,67 a
	+45	3,04 a	1,03 a	5,30 abc
	LSD _{0.05}	0,70*	0,23*	0,92*

Çizelge 4.13. Mikoriza ve P uygulamalarının toplam verim üzerine etkileri

1.DENEME YILI		t/da	kg/bitki	adet/bitki	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)
Mikoriza uygulaması	-	13,82 b	4,67 b	32,53 b	144,07
	+	15,90 a	5,37 a	38,67 a	139,28
	LSD _{0.05}	0,64**	0,22**	4,67*	Ö.D.
P uygulaması	15	14,90	5,03	37,25	135,59 b
	30	15,08	5,09	36,13	140,96 b
	45	14,61	4,93	33,42	148,47 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	7,31**
Mikoriza x P	-15	13,37 d	4,51 d	33,33	135,83 b
	-30	13,99 cd	4,72 cd	33,13	142,45 b
	-45	14,12 cd	4,77 cd	31,13	153,93 a
	+15	16,42 a	5,54 a	41,17	135,35 b
	+30	16,18 ab	5,46 ab	39,13	139,47 b
	+45	15,11 bc	5,10 bc	35,70	143,01 b
	LSD _{0.05}	1,11**	0,38**	Ö.D.	10,34*
2.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	-	18,52	6,25	28,26	221,30
	+	19,38	6,54	28,71	228,04
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	18,28	6,17	27,66	223,29
	30	19,16	6,47	28,75	225,16
	45	19,42	6,56	29,05	225,57
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	17,89	6,04	26,97	224,23
	-30	18,76	6,33	28,83	219,74
	-45	18,92	6,39	28,97	219,93
	+15	18,67	6,30	28,34	222,34
	+30	19,56	6,60	28,66	230,57
	+45	19,92	6,72	29,13	231,22
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	-	14,45	4,88	31,08	156,70
	+	14,86	5,01	31,86	157,78
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	13,75	4,64	30,33	152,87 b
	30	15,56	5,25	32,13	163,53 a
	45	14,65	4,95	31,93	155,32 ab
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	8,70*
Mikoriza x P	-15	12,82	4,33	28,47	151,75
	-30	16,05	5,42	33,03	164,08
	-45	14,48	4,89	31,73	154,26
	+15	14,69	4,95	32,20	153,98
	+30	15,07	5,09	31,23	162,99
	+45	14,82	5,00	32,13	156,37
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

İkinci yılda, toplam verim ve ortalama meyve ağırlığı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Şekil 4.2).

Üçüncü yılda, toplam verim değerleri üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Ortalama meyve ağırlığı üzerine P uygulamasının etkisi istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.3).

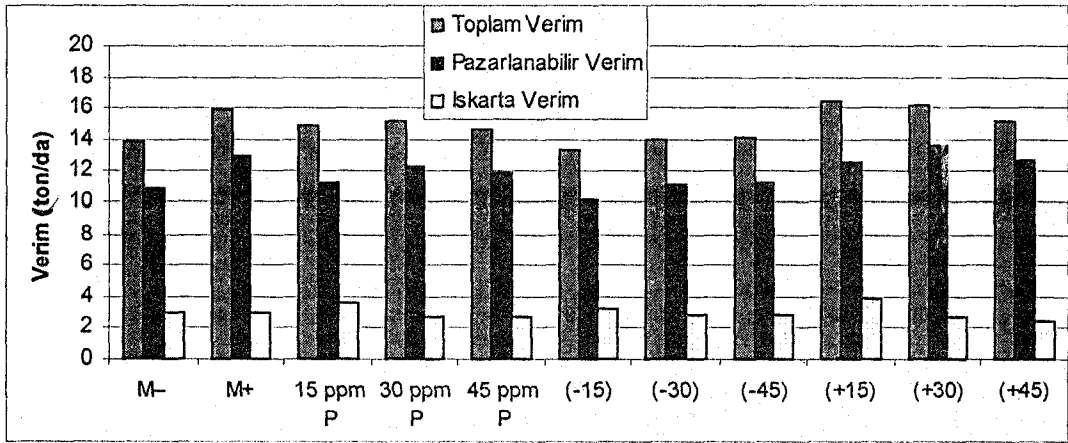
4.2.2.3. Pazarlanabilir Verim

Mikoriza ve P uygulamalarının pazarlanabilir verim üzerine etkileri Çizelge 4.14'te verilmiştir

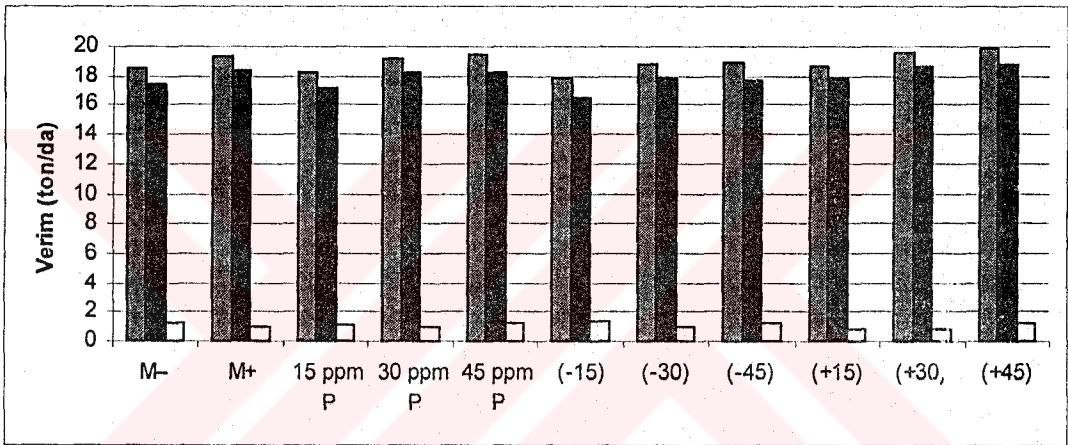
Birinci yıl yapılan denemede, + mikoriza uygulaması ağırlık (t/da ve kg/bitki) ve sayı (adet/bitki) olarak pazarlanabilir verim değerlerini kontrole göre artırmıştır ($P<0,01$) ve bu artış oranları sırasıyla %19 ve %26 seviyesinde gerçekleşmiştir. Ortalama pazarlanabilir meyve ağırlığı ise, + mikoriza uygulamasında kontrole göre azalmıştır ($P<0,05$). Pazarlanabilir verim değerleri üzerine P uygulamasının esas etkisi, istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Mikoriza ve P uygulamaların birlikte etkisi ise, ağırlık ve sayı olarak toplam verim değerleri üzerine istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması – mikoriza uygulamasına kıyasla, tüm P dozlarında pazarlanabilir verim değerlerini artırmıştır. Bu artış, ağırlık olarak pazarlanabilir verim değerleri bakımından 15, 30 ve 45 ppm için sırasıyla %23, 21 ve 19 düzeyinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.1).

İkinci yılda, pazarlanabilir verim ve ortalama pazarlanabilir meyve ağırlığı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Şekil 4.2).

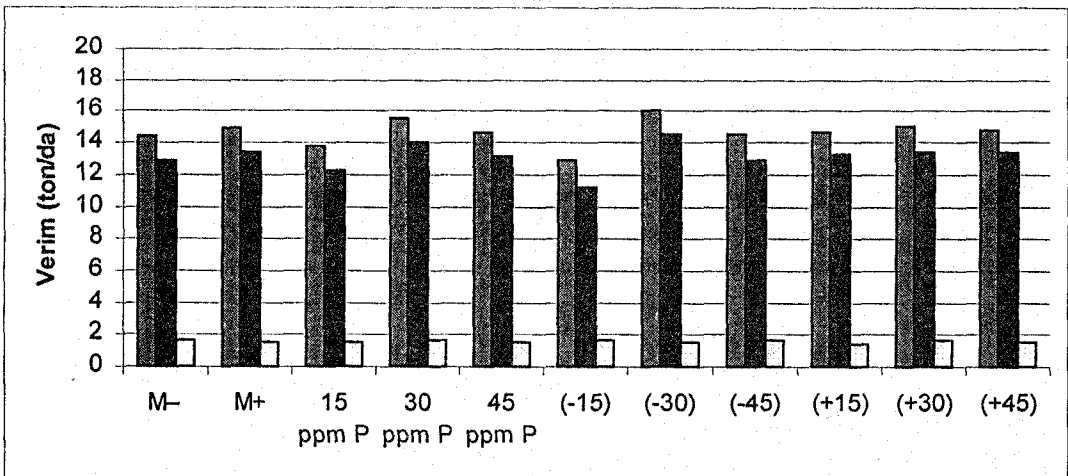
Üçüncü yılda, pazarlanabilir verim değerleri üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P uygulamasının esas etkisi ise, ağırlık ve sayı olarak pazarlanabilir verim değerleri üzerine istatistiksel önem düzeyinde olmazken, ortalama meyve iriliğini etkilemiştir ($P<0,05$). 30 ppm P dozunda, 15 ve 45 ppm'e kıyasla meyve ağırlığının artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.1. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (1.yıl)



Şekil 4.2. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (2.yıl)



Şekil 4.3. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının verim üzerine etkileri (3.yıl)

Çizelge 4.14. Mikoriza ve P uygulamalarının pazarlanabilir verim üzerine etkileri

1.DENEME YILI		t/da	kg/bitki	adet/bitki	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)
Mikoriza uygulaması	–	10,87 b	3,67 b	20,54 b	179,18 a
	+	12,90 a	4,35 a	25,93 a	168,08 b
	LSD _{0.05}	1,03**	0,35**	2,47**	8,28*
P uygulaması	15	11,34	3,83	22,58	170,32
	30	12,36	4,17	24,27	172,53
	45	11,96	4,04	22,87	178,03
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	10,16 c	3,43 c	19,70 c	174,23
	–30	11,17 bc	3,77 bc	21,63 bc	175,16
	–45	11,27 bc	3,80 bc	20,30 c	188,15
	+15	12,52 ab	4,22 ab	25,47 ab	166,41
	+30	13,54 a	4,57 a	26,90 a	169,90
	+45	12,65 ab	4,27 ab	25,43 ab	167,92
	LSD _{0.05}	1,79*	0,60*	4,29*	Ö.D.
2.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	–	17,35	5,85	26,02	225,08
	+	18,43	6,22	27,00	230,53
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	17,21	5,81	25,88	224,32
	30	18,28	6,17	26,89	229,66
	45	18,18	6,14	26,77	229,44
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	16,52	5,58	24,90	223,89
	–30	17,85	6,02	26,63	226,60
	–45	17,66	5,96	26,53	224,75
	+15	17,89	6,04	26,86	224,74
	+30	18,70	6,31	27,15	232,71
	+45	18,71	6,31	27,00	234,13
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	–	12,83	4,33	25,07	172,32
	+	13,34	4,50	26,47	170,43
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	12,23	4,13	24,65	167,21 b
	30	13,95	4,71	26,43	178,01 a
	45	13,07	4,41	26,22	168,91 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	8,44*
Mikoriza x P	–15	11,16	3,77	22,87	164,45
	–30	14,50	4,90	26,87	182,10
	–45	12,81	4,33	25,47	170,41
	+15	13,29	4,49	26,43	169,97
	+30	13,39	4,52	26,00	173,91
	+45	13,33	4,50	26,97	167,41
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.2.4. Iskarta Verim

Mikoriza ve P uygulamalarının iskarta verim üzerine etkileri Çizelge 4.15'de verilmiştir

Denemenin birinci ve üçüncü yılında, iskarta verim değerleri üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

İkinci yılda, mikoriza uygulamasının iskarta meyve sayısı üzerine etkisi istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir ve + mikoriza uygulaması ile kontrole kıyasla iskarta meyve sayısında %30'luk bir azalma meydana gelmiştir. Iskarta meyve sayısı açısından faktörler arasındaki etkileşim de önemli bulunmuştur ve bu etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının iskarta meyve sayısını azaltıcı yöndeki etkisi görülmektedir.

4.2.3. Bitkilerin Element İçerikleri ve Bitki Tarafından Kaldırılan Element Miktarı

4.2.3.1. Yaprakların P İçeriği

Mikoriza ve P uygulamalarının yaprakların P içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Birinci yıl yapılan denemede, yaprakların P içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması yaprakların P içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonunun artırılması, bitkilerin yapraklarında P içeriğinin artışına neden olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 3 Haziran'da 15 ve 45 ppm P dozlarında + mikoriza uygulaması yaprakların P içeriğini kontrole kıyasla önemli derecede artırmıştır, bu artış oransal olarak 15 ppm dozunda %100 düzeyine ulaşmıştır. 13 Temmuz tarihinde 15 ve 30 ppm P uygulamalarında + mikoriza uygulamasına bağlı olarak yaprak fosfor içeriklerinde meydana gelen artış benzer olmuş, 45 ppm P uygulamasında ise + mikoriza uygulaması ile yaprak P içeriğinde ortaya çıkan artış, 15 ve 30 ppm P uygulamalarına kıyasla daha açık bir şekilde ortaya çıkmıştır. 23 Ağustos'ta + mikoriza uygulaması ile yaprak P içeriğinde meydana gelen

Çizelge 4.15. Mikoriza ve P uygulamalarının ıskarta verim üzerine etkileri

1.DENEME YILI		t/da	kg/bitki	adet/bitki	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)
Mikoriza uygulaması	-	2,96	1,00	11,99	86,33
	+	3,00	1,01	12,73	79,07
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	3,56	1,20	14,67	85,22
	30	2,73	0,92	11,87	77,88
	45	2,65	0,90	10,55	85,00
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	3,21	1,09	13,63	87,10
	-30	2,81	0,95	11,50	83,05
	-45	2,85	0,96	10,83	88,82
	+15	3,90	1,32	15,70	83,34
	+30	2,64	0,89	12,23	72,71
	+45	2,46	0,83	10,27	81,17
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	-	1,18	0,40	2,43 a	163,18
	+	0,95	0,32	1,71 b	187,20
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,48**	Ö.D.
P uygulaması	15	1,07	0,36	2,08	174,35
	30	0,89	0,30	1,86	166,04
	45	1,24	0,42	2,28	185,17
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,37	0,46	2,67 a	172,15
	-30	0,91	0,30	2,20 ab	140,45
	-45	1,26	0,42	2,43 a	176,95
	+15	0,78	0,26	1,48 b	176,55
	+30	0,86	0,29	1,51 b	191,64
	+45	1,21	0,41	2,13 ab	193,40
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,82*	Ö.D.
3.DENEME YILI					
Mikoriza uygulaması	-	1,62	0,55	6,01	92,01
	+	1,52	0,51	5,39	95,88
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,53	0,51	5,68	90,20
	30	1,61	0,54	5,70	97,48
	45	1,58	0,53	5,72	94,16
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,66	0,56	5,60	99,50
	-30	1,55	0,52	6,17	86,31
	-45	1,66	0,56	6,27	90,23
	+15	1,39	0,47	5,77	80,90
	+30	1,68	0,56	5,23	108,65
	+45	1,49	0,50	5,17	98,10
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Çizelge 4.16. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların P içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,21 a	0,21 b	0,17 b	0,14 b
	+	0,28 b	0,26 a	0,26 a	0,17 a
	LSD _{0.05}	0,03**	0,02**	0,02**	0,02**
P uygulaması	15	0,17 c	0,09 b	0,17 c	0,11 b
	30	0,23 b	0,31 a	0,22 b	0,12 b
	45	0,34 a	0,32 a	0,25 a	0,22 a
	LSD _{0.05}	0,04**	0,02**	0,03**	0,02**
Mikoriza x P	–15	0,11 d	0,07 d	0,10 d	0,10 d
	–30	0,22 c	0,28 b	0,17 c	0,11 cd
	–45	0,30 b	0,27 b	0,22 b	0,20 b
	+15	0,22 c	0,11 c	0,23 b	0,12 cd
	+30	0,24 c	0,33 a	0,26 ab	0,14 c
	+45	0,37 a	0,36 a	0,28 a	0,24 a
	LSD _{0.05}	0,05**	0,03**	0,04**	0,03**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,26	0,28	0,23 a	0,26 a
	+	0,24	0,29	0,18 b	0,21 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,04*	0,05*
P uygulaması	15	0,24	0,26	0,19 b	0,22
	30	0,27	0,29	0,18 b	0,21
	45	0,25	0,30	0,25 a	0,27
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,05*	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,25	0,26	0,21 abc	0,24
	–30	0,29	0,30	0,21 abc	0,26
	–45	0,24	0,28	0,26 a	0,29
	+15	0,23	0,26	0,17 bc	0,20
	+30	0,25	0,29	0,15 c	0,17
	+45	0,25	0,31	0,23 ab	0,25
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,07*	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,25	0,30	0,25	0,30
	+	0,25	0,30	0,24	0,31
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,27 b	0,24 b	0,24	0,25
	30	0,17 c	0,25 b	0,23	0,33
	45	0,32 a	0,42 a	0,28	0,33
	LSD _{0.05}	0,03**	0,05**	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,25 c	0,23 b	0,24	0,22
	–30	0,17 d	0,24 b	0,26	0,37
	–45	0,33 a	0,43 a	0,27	0,31
	+15	0,28 bc	0,26 b	0,24	0,28
	+30	0,16 d	0,25 b	0,20	0,30
	+45	0,30 ab	0,41 a	0,29	0,35
	LSD _{0.05}	0,04**	0,07**	Ö.D.	Ö.D.

artış P dozunun 45 ppm'den 15 ppm'e azalması durumunda oransal olarak daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir, burada dikkati çeken diğer önemli bir husus da +15 uygulamasının, -15 ve -30 uygulamalarından daha yüksek ($P<0,01$) ve -45 uygulaması ile ise aynı seviyede değer göstermiş olmasıdır. 18 Ekim'de + mikoriza uygulaması - mikoriza uygulamasına kıyasla, tüm P dozlarında yaprak P içeriğini artırmıştır.

İkinci yılda, mikoriza uygulamasının esas etkisi son iki analizde önemli çıkmış ve - mikoriza uygulamasında, + mikoriza uygulamasına kıyasla, yaprak P içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır. Besin çözeltisinde 45 ppm'lik P konsantrasyonu, 15 Eylül'de sökülen bitkilerin yapraklarında P içeriğinin 15 ve 30 ppm P uygulamalarına kıyasla artırmıştır; aynı tarihte deneme faktörleri arasındaki etkileşimin de istatistiksel önem düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Üçüncü yılda, mikoriza uygulamasının yaprak P içeriğine esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P dozunun esas etkisi, ilk iki analizde önemli bulunmuş ve en yüksek değerler 45 ppm'lik P dozlarından alınmıştır. Deneme faktörleri arasındaki etkileşim de ilk iki analizde istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. + mikoriza uygulaması ile, kontrole (- mikoriza) kıyasla, 15 ppm P dozunda yaprak P içeriği artma eğiliminde olur iken diğer P dozlarında tersine bir durum görülmüştür.

4.2.3.2. Yaprakların K İçeriği

Mikoriza ve P uygulamalarının yaprakların K içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Birinci yılda yaprakların K içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması yaprakların K içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonunun artırılması, bitkilerin yapraklarında K içeriğinin artışına neden olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; her 4 örnekleme tarihinde (söküm tarihinde) de tüm P dozlarında + mikoriza uygulaması yaprakların K içeriğini kontrol dozlarına kıyasla artırmıştır. +15 uygulaması ; 3 Haziran ve 23 Ağusta'ta - 30 uygulaması ile ve 18 Ekim'de de -30 ve -45 uygulamaları ile aynı seviyede değer

Çizelge 4.17. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların K içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	1,94 b	2,06 b	2,05 b	1,97 b
	+	2,26 a	2,44 a	2,39 a	2,42 a
	LSD _{0,05}	0,11**	0,10**	0,20**	0,27**
P uygulaması	15	1,82 c	1,99 b	1,91 c	1,90 b
	30	2,01 b	2,02 b	2,22 b	2,19 ab
	45	2,47 a	2,75 a	2,53 a	2,51 a
	LSD _{0,05}	0,14**	0,12**	0,24**	0,34**
Mikoriza x P	–15	1,78 c	1,86 d	1,79 c	1,74 c
	–30	1,83 c	1,91 d	2,12 bc	1,96 bc
	–45	2,20 b	2,41 b	2,23 b	2,21 bc
	+15	1,87 c	2,11 c	2,02 bc	2,05 bc
	+30	2,19 b	2,13 c	2,32 b	2,42 ab
	+45	2,74 a	3,09 a	2,82 a	2,80 a
	LSD _{0,05}	0,20**	0,17**	0,34**	0,48**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	2,35	1,66	1,73	1,91
	+	2,31	1,60	1,70	1,92
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,53	1,52	1,73	1,90
	30	2,33	1,70	1,64	1,81
	45	2,14	1,68	1,77	2,04
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	2,64	1,56	1,80	2,00
	–30	2,45	1,76	1,61	1,74
	–45	1,95	1,66	1,78	1,99
	+15	2,41	1,48	1,66	1,79
	+30	2,21	1,63	1,67	1,88
	+45	2,33	1,70	1,76	2,08
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	1,96	2,40	2,07	2,30
	+	1,96	2,23	2,23	2,38
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,14 a	2,37 ab	2,21	2,27
	30	1,69 b	2,01 b	2,03	2,43
	45	2,06 a	2,57 a	2,22	2,33
	LSD _{0,05}	0,3*	0,42*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	2,00	2,26	1,99	2,09
	–30	1,75	2,19	2,06	2,69
	–45	2,14	2,76	2,17	2,13
	+15	2,27	2,48	2,42	2,45
	+30	1,64	1,83	2,00	2,17
	+45	1,97	2,38	2,27	2,52
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

gösterirken, 13 Temmuz'da ise -30 uygulamasından daha yüksek değer göstermiştir.

İkinci yıl yapılan denemede, mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprak K içeriğine etkileri istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yıl yapılan denemede, mikoriza uygulamasının yaprak K içeriğine etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P dozunun esas etkisi, ilk iki analizde önemli bulunmuştur. En yüksek değerler, 22 Haziran'da 15 ve 45 ppm'lik P dozlarından, 10 Ağustos'ta ise sadece 45 ppm'lik P dozundan alınmıştır. Deneme faktörleri arasındaki etkileşimlerin ise istatistiksel önem düzeyinde olmadığı belirlenmiştir.

4.2.3.3. Yaprakların Ca İçeriği

Mikoriza ve P uygulamalarının yaprakların Ca içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Birinci yılda yaprakların Ca içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiş ve + mikoriza uygulaması yaprakların Ca içeriğini kontrole kıyasla artırmıştır. Fosfor uygulaması, 3 Haziran ve 23 Ağustos'ta yaprakların Ca içeriği üzerine etkili olmuştur. 3 Haziran'da en yüksek değer ($P<0,01$) 30 ppm P uygulamasından elde edilirken, 23 Ağustos'ta ise 30 ve 45 ppm uygulamaları arasında fark olmadığı saptanmıştır ($P<0,05$). Mikoriza ve P uygulamalarının birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Bu etkileşim incelendiğinde; 4 söküm tarihinde de tüm P dozlarında + mikoriza uygulaması yaprakların Ca içeriğini kontrole kıyasla artırmıştır. 3 Haziran'da en yüksek değer +30 uygulamasından elde edilirken, 13 Temmuz'da ise +15 uygulamasından elde edilmiştir. 23 Ağustos'ta en yüksek değer +30 ve +45 uygulamalarından elde edilirken, +15 uygulaması mikorizasız tüm P uygulamalarından daha yüksek değer göstermiştir. 18 Ekim'de ise daha yüksek değerlerin elde edildiği mikorizalı P uygulamaları arasında bir fark görülmezken, yine +15 uygulaması mikorizasız tüm P uygulamalarından daha yüksek değer göstermiştir.

İkinci yıl yapılan denemede, mikoriza uygulamasının yaprak Ca içeriğine esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P uygulamasının etkisi ise, 15 Eylül dışında önemli

Çizelge 4.18. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Ca içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,86 b	1,19 b	1,20 b	1,37 b
	+	1,07 a	1,56 a	1,65 a	1,78 a
	LSD _{0,05}	0,09**	0,16**	0,16**	0,13**
P uygulaması	15	0,79 c	1,48	1,28 b	1,55
	30	1,14 a	1,36	1,50 a	1,63
	45	0,97 b	1,28	1,50 a	1,55
	LSD _{0,05}	0,10**	Ö.D.	0,19*	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,67 c	1,27 bc	1,00 c	1,31 b
	–30	1,04 bc	1,23 bc	1,30 b	1,40 b
	–45	0,86 d	1,07 c	1,29 b	1,39 b
	+15	0,90 cd	1,70 a	1,55 ab	1,78 a
	+30	1,24 a	1,49 ab	1,70 a	1,86 a
	+45	1,07 b	1,49 ab	1,71 a	1,70 a
	LSD _{0,05}	0,15**	0,28**	0,27**	0,22**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	1,44	0,07	1,13	1,31
	+	1,33	0,07	1,07	1,17
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,26 b	0,05 c	1,24	1,27 ab
	30	1,39 ab	0,09 a	1,07	1,36 a
	45	1,50 a	0,07 b	0,98	1,08 b
	LSD _{0,05}	0,15*	0,02**	Ö.D.	0,22*
Mikoriza x P	–15	1,34 ab	0,05 cd	1,27	1,30
	–30	1,41 ab	0,09 ab	0,96	1,38
	–45	1,57 a	0,08 abc	1,16	1,24
	+15	1,18 b	0,04 d	1,21	1,25
	+30	1,37 ab	0,10 a	1,18	1,33
	+45	1,43 a	0,07 bcd	0,80	0,92
	LSD _{0,05}	0,22*	0,03**	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	1,36	1,69	1,48	1,99
	+	1,22	1,65	1,49	2,03
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,26	1,78	1,27	1,91
	30	1,24	1,51	1,63	2,07
	45	1,37	1,72	1,56	2,05
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	1,33	1,67 a	1,23	1,94
	–30	1,37	1,82 a	1,65	2,13
	–45	1,37	1,57 ab	1,55	1,89
	+15	1,19	1,89 a	1,31	1,88
	+30	1,11	1,19 b	1,60	2,00
	+45	1,36	1,87 a	1,57	2,22
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,42*	Ö.D.	Ö.D.

bulunmuştur. 20 Haziran'da, besin çözeltilisinin P içeriğinin 15 ppm den 45 ppm'e yükseltilmesi yaprakların Ca içeriğini artırmıştır ($P<0,05$). 30 Temmuz ve 1 Kasım'da en yüksek değer 30 ppm P uygulamasından elde edilirken, besin çözeltindeki P konsantrasyonunun 45 ppm'e yükseltilmesi, 30 Temmuz'da 30 ppm P uygulamasına göre ($P<0,01$) ve 1 Kasım'da ise 15 ve 30 ppm P uygulamalarına göre ($P<0,05$) yaprakların Ca içeriğini düşürmüştür. Deneme faktörleri arasındaki etkileşim ilk iki analizde istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. 20 Haziran'da en yüksek değer mikorizalı ve mikorizasız 45 ppm P uygulamalarından elde edilirken, 30 Temmuz'da ise +30 uygulamasından elde edilmiştir.

Üçüncü yıl yapılan denemede, mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprak Ca içeriğine esas etkileri istatistiksel önem düzeyinde olmazken, uygulamalar arasındaki etkileşim sadece 10 Ağustos'ta önemli olmuştur ($P<0,05$).

4.2.3.4. Yaprakların Mg İçeriği

Mikoriza ve P uygulamalarının yaprakların Mg içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Birinci yılda yaprakların Mg içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiş ve + mikoriza uygulaması yaprakların Mg içeriğini kontrole kıyasla artırmıştır. Fosfor uygulaması, 3 Haziran ve 23 Ağustos'ta yaprakların Mg içeriği üzerine etkili olmuş ($P<0,01$) ve her iki zamanda da en yüksek değer 30 ve 45 ppm P uygulamalarından elde edilmiştir. Mikoriza ve P uygulamasının birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Bu etkileşim incelendiğinde; 3 Haziran'da tüm P dozlarında + mikoriza uygulaması yaprakların Mg içeriğini kontrole kıyasla önemli derecede artırmıştır, bu artış oransal olarak 15 ppm dozunda %50 düzeyine ulaşmıştır ve +15 uygulamasının, -30 ve -45 uygulamaları ile aynı seviyede değer göstermesi dikkat çekmiştir. 13 Temmuz'da ise +15 uygulaması, mikorizasız tüm P uygulamalarından daha yüksek değer göstermiştir. 23 Ağustos'ta + mikoriza uygulaması - mikoriza uygulamasına kıyasla, tüm P dozlarında yaprak Mg içeriğini artırırken, aynı etki 30 ppm P uygulaması dışında 18 Ekim için de geçerli olmuştur.

Çizelge 4.19. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Mg içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,18 b	0,20 b	0,18 b	0,18 b
	+	0,24 a	0,25 a	0,23 a	0,22 a
	LSD _{0.05}	0,02**	0,02**	0,02**	0,02**
P uygulaması	15	0,17 b	0,23	0,18 b	0,19
	30	0,24 a	0,23	0,21 a	0,21
	45	0,23 a	0,21	0,22 a	0,20
	LSD _{0.05}	0,02**	Ö.D.	0,03**	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,14 d	0,20 cd	0,14 c	0,16 c
	–30	0,22 b	0,21 bcd	0,20 b	0,20 ab
	–45	0,19 c	0,18 d	0,19 b	0,18 bc
	+15	0,20 bc	0,26 a	0,22 ab	0,22 a
	+30	0,26 a	0,25 ab	0,23 ab	0,22 a
	+45	0,26 a	0,24 abc	0,25 a	0,22 a
	LSD _{0.05}	0,03**	0,04**	0,04**	0,03**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,17	0,12	0,13	0,13
	+	0,16	0,12	0,12	0,12
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,15	0,10 b	0,12	0,12
	30	0,17	0,14 a	0,14	0,14
	45	0,18	0,12 ab	0,11	0,12
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,03*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,15	0,11	0,12	0,13
	–30	0,17	0,14	0,14	0,13
	–45	0,20	0,10	0,12	0,13
	+15	0,14	0,09	0,11	0,11
	+30	0,18	0,14	0,14	0,15
	+45	0,17	0,13	0,11	0,10
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,22 a	0,17	0,14	0,19
	+	0,19 b	0,16	0,12	0,18
	LSD _{0.05}	0,02*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,19 b	0,16	0,11 b	0,14 b
	30	0,20 b	0,15	0,14 ab	0,19 a
	45	0,24 a	0,19	0,15 a	0,22 a
	LSD _{0.05}	0,03**	Ö.D.	0,03*	0,04**
Mikoriza x P	–15	0,19 bc	0,17	0,12	0,14 b
	–30	0,23 ab	0,16	0,13	0,20 ab
	–45	0,24 a	0,19	0,16	0,24 a
	+15	0,18 c	0,15	0,09	0,14 b
	+30	0,16 c	0,14	0,14	0,18 ab
	+45	0,24 a	0,19	0,14	0,21 a
	LSD _{0.05}	0,04**	Ö.D.	Ö.D.	0,06*

İkinci yılda, mikoriza uygulamasının yaprak Mg içeriğine etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P uygulamasının esas etkisi, ikinci analizde önemli bulunmuş ($P<0,01$) olup, en yüksek değer 30 ppm P uygulamasından elde edilmiştir.

Üçüncü yılda, mikoriza uygulamasının yaprak Mg içeriğine esas etkisi ilk analizde önemli çıkmış ve – mikoriza uygulamasında, + mikoriza uygulamasına kıyasla, yaprak Mg içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır. P dozunun esas etkisi, ikinci analiz dışında önemli bulunmuştur ve besin çözeltisinin P dozunun artırılması, bitkilerin yapraklarında Mg içeriğinin artışına neden olmuştur. Mikoriza ve P uygulamasının birlikte etkisi ise ilk ve son analizlerde önemli bulunmuş (sırasıyla $P<0,01$ ve $P<0,05$) ve en yüksek değer her iki analiz zamanında da –45 ve +45 uygulamalarından alınmıştır.

4.2.3.5. Yaprakların Fe İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Fe içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Birinci yılda yaprakların Fe içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiş ve + mikoriza uygulaması yaprakların Fe içeriğini kontrole kıyasla önemli derecede artırmıştır. Bu artış; ilk analizde %52 ($P<0,05$) ve diğer analizlerde ise sırasıyla %47, %65 ve %28 ($P<0,01$) dolayında gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi ise, 3 Haziran hariç diğer analizlerde önemli bulunmuştur. En yüksek değerler 15 ppm P dozunda elde edilmekle birlikte ($P<0,01$), 23 Ağustos’ta 15 ve 30 ppm P dozları arasında yaprakların Fe içeriği bakımından fark olmadığı saptanmıştır. Besin çözeltisinin P dozunun 45 ppm’den 15 ppm’ e düşürülmesi, yaprakların Fe içeriğinde 13 Temmuz ve 18 Ekim’de sırasıyla %126 ve %96’lık bir artış ile sonuçlanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; mikoriza uygulaması ile yaprakların Fe içeriğindeki artış tüm P dozları için geçerli olmuştur. Ayrıca, –45 uygulamasına göre +15 uygulamasında, ikinci ve üçüncü analizlerde yaprakların Fe içeriğindeki artışın, sırasıyla %240 ve %197 seviyesinde olması oldukça dikkat çekicidir.

İkinci yılda yaprakların Fe içeriği üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi ve deneme faktörlerinin birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Fosfor

Çizelge 4.20. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Fe içeriği (ppm) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	250,70 b	256,13 b	284,81 b	450,73 b
	+	382,07 a	377,16 a	470,85 a	578,16 a
	LSD _{0,05}	104,25*	68,18**	86,25**	50,30**
P uygulaması	15	332,67	461,59 a	431,46 a	717,32 a
	30	343,39	284,43 b	425,75 a	449,47 b
	45	273,09	203,90 b	276,28 b	376,53 c
	LSD _{0,05}	Ö.D.	83,51**	105,64*	61,60**
Mikoriza x P	-15	257,43	354,59 b	335,46 b	640,39 b
	-30	260,53	246,78 bc	341,14 b	378,24 d
	-45	234,13	167,01 c	177,83 c	333,56 d
	+15	407,91	568,59 a	527,46 a	794,26 a
	+30	426,24	322,09 b	510,37 a	520,70 c
	+45	312,05	240,79 bc	374,73 ab	419,51 d
	LSD _{0,05}	Ö.D.	118,09	149,38	87,11
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	269,10	92,23	295,16	332,61
	+	277,42	99,37	313,43	336,60
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	216,28 b	94,63	283,24	354,26
	30	320,26 a	93,96	312,85	360,45
	45	283,23 ab	98,81	316,81	289,12
	LSD _{0,05}	80,40*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	204,15	104,77	295,40	391,71
	-30	335,51	77,89	260,17	258,47
	-45	267,63	94,02	329,92	347,65
	+15	228,41	84,49	271,08	316,80
	+30	305,01	110,03	365,52	462,42
	+45	298,82	103,59	303,70	230,59
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	152,76	144,81	108,57	194,49
	+	174,78	139,92	117,68	164,50
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	160,99	149,99	93,73	178,29
	30	163,10	130,88	123,93	179,11
	45	167,23	146,22	121,73	181,10
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	161,16	153,61	107,74	192,03
	-30	149,72	164,19	107,84	207,06
	-45	147,40	116,65	110,12	184,39
	+15	160,81	146,37	79,71	164,55
	+30	176,47	97,57	140,01	151,15
	+45	187,05	175,80	133,33	177,81
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

dozlarının yaprakların Fe içeriği üzerine etkisi ise, sadece ilk analiz zamanında önemli olmuştur ($P<0,05$) ve en yüksek değer 30 ppm P dozunda elde edilmiştir.

Üçüncü yılda deneme faktörlerinin yaprakların Fe içeriğine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

4.2.3.6. Yaprakların Zn İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Zn içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Birinci yılda yaprakların Zn içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması yaprakların Zn içeriğini, kontrole kıyasla önemli derecede ($P<0,01$) artırmıştır. Bu artış 4 analiz zamanı için sırasıyla, %57, %60, %87 ve %56 olmuştur. Fosfor dozlarının esas etkisi incelendiğinde, en yüksek değer 3 Haziran'da 30 ppm ($P<0,01$), 13 Temmuz'da 15 ppm ($P<0,01$), 23 Ağustos'ta 15 ve 30 ppm ($P<0,05$) ve 18 Ekim'de yine 15 ppm ($P<0,05$) dozlarından elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; tüm analiz zamanlarında herbir P dozunda da mikoriza uygulaması yaprakların Zn içeriğini kontrole kıyasla önemli derecede artırmıştır. En yüksek değer 3 Haziran'da +30 uygulamasında elde edilirken, diğer 3 analiz zamanında ise +15 uygulamasından elde edilmiştir. -45 uygulaması ile +15 uygulaması kıyaslandığında; yaprakların Zn içeriğinde her 4 analiz zamanı için sırasıyla %75, %173, %195 ve %132 oranlarında artış olduğu görülmektedir.

İkinci yıl yapılan denemede, yaprakların Zn içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri istatistiksel önem düzeyinde olmazken, birlikte etkileri sadece birinci analiz zamanında önemli olmuştur ($P<0,05$). En yüksek değer -15 uygulamasından elde edilmiştir.

Üçüncü yıl yapılan denemede de, yaprakların Zn içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri istatistiksel önem düzeyinde olmazken, birlikte etkileri sadece birinci analiz zamanında önemli olmuştur ($P<0,05$). En yüksek değer +45 uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yaprakların Zn içeriği (ppm) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	20,67 b	26,26 b	20,40 b	27,41 b
	+	32,51 a	42,08 a	38,09 a	42,67 a
	LSD _{0.05}	6,04**	8,37**	5,70**	7,02**
P uygulaması	15	23,51 b	44,03 a	32,44 a	43,02 a
	30	36,26 a	33,53 b	32,75 a	31,89 b
	45	20,00 b	24,96 b	22,55 b	30,20 b
	LSD _{0.05}	7,39**	10,25**	6,98*	8,59*
Mikoriza x P	-15	17,78 c	33,50 bc	18,71 de	34,08 bc
	-30	27,58 bc	25,29 c	26,84 d	25,76 bc
	-45	16,67 c	20,00 c	15,64 e	22,38 c
	+15	29,24 b	54,57 a	46,18 a	51,96 a
	+30	44,95 a	41,77 ab	38,65 ab	38,02 b
	+45	23,33 bc	29,92 bc	29,45 bc	38,02 b
	LSD _{0.05}	10,45**	14,50**	9,87**	12,15**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	22,37	13,87	12,65	15,90
	+	13,82	12,63	7,90	9,13
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	25,03	13,61	10,53	14,83
	30	12,94	12,55	8,87	9,73
	45	16,32	13,59	11,43	12,98
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	37,17 a	13,11	10,56	18,07
	-30	17,34 b	14,25	13,01	14,06
	-45	12,61 b	14,24	14,39	15,57
	+15	12,89 b	14,12	10,50	11,59
	+30	8,54 b	10,85	4,73	5,40
	+45	20,02 ab	12,94	8,48	10,39
	LSD _{0.05}	17,78*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	18,48	12,27	12,78	13,43
	+	14,97	17,17	12,37	11,64
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	17,29	18,11	14,27	14,36
	30	12,94	16,33	11,07	11,62
	45	19,94	9,73	12,38	11,63
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	21,77 ab	17,30	13,02	13,39
	-30	16,54 abc	10,82	11,61	13,91
	-45	17,11 abc	8,70	13,71	13,00
	+15	12,80 bc	18,92	15,52	15,33
	+30	9,33 c	21,85	10,52	9,32
	+45	22,78 a	10,76	11,05	10,26
	LSD _{0.05}	8,76*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.7. Gövdenin P İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin P içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Birinci yılda gövdenin P içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövdenin P içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Bu artış oransal olarak 18 Ekim’de %44 düzeyine ulaşmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonunun artırılması (23 Ağustos’ta 45 ppm dozu dışında) bitki gövdesinde P içeriğinin artışına neden olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 3 Haziran’da tüm P dozlarında + mikoriza uygulaması gövdenin P içeriğini kontrole kıyasla önemli derecede artırmıştır, bu artış oransal olarak 15 ppm dozunda %64 düzeyine ulaşmıştır. Ayrıca, +30 uygulamasının, -30 uygulamasından daha yüksek ve -45 uygulaması ile ise aynı seviyede değer göstermiş olması göze çarpmaktadır. 13 Temmuz’da da yine benzer şekilde P dozlarında + mikoriza uygulaması gövdenin P içeriğini kontrole kıyasla artırmıştır ve +30 uygulamasının, -15, -30 ve -45 uygulamalarından daha yüksek değer göstermiş olması tekrar göze çarpmaktadır. 23 Ağustos’ta 30 ve 45 ppm P dozlarında + mikoriza uygulaması gövdenin P içeriğini kontrole göre artırırken, en yüksek değer +30 uygulamasından elde edilmiştir. 18 Ekim’de ise, 15 ve 45 ppm P dozlarında + mikoriza uygulaması gövdenin P içeriğini kontrole göre artırırken, en yüksek değer bu kez +45 uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci yılda, mikoriza uygulamasının esas etkisi ilk analizde önemli çıkmış ve - mikoriza uygulamasında, + mikoriza uygulamasına kıyasla, gövde P içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır ($P<0,05$). Fosfor uygulamasının esas etkisi sadece ikinci analizde önemli çıkmış ($P<0,01$) ve en yüksek değer 30 ve 45 ppm P dozlarında elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 20 Haziran’da - mikoriza uygulaması 15 ve 45 ppm P uygulamasında gövde P içeriğini artırmıştır ($P<0,05$). Bu artış, oransal olarak 15 ppm dozunda %130’ a ulaşmıştır. 30 Temmuz’da -mikoriza ile birlikte 15 ve 30 ppm P uygulamasında gövde P içeriğinde artma eğilimi devam etmiştir ($P<0,05$). 1 Kasım’da ise + mikoriza uygulaması gövde P içeriğini 30 ppm dozunda

Çizelge 4.22. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin P içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,21 b	0,18 b	0,14 b	0,09 b
	+	0,30 a	0,24 a	0,17 a	0,13 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,03**	0,01**	0,02**
P uygulaması	15	0,15 c	0,11 c	0,09 c	0,05 c
	30	0,25 b	0,24 b	0,24 a	0,13 b
	45	0,36 a	0,29 a	0,14 b	0,16 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,03**	0,02**	0,02**
Mikoriza x P	-15	0,11 e	0,09 d	0,08 e	0,03 d
	-30	0,22 c	0,21 c	0,21 b	0,11 b
	-45	0,29 b	0,25 bc	0,12 d	0,13 b
	+15	0,18 d	0,13 e	0,09 e	0,07 c
	+30	0,28 b	0,27 b	0,26 a	0,14 b
	+45	0,43 a	0,32 a	0,16 c	0,19 a
	LSD _{0,05}	0,03**	0,04**	0,02**	0,03**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,26 a	0,17	0,11	0,11
	+	0,18 b	0,15	0,11	0,10
	LSD _{0,05}	0,07*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,17	0,12 b	0,12	0,10
	30	0,25	0,18 a	0,09	0,12
	45	0,25	0,19 a	0,13	0,10
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,04**	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,23 a	0,13 bc	0,13	0,07 b
	-30	0,23 a	0,20 a	0,08	0,12 a
	-45	0,31 a	0,19 a	0,13	0,13 a
	+15	0,10 b	0,10 c	0,11	0,12 a
	+30	0,27 a	0,17 ab	0,10	0,11 a
	+45	0,18 ab	0,19 a	0,13	0,07 b
	LSD _{0,05}	0,12*	0,05*	Ö.D.	0,03**
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,13 b	0,11 b	0,06	0,11
	+	0,17 a	0,16 a	0,07	0,10
	LSD _{0,05}	0,02**	0,02**	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,19 a	0,14 a	0,07 b	0,11
	30	0,12 c	0,11 b	0,04 c	0,11
	45	0,15 b	0,16 a	0,10 a	0,09
	LSD _{0,05}	0,02**	0,03**	0,02**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,16 b	0,11 c	0,05 b	0,08 c
	-30	0,09 c	0,10 c	0,05 b	0,13 a
	-45	0,15 b	0,13 bc	0,10 a	0,12 ab
	+15	0,22 a	0,17 ab	0,09 a	0,14 a
	+30	0,14 b	0,11 c	0,04 b	0,09 bc
	+45	0,16 b	0,19 a	0,09 a	0,06 c
	LSD _{0,05}	0,03**	0,04**	0,03**	0,03**

etkilemezken, 45 ppm dozunda düşürmüş ve 15 ppm dozunda ise yükseltmiştir.

Üçüncü yıl yapılan denemede, mikoriza uygulamasının gövde P içeriğine esas etkisi ilk iki analiz tarihinde, P dozunun esas etkisi ilk üç analizde ve uygulamaların birlikte etkisi ise tüm analiz zamanlarında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Vegetasyon döneminin başında, + mikoriza uygulaması yaprakların P içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. P uygulamasının gövde fosfor içeriği üzerine etkisine bakıldığında; 22 Haziran'da en yüksek değer 15 ppm dozunda, 10 Ağustos'ta 15 ve 45 ppm dozunda, 17 Eylül'de ise 45 ppm dozunda elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 22 Haziran'da 15 ve 30 ppm P uygulamalarında + mikoriza uygulaması gövde P içeriğini artırırken, 45 ppm dozunda etkilememiştir. +15 uygulaması tüm uygulamalardan daha yüksek değer göstermiştir. 10 Ağustos'ta 15 ve 45 ppm P uygulamalarında + mikoriza uygulaması gövde P içeriğini artırırken, en yüksek değer +45 uygulamasından elde edilmiştir. 17 Eylül'de +15 uygulamasının -15 ve -30 uygulamalarından daha yüksek ve -45 uygulaması ile aynı seviyede değer göstermesi dikkat çekmektedir. 29 Ekim'de de yine benzer şekilde, +15 uygulaması -15 uygulamasından daha yüksek, -30 ve -45 uygulamaları ile aynı seviyede değer göstermiştir.

4.2.3.8. Gövdenin K İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin K içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Birinci yılda gövdenin K içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövdenin K içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Besin çözeltilisinin P konsantrasyonunun artırılması, bitkilerin gövdelerinde K içeriğinin artışına neden olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 3 Haziran'da + mikoriza uygulaması tüm P dozlarında gövdenin K içeriğini artırırken, +15 uygulaması -30 uygulaması ile aynı seviyede değer göstermiştir. 13 Temmuz'da + mikoriza uygulaması pozitif etkisini net olarak 45 ppm P dozunda göstermiştir. 23 Ağustos'ta 15 ve 30 ppm P dozunda + mikoriza uygulaması gövdenin K içeriğini artırırken, en yüksek değer +30

Çizelge 4.23. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin K içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,52 b	1,41 b	1,30 b	1,15 b
	+	1,76 a	1,67 a	1,89 a	1,37 a
	LSD _{0.05}	0,07**	0,20**	0,13**	0,09**
P uygulaması	15	1,43 c	1,29 c	1,14 b	0,99 c
	30	1,52 b	1,55 b	1,89 a	1,23 b
	45	1,98 a	1,79 a	1,76 a	1,58 a
	LSD _{0.05}	0,08**	0,24**	0,16**	0,11**
Mikoriza x P	-15	1,36 e	1,13 c	0,97 d	0,91 e
	-30	1,45 de	1,42 bc	1,26 c	1,16 cd
	-45	1,76 b	1,69 ab	1,66 b	1,39 b
	+15	1,50 cd	1,46 bc	1,30 c	1,06 d
	+30	1,60 c	1,67 ab	2,52 a	1,29 bc
	+45	2,19 a	1,89 a	1,85 b	1,77 a
	LSD _{0.05}	0,12**	0,34**	0,22**	0,15**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	2,03	0,86	0,95	1,04
	+	1,81	0,87	0,98	1,05
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,93	0,82	0,87	0,98
	30	1,81	0,86	0,89	0,98
	45	2,02	0,91	1,14	1,17
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,37 a	0,84	0,81	0,91
	-30	1,43 b	0,84	0,90	0,98
	-45	2,28 a	0,90	1,13	1,22
	+15	1,49 b	0,80	0,93	1,05
	+30	2,19 ab	0,88	0,87	0,98
	+45	1,75 ab	0,92	1,15	1,11
	LSD _{0.05}	0,71*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,26	1,37	1,22	1,39
	+	1,32	1,60	1,16	1,20
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,41 a	1,51	1,10	1,23
	30	1,19 b	1,43	1,08	1,31
	45	1,28 ab	1,52	1,40	1,34
	LSD _{0.05}	0,17*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,24 b	1,32	1,04 b	1,22
	-30	1,21 b	1,21	1,12 b	1,44
	-45	1,33 b	1,59	1,50 a	1,50
	+15	1,58 a	1,71	1,15 b	1,25
	+30	1,17 b	1,64	1,03 b	1,17
	+45	1,22 b	1,44	1,31 ab	1,19
	LSD _{0.05}	0,24*	Ö.D.	0,26*	Ö.D.

uygulamasından elde edilmiştir. 18 Ekim'de ise + mikoriza uygulaması özellikle 15 ve 45 ppm P dozunda daha etkili olurken, en yüksek değer +45 uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci yılda, gövdenin K içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri istatistiksel önem düzeyinde olmazken, birlikte etkileri sadece birinci analiz zamanında önemli olmuştur ($P<0,05$) ve 30 ppm P dozu dışında, – mikoriza uygulamasında + mikoriza uygulamasına kıyasla, gövde K içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır.

Üçüncü yılda, gövdenin K içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi 22 Haziran'da ve uygulamaların birlikte etkisi ise, 22 Haziran ve 17 Eylül'de istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Çözeltilerin P konsantrasyonunun 15 ppm'e düşürülmesi, 22 Haziran'da gövdenin K içeriğinde artışa neden olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 22 Haziran'da +15 uygulamasında ve 17 Eylül'de –45 uygulamasında daha yüksek gövde K içeriği değerleri elde edilmiştir.

4.2.3.9. Gövdenin Ca İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Ca içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Birinci yılda gövdenin Ca içeriği üzerine, P uygulamasının esas etkisi 3 Haziran ve 18 Ekim'de, mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövdenin Ca içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır ve bu artış 13 Temmuz'da %52 düzeyine ulaşmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonun 30 veya 45 ppm olması arasında gövdenin Ca içeriği yönünden bir fark görülmezken, bu uygulamardan 15 ppm P uygulamasına göre daha yüksek değer elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 3 Haziran, 13 Temmuz ve 23 Ağustos'ta tüm P dozlarında + mikoriza uygulaması gövdenin Ca içeriğini kontrole kıyasla oldukça artırmıştır. Bu artış 3 Haziran ve 13 Temmuz'da oransal olarak 15 ppm dozunda sırasıyla, %57 ve %120 düzeyinde, 23 Ağustos'ta ise 45 ppm dozunda %46 düzeyinde olmuştur. 18 Ekim'de en

Çizelge 4.24. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Ca içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,45 b	0,56 b	0,66 b	0,69 b
	+	0,62 a	0,85 a	0,89 a	0,90 a
	LSD _{0,05}	0,06**	0,19**	0,06**	0,09**
P uygulaması	15	0,45 b	0,72	0,75	0,69 b
	30	0,57 a	0,72	0,80	0,88 a
	45	0,58 a	0,66	0,77	0,81 a
	LSD _{0,05}	0,07**	Ö.D.	Ö.D.	0,11*
Mikoriza x P	–15	0,35 c	0,45 b	0,65 b	0,61 c
	–30	0,48 b	0,64 b	0,70 b	0,77 bc
	–45	0,52 b	0,58 b	0,63 b	0,69 c
	+15	0,55 ab	0,99 a	0,84 a	0,77 bc
	+30	0,65 a	0,80 a	0,90 a	0,99 a
	+45	0,64 a	0,75 ab	0,92 a	0,93 ab
	LSD _{0,05}	0,10**	0,32**	0,11**	0,16**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,76 a	0,03	0,38	0,39
	+	0,58 b	0,01	0,44	0,47
	LSD _{0,05}	0,14*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,67	0,02	0,39	0,40
	30	0,67	0,02	0,39	0,42
	45	0,67	0,03	0,45	0,46
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,74 ab	0,02	0,38	0,35
	–30	0,64 bc	0,01	0,35	0,38
	–45	0,91 a	0,05	0,40	0,44
	+15	0,61 bc	0,01	0,40	0,45
	+30	0,70 ab	0,02	0,42	0,47
	+45	0,42 c	0,02	0,50	0,48
	LSD _{0,05}	0,25*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,39 b	0,49	0,46	0,68
	+	0,48 a	0,49	0,46	0,52
	LSD _{0,05}	0,05**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,42 b	0,50	0,43	0,47 b
	30	0,49 a	0,46	0,46	0,55 b
	45	0,39 b	0,51	0,48	0,77 a
	LSD _{0,05}	0,06*	Ö.D.	Ö.D.	0,20*
Mikoriza x P	–15	0,42 b	0,53	0,42	0,49 b
	–30	0,42 b	0,48	0,49	0,57 b
	–45	0,32 c	0,46	0,45	0,97 a
	+15	0,42 b	0,47	0,44	0,45 b
	+30	0,56 a	0,45	0,43	0,53 b
	+45	0,45 b	0,55	0,50	0,56 b
	LSD _{0,05}	0,09**	Ö.D.	Ö.D.	0,28*

yüksek değer +30 uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci yılda, gövdenin Ca içeriği üzerine P uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise ilk analiz tarihinde önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. – mikoriza uygulamasında, + mikoriza uygulamasına kıyasla, gövde Ca içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşime bakıldığında ise, – mikoriza uygulamasının gövdenin Ca içeriğini + mikoriza uygulamasına kıyasla, özellikle 15 ve 45 ppm P dozlarında artırma, 30 ppm’de ise azaltma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü yılda gövdenin Ca içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ilk analiz tarihinde, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise, ilk ve son analiz tarihlerinde istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. 22 Haziran’da + mikoriza uygulaması gövdenin Ca içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır ($P<0,01$). P dozları arasında en yüksek değer, 22 Haziran’da 30 ppm uygulamasında ve 29 Ekim’de 45 ppm uygulamasında elde edilmiştir ($P<0,05$). Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 22 Haziran’da 30 ve 45 ppm P dozlarında, + mikoriza uygulaması, gövdenin Ca içeriğini kontrole kıyasla artırmıştır. 29 Ekim’de ise –45 uygulamasından en yüksek değer elde edilmiştir.

4.2.3.10. Gövdenin Mg İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Mg içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Denemenin birinci yılında gövdenin Mg içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövdenin Mg içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Gövdede en yüksek Mg içeriği, ilk iki analiz tarihinde 30 ve 45 ppm P dozlarında ve son iki analiz tarihinde ise sadece 30 ppm P dozunda elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; + mikoriza uygulamasının kontrole kıyasla gövdenin Mg içeriğini artırıcı etkisi, 3 Haziran’da 15 ve 30 ppm P dozlarında, 13 Temmuz’da ise 15 ve 45 ppm P dozlarında daha belirgin olmuştur. Diğer önemli bir husus

Çizelge 4.25. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Mg içeriği (%) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,19 b	0,22 b	0,18 b	0,17 b
	+	0,24 a	0,27 a	0,25 a	0,24 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,02**	0,02**	0,03**
P uygulaması	15	0,19 b	0,22 b	0,19 b	0,18 b
	30	0,22 a	0,26 a	0,25 a	0,26 a
	45	0,23 a	0,25 a	0,20 b	0,17 b
	LSD _{0,05}	0,02**	0,02**	0,03**	0,03**
Mikoriza x P	-15	0,15 c	0,18 c	0,16 c	0,15 c
	-30	0,20 b	0,25 ab	0,22 b	0,21 b
	-45	0,22 ab	0,23 b	0,17 c	0,14 c
	+15	0,22 ab	0,26 a	0,22 b	0,20 b
	+30	0,25 a	0,27 a	0,29 a	0,30 a
	+45	0,24 a	0,28 a	0,23 b	0,20 b
	LSD _{0,05}	0,03**	0,03**	0,04**	0,04**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,17	0,05	0,08	0,08 b
	+	0,15	0,06	0,09	0,11 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,03*
P uygulaması	15	0,15	0,05	0,08	0,09
	30	0,17	0,06	0,09	0,10
	45	0,16	0,06	0,08	0,11
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,14	0,06	0,06	0,06
	-30	0,16	0,05	0,08	0,09
	-45	0,20	0,05	0,08	0,10
	+15	0,16	0,04	0,09	0,11
	+30	0,17	0,06	0,09	0,11
	+45	0,11	0,06	0,08	0,11
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,16	0,12	0,09	0,10
	+	0,17	0,13	0,09	0,09
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,17	0,12	0,09	0,09
	30	0,16	0,13	0,09	0,09
	45	0,17	0,14	0,10	0,12
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,18	0,12	0,08	0,10
	-30	0,14	0,12	0,09	0,09
	-45	0,16	0,13	0,10	0,12
	+15	0,15	0,11	0,09	0,08
	+30	0,18	0,14	0,09	0,08
	+45	0,18	0,15	0,10	0,11
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

ise, +15 uygulamasının 3 Haziran'da -45 uygulamasına eşit düzeyde değer vermesi, 13 Temmuz'da ise -30 ve -45 uygulamalarından da daha yüksek değer göstermesidir. 23 Ağustos ve 18 Ekim'de de + mikoriza uygulaması - mikoriza uygulamasına kıyasla, tüm P dozlarında gövde Mg içeriğini artırmıştır ve +15 ve +30 uygulamaları -45 uygulamasından daha yüksek değer göstermiştir.

İkinci yılda, gövdenin Mg içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi, son analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiş ve + mikoriza uygulaması gövdenin Mg içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi istatistiksel açıdan önemli olmamıştır.

Üçüncü yılda gövdenin Mg içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

4.2.3.11. Gövdenin Fe İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Fe içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Birinci yılda, gövdenin Fe içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövdenin Fe içeriğini, ilk iki analiz tarihinde %5 istatistiksel önem düzeyinde ve son iki analiz tarihinde ise %1 istatistiksel önem düzeyinde kontrole kıyasla artırmıştır. Bu artış 13 Temmuz'da %83 düzeyine ulaşmıştır. Besin çözeltisinin P konsantrasyonunun artırılması, bitkilerin gövdesinde Fe içeriğinin azalmasına neden olmuştur ($P<0,01$). Deneme süresince en yüksek değer 15 ppm P uygulamasından elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; tüm analiz zamanlarında + mikoriza uygulaması - mikoriza uygulamasına kıyasla 15 ppm P dozunda gövde Fe içeriğini belirgin bir şekilde artırmıştır. En yüksek değer +15 uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci ve üçüncü yılda, gövdenin Fe içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Çizelge 4.26. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Fe içeriği (ppm) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	203,16 b	183,35 b	188,02 b	178,96 b
	+	303,66 a	335,11 a	304,81 a	272,32 a
	LSD _{0.05}	73,05*	126,57*	79,54**	40,47**
P uygulaması	15	389,20 a	447,56 a	420,65 a	366,78 a
	30	205,83 b	187,68 b	180,45 b	165,15 b
	45	165,19 b	142,46 b	138,14 b	145,00 b
	LSD _{0.05}	89,47**	155,01**	97,42**	49,56**
Mikoriza x P	-15	296,43 b	270,92 b	303,93 b	283,92 b
	-30	176,43 bc	160,66 b	133,54 c	129,42 cd
	-45	136,62 c	118,48 b	126,59 c	123,54 d
	+15	481,98 a	624,20 a	537,37 a	449,63 a
	+30	235,23 bc	214,71 b	227,37 bc	200,88 c
	+45	193,76 bc	166,43 b	149,69 c	166,46 cd
	LSD _{0.05}	126,51**	219,21**	137,76**	70,08**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	134,25	62,48	87,74	90,88
	+	108,61	62,88	99,76	98,04
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	119,80	62,31	91,91	95,74
	30	135,71	62,33	95,69	99,70
	45	108,78	63,40	93,65	87,93
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	124,88	64,23	87,02	90,45
	-30	144,63	60,47	92,22	95,12
	-45	133,24	62,73	83,97	87,06
	+15	114,71	60,38	96,81	101,04
	+30	126,78	64,19	99,15	104,28
	+45	84,33	64,07	103,33	88,80
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	64,29	43,01	37,38	64,66
	+	52,38	57,59	50,73	59,07
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	64,82	44,47	47,15	49,40
	30	60,96	66,15	54,07	59,05
	45	49,23	40,28	30,94	77,15
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	89,64	33,91	37,44	64,32
	-30	66,05	68,69	48,11	59,06
	-45	37,19	26,43	26,58	70,61
	+15	39,99	55,03	56,86	34,47
	+30	55,87	63,60	60,03	59,04
	+45	61,28	54,13	35,31	83,68
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.12. Gövdenin Zn İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Zn içeriği üzerine etkisi çizelge 4.27'de verilmiştir.

Birinci yılda gövdenin Zn içeriği üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir ve + mikoriza uygulaması gövdenin Zn içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır. Fosfor dozlarının esas etkisi ise 23 Ağustos ve 18 Ekim tarihli analizlerde istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. 23 Ağustos'ta en yüksek değer 15 ve 30 ppm P uygulamalarında, 18 Ekim'de ise 45 ppm P uygulamasında elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının bitkilerin gövdelerinde Zn içeriğini artırıcı etkisi görülmektedir.

İkinci yılda, gövdenin Zn içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi son analiz tarihinde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 1 Kasım'da + mikoriza uygulaması gövdenin Zn içeriğini artırmıştır. P dozları bakımından en yüksek değer 15 ppm P uygulamasında elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; + mikoriza uygulamasının gövde Zn içeriğini artırıcı etkisinin 15 ppm P dozunda belirgin olduğu ve yaklaşık %75'lik oransal artışa sahip olan +15 uygulamasının, en yüksek değeri gösterdiği saptanmıştır.

Üçüncü yılda, mikoriza uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. Fosfor uygulaması gövdenin Zn içeriğini, ilk iki analiz tarihinde %5 istatistiksel önem düzeyinde ve üçüncü analiz tarihinde ise %1 istatistiksel önem düzeyinde etkilemiştir. 15 ppm P uygulamasının gövde Zn içeriğini diğer fosfor dozlarına kıyasla artırdığı belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim, 17 Eylül tarihli analizde istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. + mikoriza uygulamasının bitki gövdelerinde Zn içeriğinde, 15 ppm P dozunda artış, 45 ppm P dozunda ise azalışa neden olduğu saptanmıştır:

Çizelge 4.27. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövdenin Zn içeriği (ppm) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	55,82 b	71,47 b	72,72 b	96,32 b
	+	84,14 a	99,25 a	109,70 a	146,71 a
	LSD _{0,05}	19,24**	9,20**	17,66**	16,60**
P uygulaması	15	75,04	88,56	97,55 a	97,22 c
	30	71,60	87,80	101,20 a	121,67 b
	45	63,31	79,71	74,88 b	145,65 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	21,63*	20,33**
Mikoriza x P	-15	53,08	71,87 b	81,18 c	85,00 c
	-30	56,79	77,62 b	77,48 c	93,89 c
	-45	57,60	64,91 b	59,50 c	110,06 c
	+15	96,99	105,25 a	113,93 ab	109,44 c
	+30	86,41	97,97 a	124,92 a	149,44 b
	+45	69,01	94,52 a	90,26 bc	181,24 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	15,94**	30,58**	28,74**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	Kasım
Mikoriza uygulaması	-	102,18	141,28	73,30	77,07 b
	+	97,90	128,28	129,50	115,93 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	38,38*
P uygulaması	15	132,10	138,08	129,75	138,85 a
	30	101,56	127,80	76,51	84,96 b
	45	66,46	138,45	97,94	65,68 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	47,01*
Mikoriza x P	-15	106,02	133,54	100,64	100,91 b
	-30	113,65	145,18	66,44	71,97 b
	-45	86,87	145,12	52,82	58,33 b
	+15	158,17	142,62	158,85	176,79 a
	+30	89,48	110,43	86,58	97,96 b
	+45	46,06	131,78	143,07	73,04 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	68,48*
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	33,51	62,43	71,64	73,94
	+	44,84	55,92	70,95	81,30
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	55,15 a	80,82 a	101,56 a	105,33
	30	37,82 ab	47,44 b	63,21 b	70,13
	45	24,56 b	49,26 b	49,13 b	57,40
	LSD _{0,05}	21,68*	22,73*	27,48**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	47,31	85,20	96,51 ab	101,55
	-30	34,90	46,99	63,10 bc	64,63
	-45	18,32	55,10	55,31 bc	55,63
	+15	62,99	76,44	106,61 a	109,11
	+30	40,73	47,89	63,31 bc	75,63
	+45	30,79	43,43	42,94 c	59,17
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	38,86*	Ö.D.

4.2.3.13. Meyvenin P İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin P içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.28'de verilmiştir. İkinci deneme yılında, meyve P içeriğine mikoriza uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi dönem boyunca önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Her üç analiz tarihinde de 30 ve 45 ppm P dozlarının 15 ppm'e kıyasla meyvelerin P içeriğini artırdığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise, 30 Temmuz ve 1 Kasım'da önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 30 Temmuz'da + mikoriza uygulamasının – mikoriza uygulamasına göre, 15 ppm P dozunda meyve P içeriğini azaltıcı yönde etkisi görülmüş, 1 Kasım'da ise + mikorizanın etkisi 45 ppm P dozunda belirgin bir şekilde görülmüştür ve en yüksek değer +45 uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin P içeriği (%) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,20	0,23	0,24
	+	0,18	0,24	0,26
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,15 b	0,20 b	0,21 b
	30	0,21 a	0,26 a	0,28 a
	45	0,21 a	0,25 a	0,26 a
	LSD _{0.05}	0,05*	0,04*	0,05*
Mikoriza x P	–15	0,17 ab	0,19	0,19 c
	–30	0,22 a	0,27	0,29 ab
	–45	0,20 a	0,22	0,22 bc
	+15	0,12 b	0,21	0,22 bc
	+30	0,20 a	0,24	0,27 bc
	+45	0,22 a	0,27	0,30 a
	LSD _{0.05}	0,07*	Ö.D.	0,07*
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,26	0,31	0,29
	+	0,27	0,33	0,32
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,26	0,28 b	0,28
	30	0,24	0,32 ab	0,32
	45	0,30	0,36 a	0,31
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,05*	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,23	0,27 c	0,25
	–30	0,26	0,31 abc	0,29
	–45	0,30	0,35 ab	0,33
	+15	0,29	0,29 bc	0,32
	+30	0,22	0,33 abc	0,35
	+45	0,29	0,38 a	0,29
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,06*	Ö.D.

Üçüncü yılda, meyve P içeriğine mikoriza uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi 17 Eylül'de önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasında tüm P dozlarında kontrol uygulamalarına kıyasla meyve P içeriğinin artma eğiliminde olduğu ve en yüksek değerin +45 uygulamasında elde edildiği belirlenmiştir.

4.2.3.14. Meyvenin K İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin K içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.29'da verilmiştir. Denemenin ikinci yılında, meyvenin K içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmuştur.

Çizelge 4.29. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyvelerin K içeriği (%) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	1,31	1,28	1,40
	+	1,32	1,30	1,48
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,25	1,25	1,37
	30	1,32	1,32	1,46
	45	1,38	1,30	1,50
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,28	1,19	1,33
	-30	1,29	1,36	1,48
	-45	1,36	1,30	1,41
	+15	1,21	1,32	1,41
	+30	1,34	1,28	1,44
	+45	1,40	1,29	1,59
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,68	1,61 b	1,46 b
	+	1,59	1,85 a	1,63 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,19*	0,12*
P uygulaması	15	1,75	1,47 b	1,35 b
	30	1,51	1,87 a	1,62 a
	45	1,65	1,84 a	1,67 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,24**	0,15**
Mikoriza x P	-15	1,62	1,33 c	1,26 d
	-30	1,58	1,82 ab	1,48 bcd
	-45	1,85	1,68 ab	1,65 abc
	+15	1,88	1,61 bc	1,43 cd
	+30	1,44	1,93 ab	1,76 a
	+45	1,45	2,00 a	1,69 ab
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,34*	0,21**

Üçüncü yılda, meyvenin K içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi son iki analiz tarihinde istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. Her iki analiz tarihinde de; + mikoriza uygulaması meyvenin K içeriğini, kontrole kıyasla artırmıştır ($P<0,05$), ayrıca P dozları bakımından 30 ve 45 ppm'in 15 ppm P dozuna kıyasla, meyvelerin K içeriğinde artışa neden olduğu saptanmıştır ($P<0,01$). + mikoriza uygulamasının meyve K içeriğini artırıcı etkisi, faktörler arasındaki etkileşim incelendiğinde de görülmektedir.

4.2.3.15. Meyvenin Ca İçeriği

Her iki yılda da, meyvenin Ca içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Ca içeriği (%) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,03	0,07	0,08
	+	0,02	0,08	0,09
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,02	0,06	0,07
	30	0,03	0,09	0,09
	45	0,03	0,08	0,09
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,03	0,05	0,05
	-30	0,02	0,08	0,09
	-45	0,04	0,08	0,09
	+15	0,02	0,08	0,09
	+30	0,03	0,09	0,10
	+45	0,03	0,08	0,08
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,12	0,11	0,10
	+	0,13	0,12	0,09
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,11	0,11	0,09
	30	0,14	0,12	0,09
	45	0,13	0,10	0,10
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,12	0,12	0,10
	-30	0,13	0,10	0,10
	-45	0,10	0,09	0,10
	+15	0,10	0,10	0,08
	+30	0,14	0,14	0,09
	+45	0,16	0,11	0,09
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.16. Meyvenin Mg İçeriği

Denemenin ikinci yılında, meyvenin Mg içeriği üzerine deneme faktörlerinin etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.31).

Üçüncü yılda, meyve Mg içeriğine mikoriza uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi 29 Ekim'de önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 30 ve 45 ppm P uygulamasının, 15 ppm'e kıyasla meyvelerin Mg içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Mg içeriği (%) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,07	0,12	0,13
	+	0,08	0,13	0,14
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,07	0,11	0,13
	30	0,09	0,14	0,15
	45	0,07	0,13	0,13
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,08	0,10	0,11
	-30	0,07	0,14	0,15
	-45	0,07	0,13	0,13
	+15	0,05	0,13	0,14
	+30	0,10	0,13	0,15
	+45	0,08	0,13	0,13
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,15	0,16	0,16
	+	0,16	0,16	0,16
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,14	0,15	0,14 b
	30	0,18	0,17	0,17 a
	45	0,16	0,16	0,18 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,03*
Mikoriza x P	-15	0,15	0,16	0,13 b
	-30	0,19	0,18	0,17 a
	-45	0,13	0,14	0,18 a
	+15	0,13	0,14	0,15 ab
	+30	0,17	0,16	0,16 ab
	+45	0,19	0,18	0,19 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,04*

4.2.3.17. Meyvenin Fe İçeriği

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi, denemenin ikinci yılında, meyve Fe içeriğine P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, mikoriza uygulamasının esas etkisi sadece son analiz zamanında önemli ($P<0,05$) bulunmuştur ve + mikoriza uygulamasının meyve Fe içeriğini artırdığı saptanmıştır.

Üçüncü yılda meyve Fe içeriğine, P uygulamasının esas etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ilk analiz zamanında önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. + mikoriza uygulamasının meyve Fe içeriğini %47 düzeyinde artırdığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması – mikoriza uygulamasına göre, 45 ppm P uygulamasında, meyve Fe içeriğini önemli derecede (%255) artırmıştır .

Çizelge 4.32. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Fe içeriği (ppm) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	61,44	97,44	101,02 b
	+	61,76	148,55	129,58 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	26,93*
P uygulaması	15	61,31	95,88	100,39
	30	61,33	121,94	128,78
	45	62,16	151,16	116,72
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	62,82	70,69	72,47
	–30	59,87	111,18	115,59
	–45	61,64	110,45	114,99
	+15	59,79	121,07	128,31
	+30	62,79	132,70	141,96
	+45	62,69	191,87	118,46
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	37,24 b	48,01	40,12
	+	54,91 a	39,52	38,64
	LSD _{0,05}	16,52*	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	40,69	41,84	33,70
	30	60,65	55,08	46,48
	45	36,89	34,39	37,96
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	36,62 ab	56,25	33,69
	–30	58,89 a	52,92	48,70
	–45	16,21 b	34,86	37,96
	+15	44,76 ab	27,42	33,70
	+30	62,41 a	57,23	44,27
	+45	57,56 a	33,92	37,96
	LSD _{0,05}	28,62*	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.18. Meyvenin Zn İçeriği

Her iki yılda da, meyvenin Zn içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Mikoriza ve P uygulamasının meyvenin Zn içeriği (ppm) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	14,19	10,80	11,83
	+	12,89	11,42	12,11
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	13,87	13,13	13,90
	30	12,84	7,52	8,32
	45	13,91	12,69	13,70
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	13,41	10,70	12,00
	-30	14,58	7,64	8,27
	-45	14,57	14,07	15,22
	+15	14,32	15,55	15,80
	+30	11,10	7,40	8,36
	+45	13,24	11,32	12,17
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	8,15	11,04	10,30
	+	9,91	17,22	12,48
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	9,13	7,27	8,09
	30	11,73	17,11	17,70
	45	6,23	18,01	8,38
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	7,31	7,50	7,17
	-30	8,48	10,37	15,50
	-45	8,65	15,24	8,23
	+15	10,95	7,03	9,00
	+30	14,98	23,84	19,91
	+45	3,80	20,78	8,53
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.19. Yapraklar Tarafından Kaldırılan P Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan P miktarı üzerine etkisi Çizelge 4. 34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan P miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	13 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,09 b	0,12 b	0,21 b	0,21 b
	+	0,12 a	0,20 a	0,35 a	0,30 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,06**	0,05**	0,03**
P uygulaması	15	0,07 c	0,05 c	0,19 b	0,18 b
	30	0,10 b	0,18 b	0,31 a	0,19 b
	45	0,15 a	0,25 a	0,34 a	0,39 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,07**	0,06**	0,04**
Mikoriza x P	-15	0,05 c	0,03 d	0,11 c	0,15 d
	-30	0,09 b	0,16 bc	0,22 b	0,16 cd
	-45	0,14 a	0,16 bc	0,29 b	0,32 b
	+15	0,09 b	0,07 cd	0,27 b	0,21 c
	+30	0,10 b	0,20 b	0,40 a	0,21 c
	+45	0,16 a	0,34 a	0,39 a	0,47 a
	LSD _{0,05}	0,03**	0,10**	0,09**	0,06**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,14	0,17	0,21	0,29
	+	0,12	0,21	0,19	0,27
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,13	0,18	0,18	0,27 b
	30	0,14	0,19	0,18	0,24 b
	45	0,12	0,20	0,24	0,33 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,06*
Mikoriza x P	-15	0,13	0,17	0,18	0,25
	-30	0,16	0,18	0,20	0,27
	-45	0,12	0,16	0,25	0,35
	+15	0,12	0,19	0,17	0,29
	+30	0,12	0,19	0,17	0,22
	+45	0,12	0,24	0,23	0,31
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,15	0,29 b	0,38	0,53
	+	0,15	0,51 a	0,45	0,64
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,10**	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,14 b	0,34 b	0,38 b	0,46 b
	30	0,10 c	0,31 b	0,35 b	0,63 ab
	45	0,21 a	0,56 a	0,52 a	0,67 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,12**	0,09**	0,17*
Mikoriza x P	-15	0,14 b	0,25 bc	0,33 b	0,35
	-30	0,09 c	0,23 c	0,39 b	0,63
	-45	0,22 a	0,40 bc	0,43 b	0,61
	+15	0,14 b	0,42 b	0,43 b	0,57
	+30	0,10 c	0,38 bc	0,30 b	0,63
	+45	0,20 a	0,72 a	0,61 a	0,74
	LSD _{0,05}	0,02**	0,17**	0,13**	Ö.D.

Birinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan fosfor miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Yapraklarla kaldırılan fosfor miktarı + mikoriza uygulaması ile dönem boyunca artış göstermiştir. Fosfor dozunun artırılması ile birlikte tüm tarihlerde yapraklarla kaldırılan fosfor içeriği önemli ölçüde artmıştır. Ancak 23 Ağustos tarihinde 30 ve 45 ppm P uygulamaları, 18 Ekim tarihinde ise 15 ve 30 ppm P uygulamaları arasında fark bulunmamıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan fosfor miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 3 Haziran'da 15 ppm P dozunda, 13 Temmuz'da 45 ppm P dozunda, 23 Ağustos'ta tüm P dozlarında, 18 Ekim'de 15 ve 45 ppm P dozlarında belirgin olmuştur. 15 ppm dozundaki artış oranı 23 Ağustos'ta %145 seviyesine kadar çıkmıştır.

İkinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan fosfor miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir. Fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan fosfor içeriği üzerine etkisi sadece 1 Kasım tarihinde önemli bulunmuştur. Bu tarihte 45 ppm P uygulaması, 15 ve 30 ppm P uygulamalarından istatistiksel anlamda daha yüksek ($P<0,05$) yapraklarla kaldırılan fosfor değerine sahip olmuştur.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulaması 10 Ağustos tarihinde yapraklarla kaldırılan fosfor miktarını önemli ölçüde ($P<0,01$) artırmış, bu etki daha sonrasında da devam etmekle birlikte ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Yapraklarla kaldırılan fosfor miktarı açısından, genel olarak 45 ppm fosfor uygulaması 15 ve 30 ppm uygulamalarından daha yüksek değer gösterirken, 15 ve 30 ppm uygulamaları genellikle birbirlerine yakın değerler sergilemişlerdir. Uygulamaların birlikte etkisi ise, son analiz zamanı dışındaki tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, +mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan fosfor miktarını artırıcı etkisi özellikle 10 Ağustos ve 17 Eylül tarihlerinde açık bir şekilde görülmektedir. Bu etki 10 Ağustos ve 17 Eylül'de 45 ppm P dozunda istatistiksel açıdan önemlidir, 10 Ağustos'taki artış %80 olarak gerçekleşmiştir.

4.2.3.20. Yapraklar Tarafından Kaldırılan K Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan K miktarı üzerine etkisi Çizelge 4. 35'de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan potasyum miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Yapraklarla kaldırılan potasyum miktarı tüm tarihlerde + mikoriza uygulamasında daha yüksek bulunmuştur. Fosfor uygulaması yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını önemli ölçüde etkilemiş olup 23 Ağustos dışındaki üç tarihte 45 ppm uygulaması, 15 ve 30 ppm uygulamalarından önemli ölçüde farklılık göstermiştir. 23 Ağustos tarihinde ise 15 ppm uygulaması 30 ve 45 ppm'den farklı olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının, yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. 3 Haziran ve 23 Ağustos'ta 30 ve 45 ppm P dozunda, 13 Temmuz'da 45 ppm P dozunda, 18 Ekim'de 15 ve 45 ppm P dozunda elde edilen değerler, kontrol dozlarına kıyasla, istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur.

İkinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan potasyum miktarı, dört analiz tarihinin üçünde mikoriza uygulamasında daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir ancak farklılık sadece 1 Kasım tarihinde önemlidir ($P<0,05$). Fosfor uygulamasının etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise ikinci deneme yılında dönem boyunca yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını etkilememiştir.

Üçüncü deneme yılında, yapraklarla kaldırılan potasyum miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ilk analiz zamanı dışında, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise son analiz zamanı dışında, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Fosfor uygulaması yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını genel olarak artırmaktadır. 45 ppm P uygulaması tüm tarihlerde en yüksek değere sahip olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan potasyum miktarını artırıcı etkisi 10 Ağustos'tan itibaren açık bir şekilde görülmektedir. 10 Ağustos ve 17 Eylül'de 15 ve 45 ppm P dozunda saptanan artışlar istatistiksel açıdan önemlidir. 15 ppm dozundaki artış oranı 10 Ağustos'ta %68 seviyesine kadar çıkmıştır.

Çizelge 4.35. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan K miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,83 b	1,16 b	2,47 b	3,00 b
	+	0,97 a	1,85 a	3,28 a	4,19 a
	LSD _{0,05}	0,09**	0,48**	0,39**	0,46**
P uygulaması	15	0,75 b	1,13 b	2,18 b	3,06 b
	30	0,84 b	1,18 b	3,02 a	3,33 b
	45	1,10 a	2,20 a	3,42 a	4,40 a
	LSD _{0,05}	0,11**	0,59**	0,48**	0,56**
Mikoriza x P	-15	0,73 d	0,93 b	1,96 d	2,62 c
	-30	0,75 d	1,09 b	2,57 cd	2,90 bc
	-45	1,00 b	1,45 b	2,86 bc	3,46 b
	+15	0,78 cd	1,33 b	2,40 cd	3,49 b
	+30	0,92 bc	1,27 b	3,47 ab	3,75 b
	+45	1,21 a	2,94 a	3,97 a	5,33 a
	LSD _{0,05}	0,15**	0,84**	0,67**	0,80**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	1,22	1,01	1,55	2,12 b
	+	1,13	1,13	1,73	2,54 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,40*
P uygulaması	15	1,31	1,04	1,54	2,33
	30	1,19	1,07	1,66	2,11
	45	1,02	1,11	1,73	2,54
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,37	1,02	1,50	2,07
	-30	1,34	1,06	1,48	1,85
	-45	0,94	0,95	1,67	2,44
	+15	1,26	1,05	1,57	2,60
	+30	1,03	1,08	1,83	2,38
	+45	1,10	1,26	1,78	2,63
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,18	2,32 b	3,15 b	4,03 b
	+	1,14	3,63 a	4,04 a	4,92 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,53**	0,63**	0,81*
P uygulaması	15	1,13 b	3,24 a	3,57 ab	4,13
	30	0,95 b	2,36 b	3,08 b	4,58
	45	1,40 a	3,32 a	4,12 a	4,73
	LSD _{0,05}	0,20**	0,65*	0,78*	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,13 bc	2,42 b	2,74 c	3,33
	-30	0,95 c	2,03 b	3,20 c	4,58
	-45	1,45 a	2,51 b	3,50 bc	4,18
	+15	1,13 bc	4,06 a	4,40 ab	4,92
	+30	0,94 c	2,68 b	2,96 c	4,57
	+45	1,35 ab	4,13 a	4,75 a	5,27
	LSD _{0,05}	0,29*	0,92**	1,10**	Ö.D.

4.2.3.21. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan Ca miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Birinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarı, mikoriza uygulaması ile tüm tarihlerde kontrol (- mikoriza) uygulamasından daha yüksek olmuştur ($P<0,01$). Fosfor dozları 3 Haziran ve 23 Ağustos tarihlerinde yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını önemli derecede etkilemiştir ($P<0,01$). Bu tarihlerde 15 ppm P uygulaması, 30 ve 45 ppm uygulamalarına kıyasla daha düşük değerler vermiştir. Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının, yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını artırıcı etkisi görülmektedir.

İkinci yılda, mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını istatistiksel önem düzeyinde etkilememiştir. Bu deneme yılında fosfor uygulamasının etkisi de 30 Temmuz tarihi dışında önemli bulunmamıştır. Bu tarihte 30 ppm uygulaması en yüksek, 15 ppm uygulaması en düşük miktarda yapraklarla kaldırılan kalsiyum sağlamıştır ($P<0,01$). Uygulamaların birlikte etkisi ise, sadece 1 Kasım'da istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiş ve + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını, 15 ve 30 ppm P dozlarında artırma, 45 ppm P dozunda ise azaltma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Üçüncü yılda, + mikoriza uygulaması 10 Ağustos ve 29 Ekim tarihlerinde yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını istatistiksel önem düzeyinde artırmış, diğer tarihlerde bu etki önemsiz bulunmuştur. Fosfor uygulaması ilk iki tarihte (22 Haziran ve 10 Ağustos) yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını istatistiksel önem düzeyinde etkilemiş ve 45 ppm uygulaması en yüksek değerleri vermiştir. Uygulamaların birlikte etkisi ise, ilk iki analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, 3 Haziran'da + mikoriza uygulamasının genelde yapraklarla kaldırılan Ca miktarını azaltıcı etkisi gözlenmiş, 10 Ağustos'ta ise + mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan kalsiyum miktarını, 15 ve 45 ppm P dozunda kontrole göre artırmıştır.

Çizelge 4.36. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Ca miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,36 b	0,66 b	1,44 b	2,07 b
	+	0,46 a	1,13 a	2,26 a	3,06 a
	LSD _{0,05}	0,05**	0,28**	0,27**	0,27**
P uygulaması	15	0,33 b	0,85	1,46 b	2,50
	30	0,48 a	0,79	2,06 a	2,49
	45	0,43 a	1,04	2,03 a	2,71
	LSD _{0,05}	0,06**	Ö.D.	0,33**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,28 c	0,64 b	1,09 c	1,98 b
	-30	0,43 b	0,71 b	1,58 b	2,06 b
	-45	0,39 b	0,64 b	1,66 b	2,18 b
	+15	0,38 b	1,07 ab	1,83 b	3,03 a
	+30	0,52 a	0,88 b	2,53 a	2,91 a
	+45	0,47 ab	1,43 a	2,41 a	3,23 a
	LSD _{0,05}	0,09**	0,49*	0,47**	0,47**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,74	0,05	0,98	1,44
	+	0,65	0,04	1,11	1,55
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,65	0,03 b	1,10	1,57
	30	0,72	0,06 a	1,08	1,57
	45	0,72	0,05 ab	0,95	1,35
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,02*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,69	0,04	1,02	1,32 bc
	-30	0,77	0,05	0,83	1,45 abc
	-45	0,76	0,04	1,10	1,54 abc
	+15	0,62	0,02	1,18	1,81 a
	+30	0,66	0,06	1,33	1,69 ab
	+45	0,67	0,05	0,81	1,16 c
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,37*
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,81	1,64 b	2,25	3,41 b
	+	0,72	2,71 a	2,70	4,24 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,41**	Ö.D.	0,64*
P uygulaması	15	0,67 b	2,44 a	2,05	3,41
	30	0,70 b	1,78 b	2,49	3,89
	45	0,93 a	2,32 a	2,90	4,19
	LSD _{0,05}	0,14**	0,50*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,75 ab	1,81 b	1,72	2,98
	-30	0,75 ab	1,70 b	2,57	3,56
	-45	0,93 a	1,41 b	2,47	3,69
	+15	0,59 b	3,07 a	2,38	3,84
	+30	0,65 b	1,85 b	2,40	4,22
	+45	0,92 a	3,22 a	3,33	4,68
	LSD _{0,05}	0,20*	0,71**	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.22. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Mg miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarı, tüm tarihlerde + mikoriza uygulamasında, kontrole göre istatistiksel anlamda önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. 3 Haziran tarihinde mikoriza uygulamasından kaynaklanan artış yaklaşık %25 düzeyinde iken diğer tarihlerde bu artış %50 düzeyinde olmuştur. Fosfor uygulaması yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarını 3 Haziran ve 23 Ağustos tarihlerinde istatistiksel anlamda etkilemiştir. Bu tarihlerde 30 ve 45 ppm uygulamaları arasındaki fark önemsiz olup, bu dozlar 15 ppm uygulamasından önemli derecede daha yüksek değere sahip olmuşlardır ($P<0,01$). Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde de, + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarını artırıcı etkisi görülmektedir.

İkinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulaması 10 Ağustos tarihinde yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarını kontrole kıyasla %53 oranında ($P<0,01$) artırmış, diğer tarihlerde ise etkilememiştir. Fosfor uygulaması 10 Ağustos dışındaki üç tarihte yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarını etkilemiştir. Bu analizlerin tümünde 45 ppm P uygulaması diğer uygulamalardan önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, 22 Haziran’da fosfor dozlarının tepkisinin + ve – mikoriza uygulamalarında farklı olmadığı, 10 Ağustos’ta + mikoriza uygulamasının genelde yapraklarla kaldırılan magnezyum miktarını artırıcı etkisinin ortaya çıktığı ve bu etkinin 45 ppm P dozunda 17 Eylül ve tüm P dozlarında 29 Ekim’de de devam ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Mg miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,08 b	0,11 b	0,21 b	0,27 b
	+	0,10 a	0,18 a	0,32 a	0,38 a
	LSD _{0,05}	0,01**	0,04**	0,04**	0,04**
P uygulaması	15	0,07 b	0,13	0,21 b	0,31
	30	0,10 a	0,14	0,29 a	0,32
	45	0,10 a	0,17	0,31 a	0,35
	LSD _{0,05}	0,01**	Ö.D.	0,05**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,06 d	0,10 b	0,15 d	0,25 c
	-30	0,09 bc	0,12 b	0,24 c	0,30 bc
	-45	0,09 c	0,11 b	0,25 c	0,27 c
	+15	0,09 c	0,16 ab	0,27 bc	0,38 a
	+30	0,11 ab	0,15 b	0,34 ab	0,35 ab
	+45	0,11 a	0,23 a	0,36 a	0,42 a
	LSD _{0,05}	0,02**	0,08*	0,07**	0,07**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,09	0,07	0,11	0,14
	+	0,08	0,08	0,13	0,16
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,08	0,07	0,10	0,15
	30	0,09	0,09	0,15	0,17
	45	0,09	0,08	0,11	0,14
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,08	0,08	0,09	0,13
	-30	0,09	0,08	0,13	0,14
	-45	0,10	0,06	0,11	0,16
	+15	0,07	0,06	0,11	0,16
	+30	0,09	0,09	0,16	0,20
	+45	0,08	0,09	0,11	0,12
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,13	0,17 b	0,21	0,34
	+	0,12	0,26 a	0,22	0,37
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,06**	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,10 b	0,21	0,17 b	0,25 c
	30	0,11 b	0,18	0,20 b	0,36 b
	45	0,16 a	0,24	0,28 a	0,46 a
	LSD _{0,05}	0,03**	Ö.D.	0,05**	0,09**
Mikoriza x P	-15	0,11 b	0,18 b	0,17 c	0,21 d
	-30	0,12 ab	0,15 b	0,21 bc	0,33 bcd
	-45	0,17 a	0,17 b	0,26 ab	0,47 a
	+15	0,09 b	0,24 ab	0,16 c	0,28 cd
	+30	0,10 b	0,22 ab	0,20 bc	0,39 abc
	+45	0,16 a	0,32 a	0,30 a	0,45 ab
	LSD _{0,05}	0,05*	0,10*	0,08*	0,13**

4.2.3.23. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan Fe miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan demir miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca, P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise ilk analiz zamanı dışında tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan demir miktarını tüm tarihlerde artırmıştır. Fosfor dozunun artırılması, yapraklarla kaldırılan demir miktarını genel olarak azaltmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan demir miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Kontrol dozlarına kıyasla oransal olarak, 13 Temmuz'da 15 ve 45 ppm P dozunda sırasıyla %101 ve %122, 23 Ağustos'ta tüm P dozlarında sırasıyla %70, %85, %138 ve 18 Ekim'de yine tüm P dozlarında sırasıyla ve %41, %45, %54 oranında artış elde edilmiştir.

İkinci deneme yılında, mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan demir miktarını istatistiksel önem düzeyinde etkilememiştir. Fosfor uygulaması ise sadece 20 Haziran tarihinde önemli etki meydana getirmiş, 30 ppm uygulaması 15 ppm'e nazaran yapraklarla kaldırılan demir miktarını artırmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi, kaldırılan demir miktarı üzerine dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde etkili bulunmamıştır.

Üçüncü deneme yılında, yapraklarla kaldırılan demir miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Çizelge 4.38. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Fe miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	10,65 b	14,02 b	33,41 b	68,15 b
	+	16,38 a	25,68 a	63,86 a	98,93 a
	LSD _{0,05}	5,06*	5,05**	11,77**	12,29**
P uygulaması	15	13,91	26,80 a	49,59 ab	116,05 a
	30	14,43	16,64 b	58,89 a	68,55 b
	45	12,22	16,10 b	37,42 b	66,01 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	6,18**	14,42*	15,05**
Mikoriza x P	-15	10,54	17,82 bc	36,68 cd	96,43 b
	-30	10,72	14,23 bc	41,37 bcd	55,99 c
	-45	10,71	10,00 c	22,17 d	52,04 c
	+15	17,29	35,79 a	62,49 ab	135,68 a
	+30	18,13	19,05 bc	76,41 a	81,11 b
	+45	13,73	22,20 b	52,67 bc	79,99 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	8,74**	20,39**	21,28**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	13,91	5,85	26,16	37,22
	+	13,37	6,89	32,88	44,36
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	11,19 b	6,56	24,48	43,41
	30	16,33 a	5,91	32,19	42,83
	45	13,40 ab	6,64	31,90	36,13
	LSD _{0,05}	3,48*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	10,46	7,27	23,87	40,47
	-30	18,40	4,70	23,20	27,67
	-45	12,86	5,57	31,42	43,52
	+15	11,92	5,85	25,08	46,34
	+30	14,26	7,12	41,18	57,98
	+45	13,94	7,71	32,39	28,74
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	9,05	14,08	16,45	33,55
	+	10,45	22,66	21,24	33,81
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	8,58	19,68	14,70	31,34
	30	9,28	15,08	18,73	33,01
	45	11,39	20,35	23,11	36,70
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	9,10	16,40	15,00	30,54
	-30	8,00	15,12	16,64	34,10
	-45	10,06	10,72	17,71	36,01
	+15	8,05	22,95	14,40	32,13
	+30	10,57	15,05	20,81	31,91
	+45	12,72	29,97	28,52	37,39
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.24. Yapraklar Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklarla kaldırılan Zn miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Birinci deneme yılında yapraklarla kaldırılan çinko miktarı üzerine mikoriza uygulamasının etkisi önemli bulunmuş ve + mikoriza uygulaması yapraklarla kaldırılan Zn miktarını önemli derecede artırmıştır ($P<0,01$). Fosfor uygulaması 13 Temmuz dışındaki üç tarihte yapraklarla kaldırılan çinko miktarını önemli düzeyde etkilemiştir. 3 Haziran ve 23 Ağustos tarihlerinde en yüksek yapraklarla kaldırılan çinko miktarı 30 ppm P dozunda elde edilirken, 18 Ekim tarihinde 30 ve 45 ppm dozlarında yapraklarca kaldırılan çinko miktarı 15 ppm P uygulamasına göre önemli ölçüde daha düşük olmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının yapraklarla kaldırılan çinko miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. 23 Ağustos'ta 15 ppm P uygulamasındaki artış %167 seviyesine ulaşmıştır.

İkinci deneme yılında, yapraklarla kaldırılan çinko miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Üçüncü deneme yılında da, yapraklarla kaldırılan çinko miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir. Fosfor uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise, sadece 22 Haziran tarihinde yapraklarca kaldırılan çinko miktarını önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,05$). Bu tarihte, - mikoriza uygulamasında fosfor dozları arasında önemli bir fark görülmez iken, + mikoriza uygulamasında 45 ppm P dozu diğer dozlara kıyasla yapraklarla kaldırılan Zn miktarını önemli derecede artırmıştır.

Çizelge 4.39. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının yapraklar tarafından kaldırılan Zn miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,88 b	1,46 b	2,42 b	4,14 b
	+	1,39 a	2,90 a	5,15 a	7,36 a
	LSD _{0,05}	0,31**	0,72**	0,85**	1,30**
P uygulaması	15	0,98 b	2,57	3,77 ab	7,03 a
	30	1,52 a	1,96	4,51 a	4,87 b
	45	0,90 b	2,02	3,08 b	5,36 b
	LSD _{0,05}	0,38**	Ö.D.	1,04*	1,59*
Mikoriza x P	-15	0,73 b	1,69 bc	2,05 d	5,16 bcd
	-30	1,14 b	1,49 c	3,19 cd	3,79 cd
	-45	0,76 b	1,20 c	2,02 d	3,47 d
	+15	1,23 b	3,44 a	5,48 ab	8,90 a
	+30	1,91 a	2,43 abc	5,82 a	5,94 bc
	+45	1,03 b	2,83 ab	4,13 bc	7,25 ab
	LSD _{0,05}	0,54**	1,24*	1,47**	2,24**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	1,21	0,86	1,12	1,78
	+	0,65	0,86	0,78	1,25
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,39	0,89	0,90	1,81
	30	0,67	0,80	0,84	1,10
	45	0,73	0,89	1,12	1,64
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,12	0,85	0,85	1,90
	-30	0,95	0,88	1,17	1,52
	-45	0,56	0,84	1,35	1,92
	+15	0,65	0,93	0,95	1,71
	+30	0,39	0,72	0,51	0,69
	+45	0,90	0,94	0,89	1,35
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,11	1,21	1,94	2,33
	+	0,91	2,89	2,23	2,44
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,92 b	2,42	2,31	2,60
	30	0,73 b	2,37	1,66	2,16
	45	1,37 a	1,36	2,29	2,40
	LSD _{0,05}	0,41*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	1,23 ab	1,78	1,82	2,12
	-30	0,90 bc	1,02	1,81	2,34
	-45	1,18 abc	0,83	2,18	2,54
	+15	0,61 bc	3,05	2,79	3,08
	+30	0,56 c	3,73	1,52	1,97
	+45	1,55 a	1,89	2,39	2,26
	LSD _{0,05}	0,58*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.25. Gövde Tarafından Kaldırılan P Miktarı

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan fosfor miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.40). Gövde ile kaldırılan fosfor miktarı, +mikoriza uygulaması ile tüm tarihlerde artış göstermiştir. Fosfor dozunun artırılması ile birlikte tüm tarihlerde gövde ile kaldırılan fosfor içeriği de önemli ölçüde artırmıştır. Ancak 23 Ağustos dışındaki tüm tarihlerde 45 ppm fosfor uygulaması en yüksek değeri sağlarken bu tarihte 30 ppm fosfor uygulaması en yüksek değeri vermiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan fosfor miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. 15 ppm P dozundaki artış oranı 3 Haziran'da %100 seviyesine kadar çıkmıştır.

İkinci deneme yılında, + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan fosfor miktarını 20 Haziran tarihinde önemli seviyede ($P<0,01$) azaltmış, diğer tarihlerde ise etkilememiştir. Fosfor uygulamalarının gövde ile kaldırılan fosfor içeriği üzerine etkisi sadece 30 Temmuz tarihinde önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Bu tarihte 30 ppm P uygulaması 15 ve 45 ppm uygulamalarına göre gövde ile kaldırılan P miktarını artırmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, üçüncü analiz zamanı dışında tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının genel olarak gövde ile kaldırılan fosfor miktarını azaltıcı etki yaptığı saptanmıştır. Sadece 1 Kasım'da 15 ppm P dozunda + mikoriza uygulaması ile gövde ile kaldırılan P miktarında artış sağlanmıştır.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulaması 29 Ekim tarihi dışındaki üç analiz zamanında gövde ile kaldırılan fosfor miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Fosfor dozunun esas etkisi de, 29 Ekim tarihi dışındaki üç analiz zamanında önemli çıkmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının, gövde ile kaldırılan fosfor miktarını 15 ppm P uygulamasında bariz bir şekilde artırdığı saptanmıştır. 30 ppm P dozunda genelde bu etki görülmemiştir, 45 ppm'de ise 10 Ağustos'ta artırıcı etki görülür iken 29 Ekim'de eksi yönde etki saptanmıştır.

Çizelge 4.40. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan P miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,04 b	0,07 b	0,06 b	0,08 b
	+	0,06 a	0,09 a	0,07 a	0,12 a
	LSD _{0.05}	0,01**	0,02**	0,01**	0,02**
P uygulaması	15	0,03 c	0,04 c	0,04 c	0,04 c
	30	0,05 b	0,08 b	0,10 a	0,11 b
	45	0,08 a	0,11 a	0,06 b	0,14 a
	LSD _{0.05}	0,01**	0,02**	0,02**	0,03**
Mikoriza x P	-15	0,02 d	0,03 d	0,03 e	0,03 d
	-30	0,04 c	0,07 c	0,08 b	0,10 bc
	-45	0,06 b	0,10 ab	0,05 cd	0,10 b
	+15	0,04 c	0,05 cd	0,04 de	0,06 cd
	+30	0,06 b	0,10 ab	0,11 a	0,13 b
	+45	0,09 a	0,13 a	0,07 bc	0,18 a
	LSD _{0.05}	0,01**	0,03**	0,02**	0,04**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,09 a	0,07	0,11	0,14
	+	0,05 b	0,06	0,10	0,13
	LSD _{0.05}	0,02**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,05	0,05 b	0,11	0,11
	30	0,08	0,09 a	0,08	0,16
	45	0,07	0,06 b	0,12	0,13
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,02**	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,07 ab	0,05 b	0,12	0,08 b
	-30	0,09 a	0,10 a	0,07	0,16 a
	-45	0,09 a	0,07 b	0,13	0,18 a
	+15	0,03 c	0,04 b	0,10	0,14 ab
	+30	0,07 ab	0,07 ab	0,09	0,16 a
	+45	0,05 bc	0,06 b	0,12	0,08 b
	LSD _{0.05}	0,03*	0,03*	Ö.D.	0,07*
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,04 b	0,05 b	0,05 b	0,10
	+	0,05 a	0,13 a	0,07 a	0,10
	LSD _{0.05}	0,01*	0,02**	0,02*	Ö.D.
P uygulaması	15	0,05 a	0,10 a	0,06 b	0,10
	30	0,03 b	0,07 b	0,03 c	0,11
	45	0,05 a	0,11 a	0,09 a	0,09
	LSD _{0.05}	0,01**	0,03*	0,02**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,04 a	0,06 b	0,03 b	0,06 b
	-30	0,03 b	0,05 b	0,04 b	0,11 a
	-45	0,05 a	0,06 b	0,08 a	0,12 a
	+15	0,05 a	0,14 a	0,08 a	0,14 a
	+30	0,04 a	0,09 b	0,03 b	0,10 ab
	+45	0,05 a	0,16 a	0,10 a	0,07 b
	LSD _{0.05}	0,01**	0,04**	0,03**	0,04**

4.2.3.26. Gövde Tarafından Kaldırılan K Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde ile kaldırılan K miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan potasyum miktarı tüm analiz zamanlarında + mikoriza uygulamasında daha yüksek bulunmuştur ve bu farklılıklar 23 Ağustos dışındaki tüm tarihlerde istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($P<0,01$). Fosfor uygulaması gövde ile kaldırılan potasyum miktarını 13 Temmuz dışındaki üç analiz zamanında önemli ölçüde etkilemiştir ($P<0,01$). 45 ppm fosfor uygulaması 3 Haziran ve 18 Ekim tarihlerinde 15 ve 30 ppm uygulamalarına kıyasla gövde ile kaldırılan K miktarını artırmış, 23 Ağustos tarihinde ise 30 ve 45 ppm uygulamaları aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, 13 Temmuz dışında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan potasyum miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 3 Haziran'da 45 P ppm dozunda, 23 Ağustos'ta 15 ve 30 ppm P dozunda, 18 Ekim'de 45 ppm P dozunda daha belirgin olmuştur.

İkinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan potasyum miktarı sadece 20 Haziran tarihinde mikoriza uygulamasından etkilenmiştir ($P<0,05$). Bu tarihte mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan potasyum miktarını azaltmıştır. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan K miktarı üzerine esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir. Fosfor uygulaması gövde ile kaldırılan potasyum miktarını 22 Haziran ve 17 Eylül tarihlerinde istatistiksel önem düzeyinde etkilemiştir. Bu tarihlerde 45 ppm fosfor uygulaması en yüksek değerleri sağlamıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, sadece 17 Eylül analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Bu tarihte + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan potasyum miktarını artırıcı etkisi 15 ve 45 ppm P dozlarında ortaya çıkmıştır, ancak kontrol dozlarına (- mikorizalı) kıyasla farklılıklar istatistiksel açıdan önemli değildir.

Çizelge 4.41. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan K miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,29 b	0,51	0,53 b	0,92 b
	+	0,37 a	0,64	0,77 a	1,23 a
	LSD _{0,05}	0,05**	Ö.D.	0,08**	0,20**
P uygulaması	15	0,27 b	0,49	0,48 b	0,77 c
	30	0,30 b	0,54	0,75 a	1,05 b
	45	0,42 a	0,70	0,73 a	1,40 a
	LSD _{0,05}	0,06**	Ö.D.	0,10**	0,24**
Mikoriza x P	-15	0,24 d	0,41	0,39 d	0,62 c
	-30	0,26 bc	0,46	0,49 cd	0,99 b
	-45	0,38 b	0,66	0,72 b	1,14 b
	+15	0,30 bcd	0,57	0,56 c	0,91 bc
	+30	0,34 bc	0,61	1,00 a	1,11 b
	+45	0,47 a	0,74	0,75 b	1,66 a
	LSD _{0,05}	0,09**	Ö.D.	0,14**	0,34**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,66 a	0,36	0,89	1,30
	+	0,53 b	0,33	0,89	1,36
	LSD _{0,05}	0,11*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,63	0,31	0,76	1,15
	30	0,56	0,41	0,84	1,35
	45	0,59	0,31	1,07	1,49
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,75	0,33	0,71	1,03
	-30	0,54	0,42	0,88	1,26
	-45	0,68	0,32	1,07	1,62
	+15	0,50	0,29	0,82	1,28
	+30	0,57	0,41	0,79	1,44
	+45	0,50	0,30	1,06	1,35
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,38	0,67	0,93	1,22
	+	0,38	1,23	1,07	1,26
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,37 ab	1,05	0,88 b	1,12
	30	0,33 b	0,80	0,82 b	1,23
	45	0,43 a	1,00	1,30 a	1,37
	LSD _{0,05}	0,06*	Ö.D.	0,26**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,35	0,70	0,72 c	0,98
	-30	0,33	0,57	0,88 bc	1,23
	-45	0,45	0,74	1,21 ab	1,47
	+15	0,39	1,39	1,04 abc	1,27
	+30	0,34	1,03	0,77 c	1,24
	+45	0,42	1,27	1,39 a	1,28
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	0,37*	Ö.D.

4.2.3.27. Gövde Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde ile kaldırılan Ca miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.42' de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarı + mikoriza uygulaması ile tüm tarihlerde önemli derecede daha yüksek olmuştur. Fosfor uygulaması, gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını sadece 18 Ekim tarihinde etkilemiş ($P<0,05$), 30 ve 45 ppm dozları 15 ppm'den daha yüksek değere sahip olmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi ise, ikinci analiz zamanı dışında tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan Ca miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 3 Haziran'da 30 ppm P dozunda, 23 Ağustos'ta 15 ve 45 ppm P dozunda 18 Ekim'de 45 ppm P dozunda istatistiksel açıdan önemlidir.

İkinci deneme yılında + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını 20 Haziran tarihinde düşürmüştü ($P<0,01$), diğer tarihlerde ise etkilememiştir. Bu deneme yılında fosfor uygulamasının etkisi de önemli olmamıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, sadece ilk analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir ve bu tarihte + mikoriza uygulaması 45 ppm P dozunda, gövde ile kaldırılan fosfor miktarını kontrole göre önemli derecede azaltmıştır.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını ilk iki tarih olan 22 Haziran ve 10 Ağustos'ta artırmıştır. Fosfor uygulaması sadece 29 Ekim tarihinde önemli bir etki meydana getirmiş ($P<0,05$) ve 45 ppm fosfor uygulaması 15 ve 30 ppm'e nazaran gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını artırmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması, 22 Haziran'da 30 ve 45 ppm dozunda, 10 Ağustos ve 17 Eylül'de 45 ppm dozunda, gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını kontrole göre artırmıştır. 29 Ekim'de ise + mikoriza uygulaması, 45 ppm dozunda, gövde ile kaldırılan kalsiyum miktarını kontrole göre azaltmıştır.

Çizelge 4.42. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Ca miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,09 b	0,20 b	0,27 b	0,55 b
	+	0,13 a	0,32 a	0,36 a	0,79 a
	LSD _{0,05}	0,03**	0,09*	0,05**	0,14**
P uygulaması	15	0,09	0,28	0,31	0,54 b
	30	0,12	0,25	0,32	0,75 a
	45	0,13	0,26	0,32	0,73 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,17*
Mikoriza x P	–15	0,07 b	0,17	0,26 c	0,42 b
	–30	0,09 b	0,21	0,27 bc	0,65 ab
	–45	0,11 ab	0,23	0,27 bc	0,58 b
	+15	0,11 ab	0,39	0,36 ab	0,66 ab
	+30	0,14 a	0,28	0,36 ab	0,85 a
	+45	0,14 a	0,29	0,37 a	0,88 a
	LSD _{0,05}	0,04*	Ö.D.	0,09*	0,24*
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,25 a	0,01	0,35	0,48
	+	0,17 b	0,01	0,39	0,61
	LSD _{0,05}	0,05**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,22	0,01	0,34	0,48
	30	0,21	0,01	0,36	0,58
	45	0,20	0,01	0,42	0,58
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	0,24 ab	0,01	0,32	0,40
	–30	0,24 ab	0,01	0,34	0,47
	–45	0,27 a	0,02	0,39	0,57
	+15	0,20 abc	0,01	0,35	0,55
	+30	0,18 bc	0,01	0,38	0,69
	+45	0,13 c	0,01	0,45	0,60
	LSD _{0,05}	0,08*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	0,11 b	0,23 b	0,35	0,60
	+	0,14 a	0,40 a	0,42	0,54
	LSD _{0,05}	0,02*	0,07**	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,11	0,33	0,35	0,43 b
	30	0,14	0,28	0,36	0,52 b
	45	0,14	0,35	0,45	0,77 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,21*
Mikoriza x P	–15	0,12 b	0,28 bcd	0,29 b	0,38 b
	–30	0,11 b	0,22 cd	0,39 b	0,48 b
	–45	0,11 b	0,21 d	0,37 b	0,95 a
	+15	0,11 b	0,39 ab	0,40 b	0,47 b
	+30	0,16 a	0,34 bc	0,32 b	0,56 b
	+45	0,16 a	0,48 a	0,53 a	0,59 b
	LSD _{0,05}	0,04*	0,12**	0,13*	0,30*

4.2.3.28. Gövde Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde ile kaldırılan Mg miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.43' de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan magnezyum miktarı tüm tarihlerde + mikoriza uygulamasında kontrole göre istatistiksel anlamda önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Fosfor uygulaması gövde ile kaldırılan magnezyum miktarını sadece 18 Ekim tarihinde etkilemiş ($P<0,01$), 30 ppm fosfor uygulaması 15 ve 45 ppm uygulamalarından farklı bulunmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi ise, son iki analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan Mg miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 23 Ağustos'ta 15 ve 30 ppm P dozunda, 18 Ekim'de tüm P dozlarında önemlidir. 18 Ekim'de 15 ppm dozundaki artış oranı %70 seviyesini bulmuştur.

İkinci deneme yılında, + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan magnezyum miktarını 1 Kasım tarihinde artırmış ($P<0,05$), diğer tarihlerde etkilememiştir. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulaması 10 Ağustos ve 17 Eylül tarihlerinde gövde ile kaldırılan magnezyum miktarını önemli düzeyde artırmış, diğer tarihlerde ise etkilememiştir. P uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmazken, uygulamaların birlikte etkisi ise 10 Ağustos ($P<0,01$) ve 17 Eylül'de ($P<0,05$) önemli bulunmuştur. + mikoriza uygulaması 10 Ağustos'ta tüm P dozlarında ve 17 Eylül'de ise sadece 45 ppm dozunda, gövde ile kaldırılan magnezyum miktarını kontrole göre artırmıştır.

Çizelge 4.43. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Mg miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,04 b	0,08 b	0,07 b	0,13 b
	+	0,05 a	0,10 a	0,10 a	0,21 a
	LSD _{0,05}	0,01*	0,02*	0,02**	0,03**
P uygulaması	15	0,04	0,09	0,08	0,14 b
	30	0,04	0,09	0,10	0,22 a
	45	0,05	0,10	0,08	0,16 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,04**
Mikoriza x P	-15	0,03	0,07	0,06 b	0,10 d
	-30	0,03	0,08	0,08 b	0,18 bc
	-45	0,05	0,09	0,07 b	0,12 cd
	+15	0,04	0,10	0,10 ab	0,17 bc
	+30	0,05	0,10	0,12 a	0,26 a
	+45	0,05	0,11	0,09 ab	0,19 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	0,03*	0,06**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,05	0,02	0,07	0,10 b
	+	0,04	0,02	0,08	0,14 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,04*
P uygulaması	15	0,05	0,02	0,07	0,10
	30	0,05	0,03	0,09	0,14
	45	0,05	0,02	0,08	0,14
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,04	0,02	0,06	0,07
	-30	0,06	0,03	0,08	0,11
	-45	0,06	0,02	0,08	0,12
	+15	0,05	0,02	0,08	0,13
	+30	0,05	0,03	0,09	0,16
	+45	0,03	0,02	0,07	0,15
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,05	0,06 b	0,06 b	0,09
	+	0,05	0,11 a	0,08 a	0,10
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,02**	0,02*	Ö.D.
P uygulaması	15	0,05	0,08	0,07	0,08
	30	0,05	0,08	0,07	0,08
	45	0,06	0,09	0,09	0,12
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,05	0,06 c	0,05 b	0,08
	-30	0,04	0,05 c	0,07 b	0,08
	-45	0,06	0,06 c	0,07 b	0,12
	+15	0,04	0,09 b	0,08 ab	0,08
	+30	0,05	0,11 ab	0,07 b	0,09
	+45	0,06	0,13 a	0,10 a	0,12
	LSD _{0,05}	Ö.D.	0,03**	0,03*	Ö.D.

4.2.3.29. Gövde Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı

Mikoriza ve P uygulamalarının gövde ile kaldırılan Fe miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan demir miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan demir miktarını, kontrole göre %100'e ulaşan oranlarda artırmıştır. Fosfor dozunun artırılması, gövde ile kaldırılan demir miktarını ciddi şekilde azaltmıştır. En düşük fosfor uygulaması olan 15 ppm dozu, tüm tarihlerde 30 ve 45 ppm dozlarının en az iki katı değere sahip olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan Fe miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, tüm analiz zamanlarında 15 ppm dozunda, -15 uygulamasına kıyasla net bir şekilde ortaya çıkmaktadır ve bu artış 13 Temmuz'da %138 seviyesinde gerçekleşmiştir.

İkinci deneme yılında, + mikoriza uygulaması 20 Haziran tarihinde gövde ile kaldırılan demir miktarını azaltmış ($P<0,05$), diğer tarihlerde ise etkilememiştir. Fosfor uygulaması da sadece 30 Temmuz tarihinde önemli etki meydana getirmiş, 30 ppm uygulaması 15 ve 45 ppm uygulamalarına nazaran gövde ile kaldırılan demir miktarını artırmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü deneme yılında + mikoriza uygulaması gövde ile kaldırılan demir miktarını 10 Ağustos'ta istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) artırmış, diğer tarihlerde etkilememiştir. Fosfor uygulaması ise gövde ile kaldırılan demir miktarını 17 Eylül tarihinde etkilemiş olup ($P<0,05$) bu tarihte 30 ppm uygulaması 15 ve 45 ppm uygulamalarının yaklaşık üç katı bir değere sahip olmuştur. Uygulamaların birlikte etkisi ise, sadece 17 Eylül'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Bu tarihte + mikoriza uygulaması, 30 ppm P dozunda gövde ile kaldırılan demir miktarını kontrole (-30) göre azaltmıştır.

Çizelge 4.44. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Fe miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	13 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	3,84 b	6,71 b	7,66 b	13,53 b
	+	6,32 a	12,91 a	12,87 a	23,80 a
	LSD _{0.05}	2,06*	5,82*	4,69*	4,34**
P uygulaması	15	7,58 a	17,37 a	17,94 a	29,02 a
	30	4,12 b	6,50 b	7,12 b	14,06 b
	45	3,54 b	5,57 b	5,75 b	12,91 b
	LSD _{0.05}	2,53**	7,12**	5,74**	5,31**
Mikoriza x P	–15	5,39 b	10,27 b	12,36 b	19,52 b
	–30	3,21 b	5,23 b	5,20 b	10,91 c
	–45	2,92 b	4,64 b	5,43 b	10,15 c
	+15	9,78 a	24,47 a	23,52 a	38,52 a
	+30	5,02 b	7,77 b	9,03 b	17,21 bc
	+45	4,15 b	6,50b	6,06 b	15,66 bc
	LSD _{0.05}	3,57*	10,08**	8,11**	7,51**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	4,48 a	2,60	8,23	11,38
	+	3,22 b	2,38	8,91	13,06
	LSD _{0.05}	1,16*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	3,91	2,36 b	8,08	11,57
	30	4,38	2,97 a	8,99	13,84
	45	3,27	2,13 b	8,64	11,25
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,55*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	4,00	2,55	7,55	10,31
	–30	5,42	3,01	9,03	12,51
	–45	4,03	2,24	8,10	11,32
	+15	3,82	2,18	8,61	12,84
	+30	3,35	2,93	8,95	15,16
	+45	2,50	2,03	9,17	11,19
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	–	1,86	2,09 b	5,65	5,73
	+	1,58	4,52 a	4,47	6,37
	LSD _{0.05}	Ö.D.	2,15*	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,74	2,99	3,86 b	4,49
	30	1,72	3,94	8,40 a	5,60
	45	1,70	2,99	2,92 b	8,06
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	4,51*	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	2,48	1,83	2,57 b	5,27
	–30	1,79	3,23	12,27 a	4,99
	–45	1,30	1,21	2,09 b	6,94
	+15	0,99	4,15	5,15 b	3,72
	+30	1,64	4,65	4,52 b	6,21
	+45	2,10	4,77	3,75 b	9,18
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	6,38*	Ö.D.

4.2.3.30. Gövde Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde ile kaldırılan Zn miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Birinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan çinko miktarı + mikoriza uygulaması ile tüm tarihlerde belirgin şekilde artmış ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fosfor uygulaması sadece 18 Ekim’de gövde ile kaldırılan çinko miktarını önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0,01$). Bu tarihte 30 ve 45 ppm uygulamaları 15 ppm uygulamasından belirgin şekilde daha yüksek değerlere yol açmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, son iki analiz zamanında istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan Zn miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 23 Ağustos’ta 30 ppm P dozunda, 18 Ekim’de 30 ve 45 ppm P dozlarında, kontrol dozlarına göre istatistiksel açıdan önemlidir.

İkinci deneme yılında, gövde ile kaldırılan çinko miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri sadece son analiz zamanında, istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Uygulamaların birlikte etkisi ise dönem boyunca önemli olmamıştır. 1 Kasım tarihinde, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan çinko miktarını artırdığı saptanmıştır. Bu tarihte 15 ppm fosfor uygulaması en yüksek değere, 45 ppm uygulaması ise en düşük değere yol açmıştır.

Üçüncü deneme yılında, + mikoriza uygulamasının gövde ile kaldırılan çinko miktarını sadece 10 Ağustos tarihinde istatistiksel açıdan önemli derecede artırdığı saptanmıştır ($P<0,01$). Fosfor uygulaması, gövde ile kaldırılan çinko miktarını 22 Haziran tarihi dışındaki tüm tarihlerde etkilemiştir. Gövde ile kaldırılan Zn miktarının, en düşük fosfor dozunda (15 ppm) diğer dozlara kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır. Uygulamaların birlikte etkisi ise, ilk analiz zamanı dışında tüm tarihlerde istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir ve +15 ppm uygulaması tüm analiz zamanlarında genel olarak en yüksek değeri göstermiştir.

Çizelge 4.45. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan Zn miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

1.DENEME YILI		3 Haziran	13 Temmuz	23 Ağustos	18 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	1,07 b	2,54 b	2,96 b	7,58 b
	+	1,77 a	3,78 a	4,53 a	13,10 a
	LSD _{0,05}	0,51*	0,77**	0,97**	2,21**
P uygulaması	15	1,47	3,32	4,11	7,58 b
	30	1,44	3,04	4,00	10,37 a
	45	1,35	3,11	3,12	13,07 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,71**
Mikoriza x P	-15	0,96	2,55	3,30 ab	5,78 c
	-30	1,04	2,53	3,03 b	7,90 c
	-45	1,23	2,54	2,54 b	9,07 bc
	+15	1,98	4,09	4,92 a	9,38 bc
	+30	1,84	3,55	4,97 a	12,84 b
	+45	1,48	3,69	3,69 ab	17,08 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	1,67*	3,83**
2.DENEME YILI		20 Haziran	30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	3,40	5,88	6,84	9,24 b
	+	3,00	4,79	11,50	15,22 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	5,76*
P uygulaması	15	4,33	5,18	11,56	16,78 a
	30	3,29	6,27	7,15	11,80 ab
	45	1,98	4,55	8,80	8,11 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	7,06*
Mikoriza x P	-15	3,37	5,25	8,95	10,94
	-30	4,26	7,20	6,47	9,51
	-45	2,58	5,19	5,12	7,29
	+15	5,29	5,10	14,16	22,62
	+30	2,32	5,35	7,83	14,10
	+45	1,38	3,91	12,49	8,92
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		22 Haziran	10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,98	3,09 b	5,43	8,24
	+	1,27	4,54 a	6,29	7,42
	LSD _{0,05}	Ö.D.	1,15*	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	1,44	5,40 a	8,19 a	12,32 a
	30	1,08	2,87 b	4,82 b	6,79 b
	45	0,87	3,18 b	4,58 b	4,38 b
	LSD _{0,05}	Ö.D.	1,41**	2,51*	4,43**
Mikoriza x P	-15	1,33	4,57 ab	6,72 ab	13,64 a
	-30	0,96	2,12 c	4,96 b	5,61 bc
	-45	0,66	2,57 bc	4,60 b	5,48 bc
	+15	1,55	6,22 a	9,66 a	11,00 ab
	+30	1,20	3,61 bc	4,68 b	7,97 abc
	+45	1,07	3,79 bc	4,55 b	3,29 c
	LSD _{0,05}	Ö.D.	1,99**	3,54*	6,27*

4.2.3.31. Meyve Tarafından Kaldırılan P Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan P miktarına etkisi Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, meyve ile kaldırılan P miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ise sadece 30 Temmuz'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiş ve 15 ppm P dozunda en düşük, 30 ppm P dozunda ise en yüksek değer elde edilmiştir.

Üçüncü yılda, meyve ile kaldırılan P miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 29 Ekim'de ($P<0,05$), P uygulamasının esas etkisi ($P<0,01$) ve uygulamaların birlikte etkisi ise ($P<0,05$) 17 Eylül'de istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. 29 Ekim'de, + mikoriza uygulaması, meyve ile kaldırılan P miktarını kontrole kıyasla oransal olarak %24 artırmıştır. 17 Eylül'de sökülen bitkilerde, çözeltinin P konsantrasyonu artırıldıkça meyve ile kaldırılan P miktarı artmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; en yüksek değer +45 uygulamasında elde edildiği, -45 ve +30 ikinci gruba girer iken diğer uygulamaların 3. grupta yer aldığı saptanmıştır .

4.2.3.32. Meyve Tarafından Kaldırılan K Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının gövde tarafından kaldırılan K miktarına etkisi Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, meyve ile kaldırılan K miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, meyve ile kaldırılan K miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 17 Eylül ve 29 Ekim'de, P uygulamasının esas etkisi 17 Eylül'de ve uygulamaların birlikte etkisi ise 17 Eylül ve 29 Ekim'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 17 Eylül ve 29 Ekim'de, + mikoriza uygulaması, meyve ile kaldırılan K

miktarını kontrole kıyasla oransal olarak sırasıyla %23 ve %25 artırmıştır. 17 Eylül'de, çözeltinin P konsantrasyonu artırıldıkça, meyve ile kaldırılan P miktarı da artmıştır, ancak 30 ve 45 ppm dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; + mikoriza uygulamasının meyve ile kaldırılan K miktarını artırıcı etkisi görülmektedir. Bu etki, 17 Eylül'de 45 ppm P dozunda, 29 Ekim'de ise 30 ppm P dozunda belirgin olmuştur.

Çizelge 4.46. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan P miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,41	0,90	1,37
	+	0,34	0,94	1,72
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,28 b	0,78	1,27
	30	0,49 a	0,98	1,57
	45	0,36 ab	1,01	1,80
	LSD _{0.05}	0,15*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,30	0,75	1,22
	-30	0,57	1,20	1,64
	-45	0,35	0,75	1,24
	+15	0,25	0,80	1,32
	+30	0,42	0,75	1,50
	+45	0,36	1,26	2,35
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,71	1,39	1,61
	+	0,74	1,57	2,00
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,35*
P uygulaması	15	0,67	1,27 b	1,71
	30	0,69	1,45 b	1,88
	45	0,82	1,72 a	1,82
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,25**	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,63	1,24 b	1,43
	-30	0,70	1,35 b	1,58
	-45	0,80	1,56 ab	1,81
	+15	0,72	1,30 b	1,99
	+30	0,67	1,54 ab	2,18
	+45	0,84	1,87 a	1,82
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,35*	Ö.D.

Çizelge 4.47. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan K miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	2,71	4,99	8,01
	+	2,53	5,12	9,61
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,43	4,89	8,30
	30	3,05	5,00	8,06
	45	2,37	5,28	10,07
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,27	4,62	7,92
	-30	3,43	5,97	8,17
	-45	2,42	4,37	7,93
	+15	2,59	5,15	8,68
	+30	2,68	4,02	7,96
	+45	2,32	6,20	12,21
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	4,54	7,18 b	8,10 b
	+	4,39	8,85 a	10,16 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	1,33*	1,28*
P uygulaması	15	4,56	6,74 b	8,09
	30	4,32	8,50 a	9,52
	45	4,52	8,81 a	9,78
	LSD _{0.05}	Ö.D.	1,63*	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	4,48	6,14 c	7,23 b
	-30	4,30	7,93 abc	7,99 b
	-45	4,84	7,46 bc	9,08 ab
	+15	4,64	7,33 bc	8,95 ab
	+30	4,34	9,07 ab	11,06 a
	+45	4,20	10,15 a	10,47 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	2,15*	2,22*

4.2.3.33. Meyve Tarafından Kaldırılan Ca Miktarı

Denemenin ikinci ve üçüncü yılında, meyve ile kaldırılan Ca miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.48)

Çizelge 4.48. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Ca miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,06	0,27	0,45
	+	0,05	0,31	0,57
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,04	0,24	0,42
	30	0,06	0,32	0,51
	45	0,05	0,32	0,59
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,06	0,19	0,33
	-30	0,06	0,36	0,48
	-45	0,05	0,27	0,53
	+15	0,03	0,29	0,51
	+30	0,07	0,27	0,54
	+45	0,04	0,37	0,65
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,31	0,48	0,56
	+	0,37	0,54	0,55
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,29	0,50	0,55
	30	0,39	0,56	0,56
	45	0,34	0,46	0,56
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,33	0,59	0,59
	-30	0,36	0,46	0,54
	-45	0,23	0,38	0,54
	+15	0,25	0,42	0,51
	+30	0,41	0,65	0,57
	+45	0,45	0,54	0,58
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.34. Meyve Tarafından Kaldırılan Mg Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Mg miktarına etkisi Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, meyve ile kaldırılan Mg miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır.

Üçüncü yılda, meyve ile kaldırılan Mg miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. P uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi ise ilk ölçüm zamanında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 10 Ağustos'ta 15 ppm P dozunda en düşük ve 30 ppm dozunda ise en yüksek değer elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 10 Ağustos'ta + mikoriza uygulaması, 15 ve 30 ppm dozlarında kontrol dozlarına göre meyve ile kaldırılan Mg miktarını etkilemezken, 45 ppm P dozunda kaldırılan Mg miktarında artışa yol açmıştır.

4.2.3.35. Meyve Tarafından Kaldırılan Fe Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Fe miktarına etkisi Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, meyve ile kaldırılan Fe miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi 15 Eylül ve 1 Kasım'da, uygulamaların birlikte etkisi ise sadece 15 Eylül'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. P uygulamasının esas etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır. 15 Eylül ve 1 Kasım'da, + mikoriza uygulaması, meyve ile kaldırılan Fe miktarını kontrole kıyasla sırasıyla %50 ve %43 oranında artırmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; 15 Eylül'de + mikoriza uygulaması, 45 ppm P dozunda kontrol dozuna göre meyve ile kaldırılan Fe miktarını %123 artırmıştır.

Üçüncü yılda, meyve ile kaldırılan Fe miktarı üzerine, mikoriza ve P uygulamalarının esas etkileri ($P<0,05$) ve uygulamalarının birlikte etkisi ($P<0,01$), ilk ölçüm zamanında

istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. 10 Ağustos'ta + mikoriza uygulaması, meyve ile kaldırılan Fe miktarını kontrole kıyasla %17 oranında artırmıştır. Meyve ile kaldırılan Fe miktarı açısından 30 ppm dozunda en yüksek değer elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; +15, +30 ve +45 ppm uygulamalarındaki artış kontrol dozlarına göre istatistiksel açıdan önemli değildir.

Çizelge 4.49. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Mg miktarı (g/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	0,15	0,47	0,76
	+	0,15	0,50	0,92
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,13	0,44	0,78
	30	0,20	0,52	0,83
	45	0,13	0,51	0,92
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,14	0,39	0,68
	-30	0,19	0,61	0,82
	-45	0,12	0,41	0,78
	+15	0,12	0,49	0,88
	+30	0,20	0,42	0,83
	+45	0,13	0,60	1,05
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	0,41	0,71	0,89
	+	0,45	0,75	1,03
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,36 b	0,67	0,83
	30	0,51 a	0,77	0,97
	45	0,44 ab	0,76	1,07
	LSD _{0.05}	0,11*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,41 ab	0,72	0,73
	-30	0,50 a	0,78	0,94
	-45	0,33 b	0,63	0,99
	+15	0,32 b	0,62	0,94
	+30	0,51 a	0,75	0,99
	+45	0,54 a	0,89	1,15
	LSD _{0.05}	0,15*	Ö.D.	Ö.D.

Çizelge 4.50. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Fe miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	12,55	37,57 b	57,95 b
	+	11,97	56,39 a	82,70 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	14,82*	23,19*
P uygulaması	15	12,05	36,57	59,88
	30	14,05	45,22	70,94
	45	10,70	59,16	80,14
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	11,33	27,20 b	42,79
	-30	15,57	48,84 b	63,84
	-45	10,75	36,67 b	67,21
	+15	12,76	45,93 b	76,98
	+30	12,52	41,60 b	78,04
	+45	10,64	81,64 a	93,08
	LSD _{0,05}	Ö.D.	25,67*	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	13,27	21,83	22,13
	+	15,51	18,71	24,43
	LSD _{0,05}	2,15*	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	10,54 b	18,89	20,48
	30	17,14 a	25,59	27,19
	45	15,49 ab	16,33	22,17
	LSD _{0,05}	5,08*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	10,06 b	26,10	19,42
	-30	15,44 ab	23,34	26,75
	-45	14,31 ab	16,04	20,22
	+15	11,01 b	11,68	21,54
	+30	18,84 a	27,84	27,62
	+45	16,67 ab	16,62	24,13
	LSD _{0,05}	7,18**	Ö.D.	Ö.D.

4.2.3.36. Meyve Tarafından Kaldırılan Zn Miktarı

Denemenin ikinci yılında, meyve ile kaldırılan Zn miktarı üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4.51).

Üçüncü yılda, meyve ile kaldırılan Zn miktarı üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi ve uygulamalarının birlikte etkisi istatistiksel önem düzeyinde olmazken, P uygulamasının esas etkisi ise sadece 10 Ağustos'da istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. 10 Ağustos'da, 45 ppm dozunda en düşük ve 30 ppm dozunda ise en yüksek değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.51. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının meyve tarafından kaldırılan Zn miktarı (mg/bitki) üzerine etkisi

2.DENEME YILI		30 Temmuz	15 Eylül	1 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	2,88	4,09	6,60
	+	2,46	4,51	8,05
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,70	5,07	8,72
	30	2,79	2,85	4,60
	45	2,51	4,98	8,66
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,38	4,09	6,90
	-30	3,60	3,36	4,56
	-45	2,66	4,82	8,33
	+15	3,03	6,04	10,54
	+30	1,97	2,33	4,63
	+45	2,37	5,14	8,99
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
3.DENEME YILI		10 Ağustos	17 Eylül	29 Ekim
Mikoriza uygulaması	-	2,18	4,86	5,66
	+	2,71	8,03	7,92
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	2,36 ab	3,35	4,91
	30	3,31 a	7,34	10,56
	45	1,68 b	8,64	4,90
	LSD _{0,05}	1,32*	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	2,02	3,48	4,20
	-30	2,28	4,57	8,23
	-45	2,25	6,54	4,54
	+15	2,69	3,23	5,62
	+30	4,33	10,11	12,88
	+45	1,11	10,74	5,25
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

4.2.4. Drenaj Çözeltilisinin Element İçeriği ve Atılan Element Miktarı

4.2.4.1. Drenaj Çözeltilisinin P İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin P içeriğine etkisi Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Birinci yılda drenajın fosfor içeriği üzerine mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi, 1 Ekim'de mikoriza uygulamasının esas etkisi dışında, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Drenaj çözeltilisinin fosfor içeriği birinci deneme yılında dönem boyunca + mikoriza uygulamasında daha düşük olmuştur ve bu farklılık 1 Ekim hariç tüm tarihlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fosfor uygulamasının 15 ppm'den 45 ppm'e çıkarılması ile birlikte drenaj fosfor içeriği tüm tarihlerde lineer olarak artmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması; 1 Haziran ve 1 Ekim'de 45 ppm uygulamasında, 10 Temmuz'da tüm P dozlarında, 20 Ağustos ve 10 Kasım'da 30 ve 45 ppm P uygulamasında, kontrol dozlarına göre drenajın P içeriğini istatistiksel önem düzeyinde azaltmıştır.

İkinci deneme yılında mikoriza uygulamasının drenajın fosfor içeriği üzerine esas etkisi net olmamıştır. Genel olarak + mikoriza uygulamasında drenaj fosfor içeriği daha düşükse de bu etki sadece 27 Ağustos tarihinde önemli olmuş, 10 Kasım tarihinde ise + mikoriza uygulamasında drenajın fosfor içeriği %5 seviyesinde daha yüksek bulunmuştur. Fosfor uygulamasının 15 ppm'den 45 ppm'e çıkarılması drenaj fosfor içeriğini tüm tarihlerde önemli seviyede ($P<0,01$) artırmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. 7 Haziran'da drenaj çözeltilisinin P içeriği, gerek - mikoriza gerekse + mikoriza uygulamalarında, P dozlarına bağlı olarak benzer şekilde değişmiştir; ancak +15 ve +30 uygulamalarında, -15 ve -30 uygulamasına kıyasla azalma görülür iken, +45'de -45'e kıyasla artış olduğu saptanmıştır. 16 Temmuz'da + mikoriza uygulamasında, tüm P dozlarında - mikoriza uygulamasına kıyasla, drenaj çözeltilisinin P içeriğinde azalma saptanmış iken, bu durum 30 ve 45 ppm P dozlarında 15 ppm'e kıyasla daha belirgin olmuştur. 27 Ağustos tarihinde de, drenaj çözeltilisinin P içeriğinin, 45 ppm P dozunda + mikoriza uygulamasında, kontrole kıyasla istatistiksel önem düzeyinde azaldığı saptanmıştır. 10 Kasım tarihinde alınan drenaj örneklerinde ise, mikoriza

uygulaması ile birlikte 30 ve 45 ppm P dozlarında, kontrol uygulamalarına kıyasla, P içeriği artış göstermiştir.

Üçüncü deneme yılında, tüm tarihlerde mikoriza uygulamalarında drenajın fosfor içeriği daha düşük olmuş ancak bu farklılıklar sadece 9 Haziran ($P<0,05$), 7 Ekim ve 10 Kasım tarihlerinde ($P<0,01$) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Fosfor uygulamasının 15 ppm'den 45 ppm'e çıkarılması, ilk iki deneme yılında olduğu gibi, drenaj çözeltilisinin fosfor içeriğini dönem boyunca önemli seviyede ($P<0,01$) artırmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. 9 Haziran, 7 Ekim ve 10 Kasım'da, + mikoriza uygulaması 15 ve 30 ppm uygulamalarında drenajın P içeriğini etkilemezken, 45 ppm uygulamasında kontrole göre drenajın P içeriğini azaltmıştır. 30 Ağustos tarihinde alınan örneklerde ise, 15 ppm P dozunda + mikoriza uygulamasının kontrole kıyasla drenaj çözeltilisinin P içeriğini azalttığı saptanmıştır.

Çizelge 4.52. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözültisinin P içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	12,53 a	1,77 a	14,00 a	27,34	25,02 a
	+	11,17 b	1,35 b	13,10 b	25,10	22,29 b
	LSD _{0,05}	0,72**	0,16**	0,53**	Ö.D.	1,11**
P uygulaması	15	4,75 c	1,05 b	4,65 c	8,25 c	7,88 c
	30	10,32 b	1,77 a	14,42 b	26,37 b	22,44 b
	45	20,47 a	1,87 a	21,59 a	44,04 a	40,65 a
	LSD _{0,05}	0,88**	0,20**	0,65**	2,99**	1,35**
Mikoriza x P	-15	5,06 d	1,27 c	4,88 e	8,46 d	8,63 e
	-30	10,76 c	1,93 a	14,96 c	27,06 c	23,61 c
	-45	21,76 a	2,12 a	22,17 a	46,49 a	42,81 a
	+15	4,44 d	0,83 d	4,42 e	8,04 d	7,12 e
	+30	9,88 c	1,60 b	13,88 d	25,68 c	21,27 d
	+45	19,18 b	1,62 b	21,01 b	41,58 b	38,49 b
	LSD _{0,05}	1,25**	0,28**	0,92**	4,22**	1,92**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	16,79	5,50	16,80 a	19,12	21,64 b
	+	16,61	4,76	14,60 b	18,54	22,62 a
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	1,33**	Ö.D.	0,85*
P uygulaması	15	6,30 c	2,55 c	7,84 c	11,09 c	11,96 c
	30	16,72 b	5,66 b	15,25 b	16,96 b	20,75 b
	45	27,10 a	7,18 a	24,01 a	28,44 a	33,67 a
	LSD _{0,05}	4,20**	1,39**	1,63**	3,41**	1,04**
Mikoriza x P	-15	7,83 c	2,58 c	7,98 d	11,14 c	12,66 e
	-30	16,87 b	6,20 ab	14,92 c	16,51 b	19,70 d
	-45	25,69 a	7,71 a	27,50 a	29,71 a	32,55 b
	+15	4,77 c	2,52 c	7,70 d	11,05 c	11,26 e
	+30	16,57 b	5,12 b	15,58 c	17,41 b	21,81 c
	+45	28,50 a	6,64 ab	20,53 b	27,16 a	34,80 a
	LSD _{0,05}	5,95**	1,96**	2,30**	4,82**	1,48**
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	22,57 a	5,62	7,25	22,10 a	21,61 a
	+	19,47 b	5,20	6,92	18,83 b	18,19 b
	LSD _{0,05}	2,64*	Ö.D.	Ö.D.	1,43**	2,14**
P uygulaması	15	4,72 c	3,43 c	4,64 c	6,18 c	7,64 c
	30	23,68 b	5,15 b	7,15 b	21,54 b	19,39 b
	45	34,68 a	7,65 a	9,45 a	33,68 a	32,68 a
	LSD _{0,05}	3,24**	0,89**	0,77**	1,75**	2,62**
Mikoriza x P	-15	5,12 d	3,75 cd	5,30 c	6,68 d	8,24 d
	-30	25,31 c	5,63 b	6,98 b	22,25 c	19,18 c
	-45	37,29 a	7,48 a	9,47 a	37,36 a	37,42 a
	+15	4,31 d	3,11 d	3,98 d	5,68 d	7,04 d
	+30	22,04 c	4,68 bc	7,32 b	20,82 c	19,60 c
	+45	32,07 b	7,82 a	9,45 a	30,00 b	27,93 b
	LSD _{0,05}	4,58**	1,26**	1,08**	2,47**	3,71**

4.2.4.2. Drenaj Çözeltilisinin K İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin K içeriğine etkisi Çizelge 4.53'te verilmiştir.

Birinci yıl yapılan denemede, drenajın K içeriği üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Drenaj potasyum içeriği tüm tarihlerde + mikoriza uygulamalarında önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Drenaj potasyum içeriği, fosfor dozu 15 ppm'den 45 ppm'e arttıkça daha yüksek olmuştur. Ağustos ve Ekim aylarında alınan örneklerde, 30 ve 45 ppm P dozlarının aynı grupta yer alması dışında üç fosfor dozu tüm tarihlerde farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, genelde mikoriza uygulamasının drenaj çözeltilisinin K içeriğini azalttığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ile drenaj çözeltilisinin K içeriğinde sağlanan azalma, 1 Haziran'da 15 ve 30, 10 Temmuz'da 15 ppm, 20 Ağustos'ta tüm P dozlarında, 1 Ekim'de 45 ppm ve 10 Kasım'da 30 ve 45 ppm P dozlarında daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

Drenajın potasyum içeriği, ikinci deneme yılında mikoriza uygulamasından etkilenmemiştir. Fosfor uygulamalarının drenaj potasyum içeriği üzerine olan esas etkisi de ikinci deneme yılında sadece 6 Ekim ve 10 Kasım tarihlerinde istatistiksel önem düzeyinde olmuş ve 15 ppm dozunun diğer uygulamalara kıyasla drenaj K içeriğini azalttığı saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise sadece son analiz tarihinde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir.

Üçüncü deneme yılında da mikoriza uygulamasının drenaj potasyum içeriği üzerine esas etkisi tüm tarihlerde önemsizdir. Fosfor uygulamaları beş tarihten dördünde drenaj potasyum içeriğini önemli ölçüde etkilemiştir. Genel olarak daha yüksek fosfor dozlarında drenaj potasyum içeriği de daha yüksektir. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi, birinci, dördüncü ve beşinci analizlerde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.53. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin K içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	229,74 a	705,70 a	202,24 a	244,03 a	260,92 a
	+	212,58 b	643,46 b	183,56 b	230,72 b	248,75 b
	LSD _{0.05}	7,23**	35,92**	5,30**	9,04**	5,41**
P uygulaması	15	195,95 c	671,94 c	164,26 b	194,52 b	224,04 c
	30	221,63 b	583,10 b	208,36 a	253,45 a	261,38 b
	45	245,89 a	768,71 a	206,07 a	264,15 a	279,09 a
	LSD _{0.05}	8,85**	44,00**	6,49**	11,07**	6,63**
Mikoriza x P	–15	206,75 c	732,84 a	178,56 c	201,36 c	226,98 d
	–30	230,65 b	593,69 b	215,77 a	255,40 b	266,29 b
	–45	251,81 a	790,57 a	212,38 a	275,32 a	289,50 a
	+15	185,16 d	611,04 b	149,96 d	187,68 c	221,09 d
	+30	212,60 c	572,50 b	200,96 b	251,50 b	256,47 c
	+45	239,98 ab	746,85 a	199,76 b	252,98 b	268,68 b
	LSD _{0.05}	12,52**	62,21**	9,18**	15,65**	9,37**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	215,56	132,05	124,32	196,20	212,72
	+	216,83	142,69	129,63	194,79	215,57
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	191,93	127,24	137,94	183,77 b	199,78 b
	30	220,09	139,54	115,07	203,26 a	217,83 a
	45	236,56	145,33	127,92	199,45 a	224,83 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	15,13*	13,66**
Mikoriza x P	–15	198,47	113,28	132,06	188,13	202,80 b
	–30	220,21	143,16	112,73	205,40	211,95 ab
	–45	227,99	139,71	128,18	195,06	223,39 a
	+15	185,39	141,20	143,81	179,41	196,75 b
	+30	219,97	135,91	117,42	201,12	223,70 a
	+45	245,12	150,95	127,67	203,84	226,26 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	19,32*
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	121,22	63,39	92,34	64,00	100,19
	+	114,51	61,61	90,75	60,66	100,45
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	88,62 b	59,77	89,04 b	45,05 b	88,97 c
	30	132,60 a	59,40	89,63 b	46,55 b	100,72 b
	45	117,87 a	62,50	91,54 a	62,33 a	111,28 a
	LSD _{0.05}	19,10**	Ö.D.	4,83*	14,78**	5,80**
Mikoriza x P	–15	89,66 b	57,49	88,64	48,31 b	87,82 c
	–30	137,60 a	58,47	91,15	46,15 b	101,59 b
	–45	136,42 a	74,20	97,22	97,54 a	111,16 a
	+15	87,58 b	62,05	89,43	41,80 b	90,11 c
	+30	127,59 a	60,33	88,11	46,94 b	99,84 b
	+45	128,34 a	62,44	94,71	93,25 a	111,39 a
	LSD _{0.05}	27,02**	Ö.D.	Ö.D.	20,90**	8,20**

4.2.4.3. Drenaj Çözeltilisinin Ca İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin Ca içeriğine etkisi Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Birinci yıl yapılan denemede, drenajın Ca içeriği üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Drenaj kalsiyum içeriği birinci deneme yılında tüm tarihlerde + mikoriza uygulamasında önemli seviyede daha düşük bulunmuştur. Genel olarak 15 ppm fosfor uygulamasında drenaj kalsiyum içeriği azalmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması; 1 Haziran'da 15 ve 45 ppm P dozlarında, 10 Temmuz'da 15 ppm P dozunda, 20 Ağustos'ta tüm P dozlarında, 1 Ekim'de 45 ppm P dozunda ve 10 Kasım'da 15 ve 45 ppm P dozunda kontrole göre drenajın Ca içeriğini düşürmüştür.

İkinci deneme yılında drenajın kalsiyum içeriğine mikoriza uygulamasının etkisi önemli olmamıştır. Fosfor uygulamalarının drenaj kalsiyum içeriği üzerine esas etkisi ise genelde önemli bulunmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise 27 Ağustos hariç, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, 6 Ekim ve 10 Kasım'da 30 ppm P dozunda kontrole göre drenajın Ca içeriğini düşürmüştür. Ayrıca dönem boyunca, drenaj çözeltilisinin Ca içeriğinin, 15 ve 30 ppm P dozlarında mikoriza uygulaması ile azalmasına karşın, 45 ppm P dozunda + mikoriza uygulamasında artma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Üçüncü deneme yılında da ikinci deneme yılında olduğu gibi mikoriza uygulamasının drenajın kalsiyum içeriğine etkisi önemli olmamıştır. Fosfor uygulamalarının drenaj kalsiyum içeriği üzerine olan etkisi net olmayıp bazı tarihlerde (18 Temmuz, 7 Ekim ve 10 Kasım) fosfor uygulamaları arasında fark bulunamamış, 30 Ağustos tarihinde fosfor uygulamasına paralel olarak drenaj kalsiyum içeriği artmış, 7 Haziran tarihinde ise en yüksek drenaj kalsiyum içeriği 30 ppm P dozundan elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise sadece 30 Ağustos'ta istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.54. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltisinin Ca içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	229,26 a	685,98 a	251,91 a	305,63 a	247,08 a
	+	211,33 b	631,53 b	226,33 b	277,49 b	220,86 b
	LSD _{0,05}	5,23**	31,50**	7,64**	18,22**	11,43**
P uygulaması	15	210,92 b	658,41 b	231,27 b	207,29 c	216,25 c
	30	225,83 a	615,98 c	261,28 a	316,87 b	252,52 a
	45	224,15 a	701,87 a	224,81 b	350,53 a	233,15 b
	LSD _{0,05}	6,40**	38,58**	9,36**	22,32**	14,00**
Mikoriza x P	–15	215,84 c	710,94 a	241,29 b	214,03 c	229,07 bc
	–30	229,23 b	632,11 b	271,48 a	324,15 b	261,66 a
	–45	242,72 a	714,88 a	242,96 b	378,71 a	250,50 a
	+15	205,99 d	605,87 b	221,24 c	200,55 c	203,43 d
	+30	222,42 bc	599,85 b	251,09 b	309,60 b	243,37 ab
	+45	205,57 d	688,87 a	206,66 d	322,34 b	215,79 cd
	LSD _{0,05}	9,05**	54,55**	13,23**	31,56**	19,80**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	212,74	165,58	194,95	193,33	167,40
	+	208,07	162,26	177,76	182,57	162,82
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	224,26 a	182,32 a	205,96	180,38 b	152,01 c
	30	216,79 a	165,63 b	183,40	207,28 a	180,46 a
	45	190,16 b	143,81 c	169,72	176,18 b	162,88 b
	LSD _{0,05}	18,16**	12,09**	Ö.D.	17,39**	10,06**
Mikoriza x P	–15	228,07 a	186,68 a	224,03	182,30 b	152,90 c
	–30	224,45 a	168,07 b	193,77	226,78 a	188,96 a
	–45	185,69 c	141,98 c	167,05	170,90 b	160,36 bc
	+15	220,45 ab	177,96 ab	187,88	178,47 b	151,11 c
	+30	209,12 abc	163,20 b	173,03	187,77 b	171,95 b
	+45	194,62 bc	145,63 c	172,38	181,46 b	165,41 bc
	LSD _{0,05}	25,68*	17,09**	Ö.D.	24,59**	14,23**
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	125,81	136,95	111,27	83,24	148,04
	+	126,71	124,78	109,15	81,89	146,44
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	124,57 b	145,02	128,87 a	86,74	143,17
	30	134,87 a	134,51	107,90 b	74,65	146,69
	45	126,26 b	130,86	93,84 c	82,57	147,24
	LSD _{0,05}	10,03*	Ö.D.	9,95**	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	127,98	165,40	132,81 a	85,68	141,85
	–30	134,64	133,45	105,26 bc	81,63	143,53
	–45	114,82	112,00	95,74 c	82,41	158,75
	+15	121,16	124,63	124,94 a	87,80	144,48
	+30	135,10	135,56	110,54 b	67,67	149,84
	+45	123,87	114,14	91,96 c	90,20	144,99
	LSD _{0,05}	Ö.D.	Ö.D.	14,08**	Ö.D.	Ö.D.

4.2.4.4. Drenaj Çözeltilisinin Mg İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin Mg içeriğine etkisi Çizelge 4.55'te verilmiştir.

Birinci yılda, + mikoriza uygulamasında drenaj çözeltilisinin magnezyum içeriği, önemli ölçüde (1 Ekim için $P<0,05$ ve diğer tarihler için $P<0,01$) azalmıştır. Fosfor uygulamasının drenaj magnezyum içeriğine etkisi dönem sonunda istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. Ekim başında drenaj magnezyum içeriği artan fosfor uygulaması ile birlikte artmış, 10 Kasım tarihinde ise en yüksek fosfor dozu olan 45 ppm uygulamasında en düşük magnezyum konsantrasyonu belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde (10 Temmuz ve 1 Ekim için $P<0,05$ ve diğer tarihler için $P<0,01$) gerçekleşmiştir. Genelde + mikoriza uygulaması drenaj çözeltilisinin Mg içeriğini düşürmüştür.

İkinci deneme yılında mikoriza uygulamasının drenaj magnezyum içeriği üzerine esas etkisi önemli bulunmamıştır. Fosfor uygulamasının drenaj magnezyum içeriği üzerine etkisi, ilk iki tarih olan 7 Haziran ve 16 Temmuz'da önemli çıkmamış iken bundan sonraki tarihlerde 15 ppm P dozunda en düşük değer elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi de P'un esas etkisine benzer şekilde son üç analizde istatistiksel önem düzeyinde (27 Ağustos ve 6 Ekim için $P<0,05$ ve 10 Kasım için $P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, özellikle 30 ppm P dozunda kontrole göre drenajın Mg içeriğini düşürmüştür.

Üçüncü deneme yılında geçen yıla benzer şekilde, mikoriza uygulaması drenaj magnezyum içeriğini etkilememiştir. Bu deneme yılında ilk iki tarihte fosfor uygulaması drenaj magnezyum içeriğini etkilememiş, drenajın magnezyum içeriği 30 Ağustos'ta düşük fosfor dozunda daha yüksek iken, 7 Ekim tarihinde yüksek fosfor dozlarında daha yüksek bulunmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise sadece son analiz tarihinde istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.55. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözültisinin Mg içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	102,36 a	112,17 a	99,58 a	97,43 a	95,33 a
	+	99,48 b	110,36 b	95,64 b	94,87 b	92,48 b
	LSD _{0.05}	1,43**	1,01**	1,92**	1,88*	1,17**
P uygulaması	15	100,06	111,14	98,30	94,69 b	95,45 a
	30	101,56	110,68	97,91	96,00 ab	94,15 a
	45	101,14	111,97	96,61	97,76 a	92,12 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	2,31*	1,44**
Mikoriza x P	-15	100,87 bc	111,53 ab	99,58 a	96,11 ab	97,57 a
	-30	102,69 ab	111,86 ab	99,32 a	96,67 ab	94,89 b
	-45	103,51 a	113,12 a	99,84 a	99,51 a	93,55 b
	+15	99,24 c	110,75 bc	97,03 a	93,26 b	93,34 b
	+30	100,44 bc	109,50 c	96,50 ab	95,33 b	93,41 b
	+45	98,77 c	110,82 bc	93,38 b	96,02 ab	90,70 c
	LSD _{0.05}	2,48**	1,76*	3,32**	3,26*	2,03**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	24,75	24,36	48,43	49,19	47,09
	+	24,75	24,54	48,02	48,92	46,77
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	24,71	24,63	46,82 b	47,24 b	45,20 b
	30	24,77	24,05	49,05 a	51,15 a	48,43 a
	45	24,78	24,66	48,80 a	48,77 b	47,16 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	1,44**	1,84**	1,37**
Mikoriza x P	-15	24,80	24,54	47,07 c	47,24 c	44,92 d
	-30	24,96	23,73	50,15 a	52,06 a	49,68 a
	-45	24,49	24,80	48,07 abc	48,26 bc	46,67 bcd
	+15	24,62	24,71	46,57 c	47,25 c	45,48 cd
	+30	24,57	24,37	47,95 bc	50,24 ab	47,18 bc
	+45	25,07	24,53	49,54 ab	49,28 bc	47,65 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	2,04*	2,60*	1,94**
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	-	18,46	21,72	18,17	15,34	21,37
	+	18,20	21,74	18,10	15,29	21,18
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	17,96	21,16	18,74 a	13,94	20,27 c
	30	18,68	22,02	17,91 b	12,65	21,34 b
	45	18,33	21,73	17,76 b	15,32	22,22 a
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,81*	Ö.D.	0,85**
Mikoriza x P	-15	18,00	21,63	18,94	16,06	20,32 c
	-30	18,64	21,64	17,88	11,13	21,18 bc
	-45	18,74	21,88	17,69	18,84	22,61 a
	+15	17,91	20,69	18,54	11,82	20,22 c
	+30	18,73	22,39	17,93	14,17	21,51 abc
	+45	17,96	22,13	17,83	19,89	21,82 ab
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,21*

4.2.4.5. Drenaj Çözeltilisinin Fe İçeriği

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltilisinin Fe içeriğine etkisi Çizelge 4.56'da verilmiştir

Birinci yıla ait denemede, drenajın Fe içeriği üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi 1 Ekim tarihli analiz dışında dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Tüm analizlerde drenaj demir içeriği + mikoriza uygulamalarında daha düşük bulunmuştur. Genel olarak uygulanan fosfor miktarı arttıkça drenaj demir içeriğinde bir azalma olmuştur. Sadece 10 Temmuz tarihinde 45 ppm fosfor uygulamasında drenaj demir içeriği en yüksek olmuştur. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması; 1 Haziran'da 30 ve 45 ppm dozlarında, 10 Temmuz ve 20 ağustos'ta tüm P dozlarında, 10 Kasım'da 15 ve 30 ppm dozunda kontrole göre drenajın Fe içeriğini düşürmüştür.

Drenajın demir içeriği ikinci deneme yılında, tüm analizlerde + mikoriza uygulamalarında daha düşük ise de bu farklılıklar sadece 27 Ağustos tarihinde önemli ($P<0,05$) olmuştur. Fosfor dozlarının drenaj demir içeriği üzerine esas etkisi ($P<0,01$) ve mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi ise sadece 6 Ekim'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması 30 ppm P dozunda kontrole göre drenajın Fe içeriğini düşürmüştür.

Üçüncü deneme yılında da, drenaj demir içeriği tüm tarihlerde + mikoriza uygulamasında daha düşük olmuş, ancak bu etki sadece 7 Ekim tarihinde önemli seviyede gerçekleşmiştir ($P<0,01$). Drenaj demir içeriği üzerine fosfor uygulamasının esas etkisi ve mikoriza uygulaması ile P uygulamasının birlikte etkisi de sadece 7 Ekim'de istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması drenajın Fe içeriğini azaltmaktadır ve bu etkinin 15 ve 45 ppm P dozunda kontrol dozlarına göre istatistiksel önem düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Cizelge 4.56. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltisinin Fe içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	1,96 a	10,35 a	1,66 a	2,05	2,10 a
	+	1,81 b	8,79 b	1,51 b	1,85	1,81 b
	LSD _{0.05}	0,08**	0,63**	0,04**	Ö.D.	0,12**
P uygulaması	15	1,93 a	9,53 b	1,80 a	2,01	2,17 a
	30	1,96 a	8,72 c	1,55 b	1,83	2,13 a
	45	1,77 b	10,46 a	1,40 c	2,01	1,56 b
	LSD _{0.05}	0,10**	0,78**	0,05**	Ö.D.	0,15**
Mikoriza x P	–15	1,99 ab	10,42 ab	1,91 a	2,09	2,28 a
	–30	2,03 a	9,58 bc	1,60 b	1,83	2,36 a
	–45	1,87 b	11,05 a	1,45 c	2,23	1,65 c
	+15	1,87 b	8,65 cd	1,68 b	1,93	2,06 b
	+30	1,89 b	7,85 d	1,49 c	1,83	1,90 b
	+45	1,66 c	9,88 b	1,35 d	1,79	1,47 c
	LSD _{0.05}	0,14**	1,10**	0,08**	Ö.D.	0,21**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	3,89	2,64	2,65 a	3,08	2,64
	+	3,67	2,46	2,32 b	2,64	2,47
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	0,26*	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	3,63	2,42	2,57	2,30 b	2,39
	30	3,91	2,59	2,54	3,55 a	2,77
	45	3,80	2,63	2,35	2,74 b	2,50
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,55**	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	3,97	2,59	2,76	2,44 b	2,46
	–30	4,19	2,72	2,84	4,17 a	3,03
	–45	3,51	2,60	2,35	2,64 b	2,43
	+15	3,29	2,26	2,38	2,15 b	2,33
	+30	3,62	2,45	2,24	2,93 b	2,51
	+45	4,09	2,66	2,34	2,84 b	2,57
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,78**	Ö.D.
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	2,12	3,08	1,31	0,51 a	1,71
	+	1,98	3,17	1,26	0,38 b	1,59
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,08**	Ö.D.
P uygulaması	15	2,01	3,35	1,38	0,32 b	1,63
	30	2,17	3,01	1,26	0,39 b	1,69
	45	2,05	3,13	1,28	0,64 a	1,65
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,09**	Ö.D.
Mikoriza x P	–15	2,04	3,40	1,41	0,39 c	1,62
	–30	2,27	3,10	1,30	0,43 bc	1,72
	–45	2,04	2,76	1,22	0,72 a	1,80
	+15	1,97	3,30	1,35	0,24 d	1,64
	+30	2,08	2,91	1,22	0,35 cd	1,67
	+45	1,89	3,31	1,20	0,56 b	1,46
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,13**	Ö.D.

4.2.4.6. Drenaj Çözeltilisinin Zn İçeriği

Birinci yıl yapılan denemede, drenajın Zn içeriği üzerine, mikoriza ve P uygulamasının esas etkileri ve birlikte etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.57). Drenaj çinko içeriği dönem boyunca + mikoriza uygulamasında daha düşük bulunmuştur. Fosfor dozuna bağlı olarak drenaj çözeltisinin Zn içeriğindeki değişim dönem boyunca farklılık göstermiştir. En yüksek değer 30 veya 45 ppm P dozlarında saptanmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması; genel olarak tüm P dozlarında kontrole göre drenajın Zn içeriğini düşürmüştür. Ancak bu etki; kontrol uygulamalarına kıyasla 1 Haziran ve 1 Ekim'de 30 ve 45 ppm P dozunda, 10 Temmuz'da 45 ppm P dozunda, 20 Ağustos'ta 15 ve 45 ppm P dozunda, 10 Kasım'da ise tüm P dozlarında istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir.

İkinci deneme yılında da, drenaj çözeltisinin çinko içeriği + mikoriza uygulamalarında daha düşük olmuş ve bu farklılıklar dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Fosfor uygulaması da drenaj çinko içeriği üzerine dönem boyunca etkide bulunmuştur ($P<0,01$). Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde, + mikoriza uygulaması; genel olarak tüm P dozlarında kontrole göre drenajın Zn içeriğini düşürmüştür. Ancak bu etki; 7 Haziran ve 16 Temmuz'da 30 ppm P dozunda, 6 Ekim'de ise 45 ppm P dozunda istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir.

Üçüncü yılda, drenajın Zn içeriği üzerine, mikoriza uygulamasının esas etkisi dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. Önceki yıllara benzer şekilde, drenaj çinko içeriği dönem boyunca + mikoriza uygulamasında daha düşük bulunmuştur. P uygulamasının esas etkisi ise 9 Haziran hariç tüm tarihlerde istatistiksel anlamda önemlidir ($P<0,01$). Mikoriza uygulaması ve P uygulamasının birlikte etkisi de, dönem boyunca istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması; genel olarak tüm P dozlarında kontrole göre drenajın Zn içeriğini düşürmüştür. Ancak bu etki; 9 Haziran'da 15 ve 45 ppm P dozunda, 18 Temmuz ve 7 Ekim'de tüm P dozlarında, 30 Ağustos'ta 45 ppm P dozunda istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.57. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenaj çözeltisinin Zn içeriğine (ppm) etkisi

1.DENEME YILI		1 Haziran	10 Temmuz	20 Ağustos	1 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,68 a	1,19 a	1,03 a	1,90 a	2,16 a
	+	0,50 b	0,74 b	0,74 b	1,50 b	1,75 b
	LSD _{0.05}	0,08**	0,38**	0,18**	0,18**	0,13**
P uygulaması	15	0,32 c	0,93 b	0,93 b	1,03 c	1,16 c
	30	0,97 a	0,77 b	1,16 a	1,76 b	2,53 a
	45	0,48 b	1,19 a	0,58 c	2,31 a	2,18 b
	LSD _{0.05}	0,10**	0,47**	0,22**	0,22**	0,16**
Mikoriza x P	–15	0,38 d	1,11 b	1,15 a	1,15 d	1,32 d
	–30	1,08 a	0,86 bc	1,24 a	2,01 b	2,73 a
	–45	0,57 c	1,58 a	0,71 b	2,53 a	2,45 ab
	+15	0,27 d	0,75 bc	0,70 b	0,91 d	0,99 e
	+30	0,85 b	0,67 c	1,07 a	1,50 c	2,33 b
	+45	0,38 d	0,80 bc	0,45 c	2,10 b	1,91 c
	LSD _{0.05}	0,11**	0,34**	0,20**	0,28**	0,28**
2.DENEME YILI		7 Haziran	16 Temmuz	27 Ağustos	6 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,96 a	0,77 a	0,50 a	1,00 a	1,30 a
	+	0,74 b	0,53 b	0,41 b	0,80 b	1,07 b
	LSD _{0.05}	0,22**	0,29**	0,03*	0,19*	0,14*
P uygulaması	15	1,09 a	0,24 c	0,39 b	1,84 a	2,54 a
	30	0,58 c	0,69 b	0,78 a	0,30 c	0,51 b
	45	0,88 b	1,04 a	0,19 c	0,56 b	0,50 b
	LSD _{0.05}	0,26**	0,35**	0,03**	0,24**	0,17**
Mikoriza x P	–15	1,14 a	0,27 bc	0,42 b	1,92 a	2,71 a
	–30	0,79 c	0,93 a	0,84 a	0,34 c	0,57 b
	–45	0,95 bc	1,12 a	0,24 cd	0,74 b	0,63 b
	+15	1,04 ab	0,21 c	0,35 bc	1,77 a	2,37 a
	+30	0,37 d	0,44 b	0,73 a	0,26 c	0,45 b
	+45	0,80 c	0,95 a	0,15 d	0,37 c	0,37 b
	LSD _{0.05}	0,18**	0,21**	0,15**	0,27**	0,42**
3.DENEME YILI		9 Haziran	18 Temmuz	30 Ağustos	7 Ekim	10 Kasım
Mikoriza uygulaması	–	0,26 a	0,19 a	0,11 a	0,05 a	0,39 a
	+	0,09 b	0,11 b	0,08 b	0,04 b	0,32 b
	LSD _{0.05}	0,07**	0,05**	0,02*	0,03*	0,04*
P uygulaması	15	0,22	0,20 a	0,10 ab	0,05 b	0,69 a
	30	0,15	0,15 b	0,06 b	0,06 a	0,28 b
	45	0,17	0,10 c	0,13 a	0,03 c	0,09 c
	LSD _{0.05}	Ö.D.	0,06**	0,03**	0,04**	0,05**
Mikoriza x P	–15	0,31 a	0,22 a	0,11 ab	0,06 ab	0,74 a
	–30	0,20 abc	0,21 ab	0,07 b	0,05 b	0,32 b
	–45	0,28 ab	0,13 c	0,16 a	0,04 c	0,11 c
	+15	0,12 bc	0,18 b	0,08 b	0,03 cd	0,64 a
	+30	0,09 c	0,09 d	0,05 b	0,07 a	0,24 b
	+45	0,06 c	0,07 d	0,10 b	0,02 d	0,07 c
	LSD _{0.05}	0,17*	0,03**	0,05*	0,01**	0,12**

4.2.4.7. Drenaj Çözeltilisi İle Atılan Element Miktarı

Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenajla atılan element miktarları üzerine etkisi Çizelge 4.58'de verilmiştir.

Birinci yılda, + mikoriza uygulaması, genel olarak drenajla atılan toplam element miktarlarını kontrole göre azaltmıştır, ancak bu etki sadece çinko için istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, drenajla atılan toplam çinko miktarlarını kontrole göre %37 azaltmıştır. Fosfor uygulamasının esas etkisi ile, mikoriza ve P uygulamalarının birlikte etkisi ise, atılan fosfor miktarı açısından istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Uygulanan fosfor dozu arttıkça, drenajla atılan toplam fosfor miktarı da artmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; drenajla atılan en yüksek toplam P miktarı -45 uygulamasında ve en düşük toplam P miktarı ise - ve +15 ppm uygulamasında elde edilmiştir. Mikoriza uygulamasının atılan fosfor miktarını azaltıcı etkisi, özellikle 45 ppm P dozunda daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

İkinci yılda, + mikoriza uygulaması, genel olarak drenajla atılan toplam element miktarlarını kontrole göre azaltmıştır, ancak bu etki istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir. Fosfor uygulamasının esas etkisi ile, mikoriza ve P uygulamalarının birlikte etkisi ise, atılan fosfor ve çinko miktarı için istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Uygulanan fosfor dozu arttıkça, drenajla atılan toplam fosfor miktarı genel olarak artmıştır. Ancak drenajla atılan toplam fosfor miktarı bakımından, 15 ve 30 ppm dozları arasındaki fark, istatistiksel önem düzeyinde gerçekleşmemiştir. 15 ppm dozunda, drenajla atılan toplam çinko miktarı, 30 ve 45 ppm dozuna göre %130 civarında artış göstermiştir. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; drenajla atılan en yüksek toplam P miktarı değeri -45 ve +45 uygulamalarında ve en düşük değer ise -15, +15 ve +30 ppm uygulamalarında elde edilmiştir. + mikoriza uygulaması, tüm P dozlarında, drenajla atılan toplam Zn miktarını kontrole göre azaltmıştır.

Çizelge 4.58. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının drenajla atılan element miktarlarına etkisi

1.DENEME YILI		P (g/bitki)	K (g/bitki)	Ca (g/bitki)	Mg (g/bitki)	Fe (mg/bitki)	Zn (mg/bitki)
Mikoriza uygulaması	-	0,83	16,73	17,77	5,33	182,68	71,15 a
	+	0,62	12,71	13,43	4,42	130,56	45,04 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	11,01**
P uygulaması	15	0,31 c	16,15	17,27	5,81	193,83	50,85
	30	0,70 b	12,95	14,45	4,41	131,92	63,37
	45	1,17 a	15,07	15,07	4,41	144,11	60,07
	LSD _{0.05}	0,35**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Mikoriza x P	-15	0,32 c	17,32	18,36	5,89	209,67	59,60
	-30	0,79 bc	14,51	16,27	4,87	154,71	76,28
	-45	1,38 a	18,37	18,68	5,21	183,65	77,58
	+15	0,30 c	14,98	16,18	5,72	178,00	42,10
	+30	0,61 bc	11,40	12,64	3,94	109,12	50,45
	+45	0,96 ab	11,76	11,46	3,60	104,57	42,57
	LSD _{0.05}	0,49**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
2.DENEME YILI							
Mikoriza uygulaması	-	0,68	7,83	8,86	1,74	135,77	41,28
	+	0,63	7,74	7,66	1,66	115,76	32,22
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
P uygulaması	15	0,39 b	8,47	9,91	1,89	131,87	59,78 a
	30	0,64 b	7,41	8,16	1,68	133,17	24,74 b
	45	0,94 a	7,48	6,71	1,53	112,25	25,72 b
	LSD _{0.05}	0,24**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	9,57**
Mikoriza x P	-15	0,41 b	8,18	10,64	1,86	139,14	61,81 a
	-30	0,71 ab	8,21	9,59	1,90	163,82	32,74 b
	-45	0,93 a	7,09	6,35	1,47	104,35	29,28 b
	+15	0,38 b	8,76	9,18	1,92	124,61	57,76 a
	+30	0,56 b	6,60	6,73	1,45	102,51	16,74 b
	+45	0,95 a	7,86	7,06	1,60	120,15	22,15 b
	LSD _{0.05}	0,34**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	16,39**
3.DENEME YILI							
Mikoriza uygulaması	-	0,74	4,29	5,76	0,90	80,07	10,00 a
	+	0,57	3,86	5,25	0,83	72,39	6,40 b
	LSD _{0.05}	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,26*
P uygulaması	15	0,28 c	4,03	6,46	0,95	84,63	13,97 a
	30	0,67 b	3,82	5,11	0,78	71,23	6,29 b
	45	1,01 a	4,38	4,93	0,86	72,83	4,34 b
	LSD _{0.05}	0,33**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0,32**
Mikoriza x P	-15	0,31 c	4,01	6,60	0,97	85,05	15,88 a
	-30	0,73 abc	4,06	5,33	0,80	76,22	7,99 bc
	-45	1,19 a	4,81	5,34	0,93	78,95	6,14 bc
	+15	0,26 c	4,05	6,33	0,93	84,21	12,06 ab
	+30	0,62 bc	3,58	4,90	0,77	66,23	4,59 c
	+45	0,84 ab	3,94	4,52	0,79	66,71	2,53 c
	LSD _{0.05}	0,47**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	5,73**

Üçüncü yılda, + mikoriza uygulaması, genel olarak drenajla atılan toplam element miktarlarını kontrole göre azaltmıştır, ancak bu etki sadece çinko için istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulaması, drenajla atılan toplam çinko miktarlarını kontrole göre %36 azaltmıştır. Fosfor uygulamasının esas etkisi ile, mikoriza ve P uygulamalarının birlikte etkisi ise, atılan fosfor ve çinko miktarı için istatistiksel önem düzeyinde ($P<0,01$) gerçekleşmiştir. Uygulanan fosfor dozu arttıkça, drenajla atılan toplam fosfor miktarı artmış ve çinko miktarı ise azalmıştır. Mikoriza uygulaması ve P uygulaması arasındaki etkileşim incelendiğinde; + mikoriza uygulaması, tüm P dozlarında, drenajla atılan toplam fosfor ve çinko miktarını kontrole göre rakamsal olarak azaltmıştır.

4.2.5. Bitkilerin Su Tüketimi

Bitki başına günlük ortalama su tüketimi ilk hafta için; denemenin 1., 2. ve 3. yılları için sırasıyla, 0.60, 0.41 ve 0.36 litre civarında olmuştur (Çizelge 4.59, 4.60 ve 4.61). Bitkilerin büyümesine paralel olarak su tüketimi miktarı düzenli bir şekilde artarak, hasadın en yoğun ve hava sıcaklıklarının en yüksek olduğu dönemlerde en yüksek değere ulaşmıştır. Su tüketiminin maksimum noktaya ulaştığı 15. ve 17. haftalar arasında, bitki başına günlük ortalama su tüketimi deneme yıllarına göre sırasıyla 1.5, 1.9 ve 1.7 litre civarında gerçekleşmiştir. Bu dönemden sonra, gerek düzenli olarak yapılan yaprak budamaları sonucu toplam yaprak alanının azalmaya başlaması, gerek hasat yoğunluğunun (meyve yükünün) gittikçe azalması ve gerekse de hava sıcaklığının düşmeye başlamasına bağlı olarak, bitki başına günlük ortalama su tüketimi düzenli bir azalma göstermiştir. Vegetasyonun son haftasında bitki başına günlük ortalama su tüketimi, deneme yıllarına göre sırasıyla 0.59, 0.44 ve 0.52 litre dolaylarında gerçekleşmiştir.

Birinci yılda; + mikorizalı bitkilerde bitki başına günlük ortalama su tüketimi, 7. ve 16. haftalar arasında kontrol bitkilerine göre 0,04 - 0,13 litre düzeyinde daha fazla olmuştur (Şekil 4.4). Diğer dönemlerde ise, mikoriza uygulamaları arasında fark görülmemiştir. Toplam su tüketimi, kontrolde 194.77, + mikoriza uygulamasında ise 200.83 olarak gerçekleşmiştir. Su tüketimi, genel olarak 15 ppm P dozunda diğer P dozlarına göre 0,05 – 0,45 litre civarında daha fazla olmuştur. Toplam bitki su tüketiminin 15, 30 ve 45 ppm P

dozu için sırası ile, 216.7, 190.2 ve 186.5 l/bitki olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.5). Deneme faktörlerinin birlikte etkisi incelendiğinde, yukarıda bahsedilenlere paralel olarak dönem boyunca +15 ve -15 ppm uygulamalarındaki su tüketim değerleri, diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur. 9 ve 12. haftalarda +15 uygulamasında, -15 uygulamasına göre günlük su tüketimi yaklaşık 0,1 litre daha yüksek olmuştur. Genel olarak -45 uygulamasında, en düşük seviyede su tüketimi gözlenmiştir (Şekil 4.6).

İkinci yılda; bitki su tüketiminin + ve - mikoriza uygulamalarında, dönem boyunca benzer şekilde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bitki başına günlük ortalama su tüketimi, 4. hafta yaklaşık 0,9 litre iken, 5. haftada ani bir düşüş ile 0,33 litre civarında gerçekleşmiştir. Daha sonraki haftada su tüketimi normal değerlere geri dönmüş ve ilk yıldakine benzer bir seyir izlemiştir (Şekil 4.7). Toplam bitki su tüketiminin - ve + mikoriza uygulamasında, sırası ile, 204.64 ve 206.71 l/bitki olduğu saptanmıştır. 10 ve 20. haftalar arasında 15 ppm dozunda, 30 ppm P dozuna göre günlük su tüketimi yaklaşık 0,1 ile 0,3 litre daha yüksek olmuştur. 16 ve 19. haftalar arasında ise 45 ppm dozundaki günlük su tüketimi, 15 ve 30 ppm P dozlarına göre ortalama 0,06 ile 0,62 litre daha düşük olmuştur. Sezonluk toplam bitki su tüketiminin, 15, 30 ve 45 ppm P dozlarında sırası ile, 222.8, 202.5 ve 191.8 l/bitki olduğu saptanmıştır (Şekil 4.8). Mikoriza uygulaması ve fosfor dozu arasındaki etkileşimin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.9).

Üçüncü yılda da, ikinci yıldakine benzer şekilde mikoriza uygulaması bitkilerin su tüketimi üzerine dönem boyunca etki etmemiştir. Denemenin ikinci yılında 4. haftada su tüketiminde yaşanan ani düşüşün bir benzeri, bu deneme yılında 10. haftada yaşanmıştır (Şekil 4.10). 15 ve 30 ppm P dozlarındaki su tüketimleri dönem boyunca benzer olmuştur ve bu dozlara göre 45 ppm P dozunda su tüketimi, 13, 17 ve 18. haftalarda 0,19 – 0,58 litre arasında daha düşük ve 14-16. haftalar arasında ise yaklaşık 0,3 litre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.11). Mikoriza uygulamalarında ortalama toplam bitki su tüketiminin 187.9 (-mikoriza) ve 190.6 (+mikoriza) l/bitki olarak gerçekleştiği saptanmıştır. 15, 30 ve 45 ppm sırası ile P dozlarına göre su tüketimi, 197.0, 182.3 ve 184.4 l/bitki olarak gerçekleşmiştir. Bu yılda da su tüketimi açısından deneme faktörleri arasındaki etkileşimin önemli olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.12).

Çizelge 4.59. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (1.yıl)

Hafta	Mikoriza Uygulaması		P Uygulaması (ppm)			Mikoriza x P Uygulaması					
	- M	+ M	15	30	45	-15	-30	-45	+15	+30	+45
1	0,60	0,60	0,64	0,61	0,56	0,65	0,62	0,55	0,64	0,61	0,57
2	0,54	0,54	0,58	0,54	0,50	0,59	0,54	0,48	0,58	0,54	0,52
3	0,67	0,69	0,75	0,69	0,61	0,76	0,68	0,58	0,74	0,69	0,64
4	0,69	0,71	0,78	0,71	0,61	0,78	0,71	0,59	0,77	0,72	0,63
5	0,69	0,70	0,77	0,71	0,61	0,78	0,70	0,58	0,76	0,71	0,63
6	0,74	0,76	0,80	0,66	0,79	0,79	0,67	0,77	0,81	0,66	0,82
7	0,90	0,94	0,98	0,86	0,92	0,96	0,84	0,88	0,99	0,88	0,96
8	0,93	0,96	0,99	0,86	0,98	0,98	0,85	0,97	1,00	0,87	1,00
9	0,85	0,98	1,06	0,85	0,85	1,01	0,81	0,73	1,10	0,88	0,96
10	0,89	0,94	1,13	0,81	0,81	1,13	0,80	0,74	1,13	0,82	0,88
11	1,13	1,23	1,40	1,09	1,04	1,40	1,05	0,94	1,41	1,13	1,15
12	1,08	1,19	1,30	1,05	1,05	1,26	1,01	0,97	1,35	1,09	1,13
13	1,33	1,41	1,60	1,25	1,25	1,59	1,23	1,16	1,62	1,27	1,35
14	1,26	1,33	1,52	1,22	1,14	1,52	1,19	1,06	1,52	1,24	1,22
15	1,40	1,47	1,70	1,36	1,25	1,70	1,33	1,18	1,70	1,38	1,32
16	1,32	1,32	1,40	1,35	1,21	1,39	1,34	1,22	1,41	1,35	1,19
17	1,47	1,48	1,51	1,54	1,38	1,48	1,54	1,40	1,55	1,54	1,36
18	1,43	1,41	1,55	1,43	1,28	1,55	1,42	1,30	1,54	1,43	1,26
19	1,24	1,26	1,33	1,24	1,19	1,34	1,22	1,18	1,32	1,25	1,20
20	1,15	1,15	1,22	1,14	1,09	1,25	1,11	1,08	1,20	1,17	1,09
21	1,12	1,13	1,21	1,13	1,05	1,23	1,10	1,04	1,19	1,15	1,06
22	1,08	1,08	1,17	1,09	0,99	1,19	1,06	0,99	1,15	1,12	0,98
23	1,01	1,01	1,08	1,01	0,94	1,10	0,99	0,93	1,06	1,03	0,95
24	0,85	0,86	0,95	0,78	0,84	0,96	0,77	0,82	0,94	0,79	0,86
25	0,81	0,82	0,90	0,74	0,80	0,91	0,74	0,79	0,89	0,75	0,81
26	0,81	0,81	0,80	0,72	0,92	0,84	0,71	0,89	0,77	0,73	0,95
27	0,70	0,73	0,66	0,71	0,77	0,68	0,68	0,75	0,65	0,75	0,78
28	0,54	0,57	0,56	0,52	0,60	0,56	0,49	0,58	0,55	0,54	0,62
29	0,58	0,59	0,60	0,53	0,63	0,59	0,53	0,62	0,60	0,53	0,64
Σ*	194,8	200,8	216,7	190,2	186,5	216,8	187,1	180,5	216,6	193,3	192,6

* sezonluk toplam su tüketimi (litre/bitki)

Çizelge 4.60. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (2.yıl)

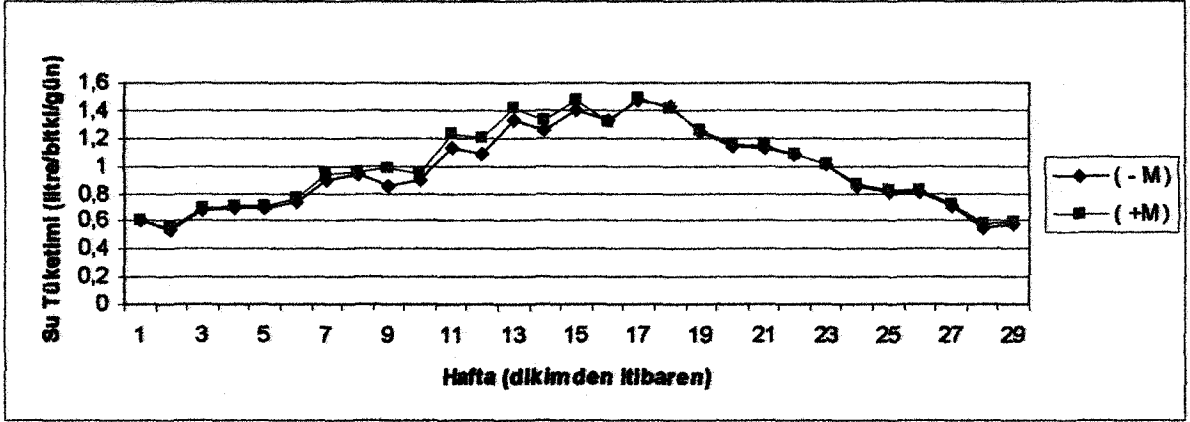
Hafta	Mikoriza Uygulaması		P Uygulaması (ppm)			Mikoriza x P Uygulaması					
	- M	+ M	15	30	45	-15	-30	-45	+15	+30	+45
1	0,40	0,42	0,43	0,41	0,40	0,44	0,37	0,39	0,42	0,46	0,40
2	0,51	0,52	0,55	0,51	0,49	0,56	0,48	0,49	0,55	0,53	0,51
3	0,69	0,72	0,73	0,73	0,66	0,72	0,71	0,65	0,74	0,75	0,69
4	0,85	0,88	0,92	0,89	0,79	0,91	0,86	0,79	0,93	0,92	0,85
5	0,34	0,32	0,33	0,32	0,34	0,34	0,30	0,37	0,32	0,34	0,34
6	0,66	0,65	0,66	0,64	0,67	0,66	0,63	0,69	0,65	0,65	0,66
7	0,80	0,79	0,80	0,78	0,82	0,81	0,76	0,84	0,79	0,79	0,80
8	0,73	0,75	0,79	0,74	0,69	0,78	0,69	0,72	0,81	0,78	0,73
9	0,96	1,02	1,12	0,84	1,01	1,12	0,77	0,98	1,12	0,90	0,96
10	0,97	0,98	1,12	0,80	1,00	1,09	0,81	1,00	1,14	0,78	0,97
11	1,37	1,37	1,60	1,32	1,19	1,61	1,30	1,20	1,58	1,33	1,37
12	1,24	1,24	1,33	1,23	1,16	1,33	1,21	1,19	1,34	1,25	1,24
13	1,50	1,49	1,61	1,48	1,40	1,60	1,46	1,42	1,61	1,49	1,50
14	1,73	1,72	1,85	1,71	1,61	1,85	1,69	1,63	1,86	1,72	1,73
15	1,89	1,90	2,23	2,09	1,38	2,23	2,08	1,37	2,23	2,10	1,89
16	1,85	1,87	2,09	1,96	1,53	2,09	1,95	1,52	2,09	1,97	1,85
17	1,82	1,82	2,07	1,94	1,45	2,07	1,93	1,46	2,07	1,95	1,82
18	1,60	1,62	1,80	1,48	1,55	1,80	1,47	1,54	1,79	1,49	1,60
19	1,29	1,30	1,44	1,19	1,25	1,45	1,18	1,23	1,44	1,20	1,29
20	1,37	1,38	1,53	1,27	1,32	1,54	1,25	1,31	1,53	1,28	1,37
21	1,21	1,21	1,19	1,18	1,27	1,19	1,16	1,29	1,18	1,20	1,21
22	1,22	1,22	1,19	1,19	1,28	1,19	1,17	1,29	1,19	1,20	1,22
23	0,88	0,88	0,86	0,86	0,92	0,87	0,83	0,95	0,86	0,89	0,88
24	0,96	0,97	1,03	0,95	0,93	1,04	0,93	0,92	1,03	0,97	0,96
25	0,71	0,72	0,77	0,70	0,69	0,77	0,68	0,68	0,76	0,73	0,71
26	0,67	0,69	0,73	0,66	0,65	0,74	0,64	0,65	0,72	0,69	0,67
27	0,58	0,61	0,61	0,62	0,55	0,60	0,60	0,54	0,63	0,65	0,58
28	0,42	0,46	0,45	0,46	0,41	0,43	0,43	0,39	0,47	0,48	0,42
Σ*	204,6	206,7	222,8	202,5	191,8	222,8	198,5	192,6	222,7	206,5	191,0

* sezonluk toplam su tüketimi (litre/bitki)

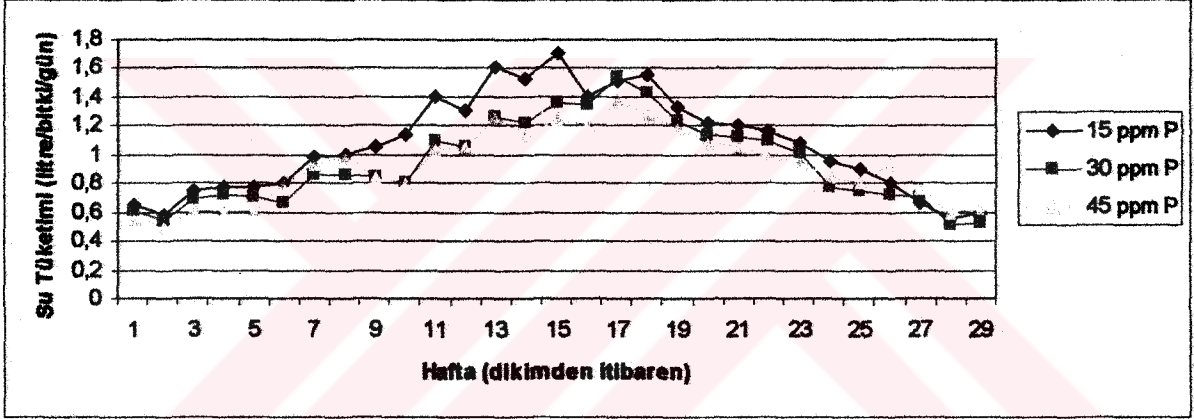
Çizelge 4.61. Mikoriza ve P uygulamasının bitki su tüketimine (litre/bitki/gün) etkisi (3.yıl)

Hafta	Mikoriz Uygulaması		P Uygulaması (ppm)			Mikoriza x P Uygulaması					
	- M	+ M	15	30	45	-15	-30	-45	+15	+30	+45
1	0,36	0,35	0,36	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,34	0,34
2	0,65	0,66	0,69	0,65	0,62	0,68	0,66	0,62	0,70	0,65	0,63
3	0,63	0,64	0,67	0,63	0,61	0,66	0,64	0,60	0,68	0,63	0,61
4	0,61	0,63	0,69	0,63	0,54	0,70	0,63	0,51	0,68	0,64	0,57
5	0,87	0,88	0,97	0,89	0,76	0,98	0,88	0,73	0,96	0,90	0,79
6	0,68	0,71	0,74	0,61	0,73	0,72	0,61	0,71	0,75	0,61	0,76
7	0,88	0,89	0,98	0,90	0,77	0,99	0,90	0,75	0,97	0,91	0,79
8	0,91	0,94	0,98	0,82	0,98	0,97	0,82	0,95	1,00	0,82	1,00
9	1,18	1,20	1,14	1,11	1,32	1,17	1,09	1,30	1,12	1,13	1,34
10	0,72	0,70	0,68	0,73	0,72	0,68	0,73	0,74	0,68	0,72	0,70
11	0,97	0,96	1,00	0,99	0,91	1,00	0,98	0,93	0,99	1,00	0,89
12	1,06	1,08	1,03	1,05	1,12	0,99	1,08	1,10	1,06	1,03	1,13
13	1,58	1,58	1,63	1,49	1,05	1,63	1,50	1,05	1,63	1,48	1,06
14	1,63	1,64	1,57	1,52	1,81	1,60	1,49	1,79	1,54	1,55	1,84
15	1,73	1,74	1,67	1,61	1,93	1,70	1,59	1,90	1,64	1,64	1,95
16	1,72	1,74	1,66	1,61	1,92	1,69	1,58	1,89	1,64	1,63	1,94
17	1,53	1,54	1,61	1,59	1,40	1,61	1,59	1,39	1,61	1,59	1,42
18	1,56	1,55	1,73	1,64	1,28	1,74	1,65	1,29	1,73	1,64	1,27
19	1,21	1,23	1,17	1,13	1,35	1,20	1,10	1,32	1,14	1,16	1,38
20	1,25	1,26	1,32	1,30	1,15	1,32	1,30	1,13	1,32	1,30	1,17
21	1,11	1,13	1,25	1,03	1,08	1,25	1,01	1,06	1,24	1,04	1,09
22	0,91	0,96	1,09	0,81	0,91	1,06	0,78	0,88	1,12	0,83	0,94
23	0,71	0,71	0,83	0,68	0,62	0,84	0,66	0,62	0,81	0,70	0,61
24	0,78	0,85	0,95	0,70	0,79	0,91	0,68	0,75	0,99	0,73	0,83
25	0,64	0,66	0,72	0,59	0,62	0,73	0,58	0,60	0,71	0,61	0,64
26	0,46	0,50	0,50	0,50	0,45	0,48	0,48	0,43	0,51	0,53	0,46
27	0,51	0,52	0,53	0,46	0,55	0,52	0,46	0,54	0,53	0,46	0,57
Σ*	187,9	190,6	197,0	182,3	184,4	197,2	180,8	181,6	196,8	183,8	187,1

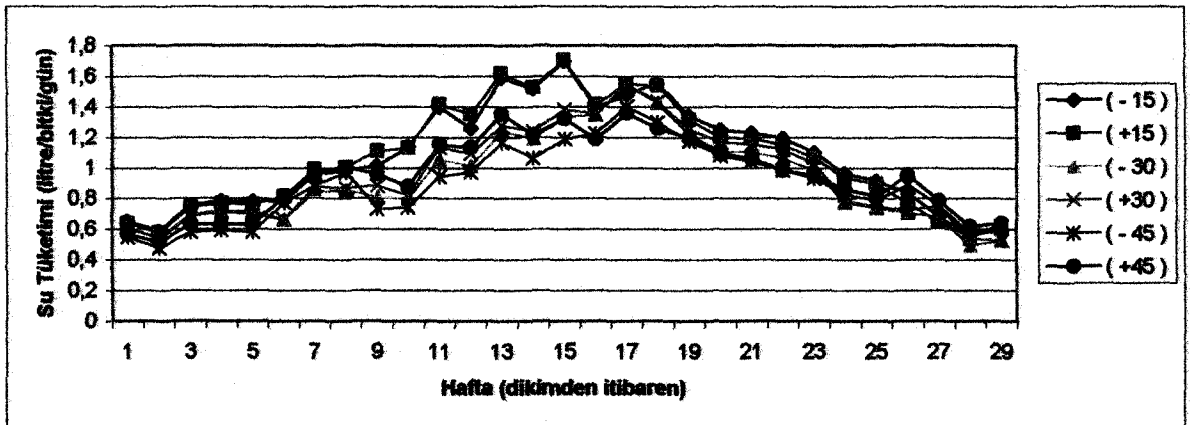
* sezonluk toplam su tüketimi (litre/bitki)



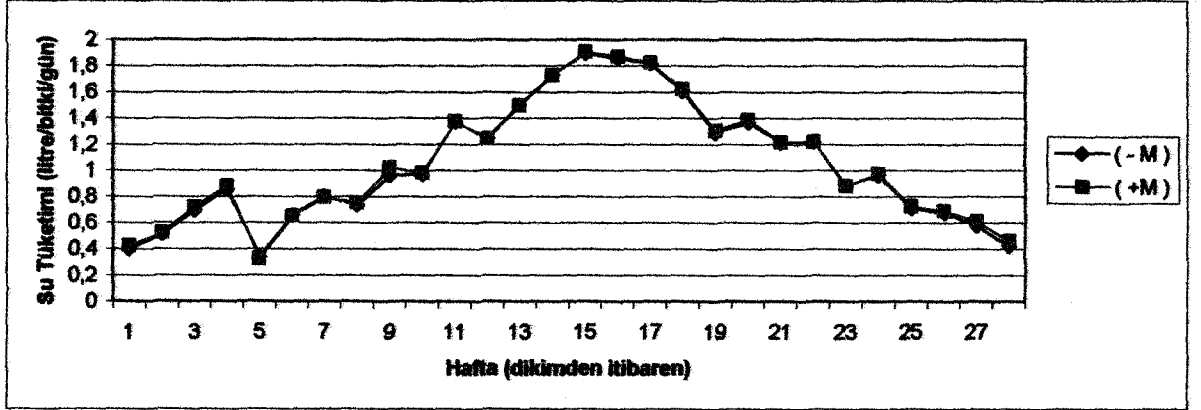
Şekil 4.1. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)



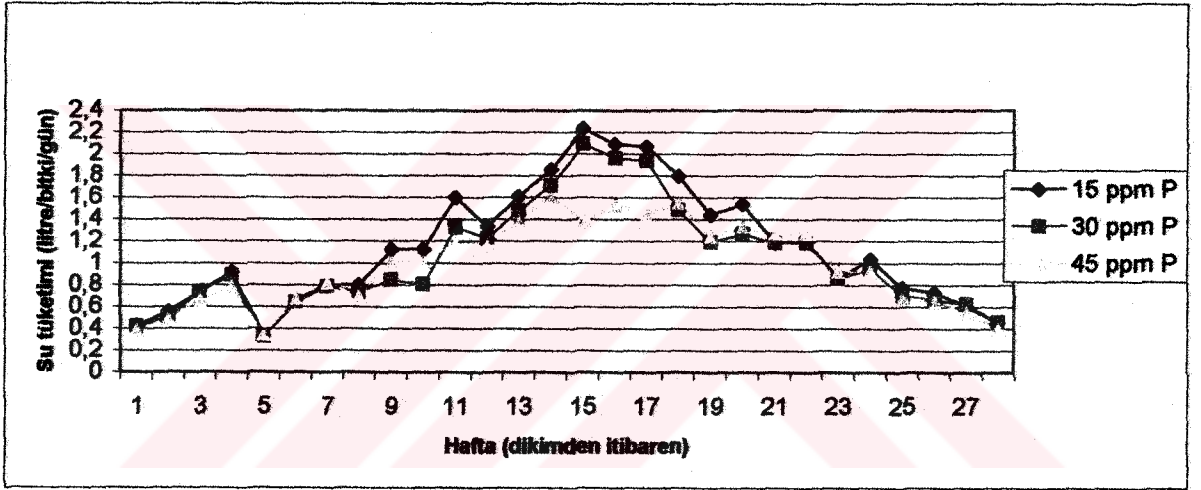
Şekil 4.2. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)



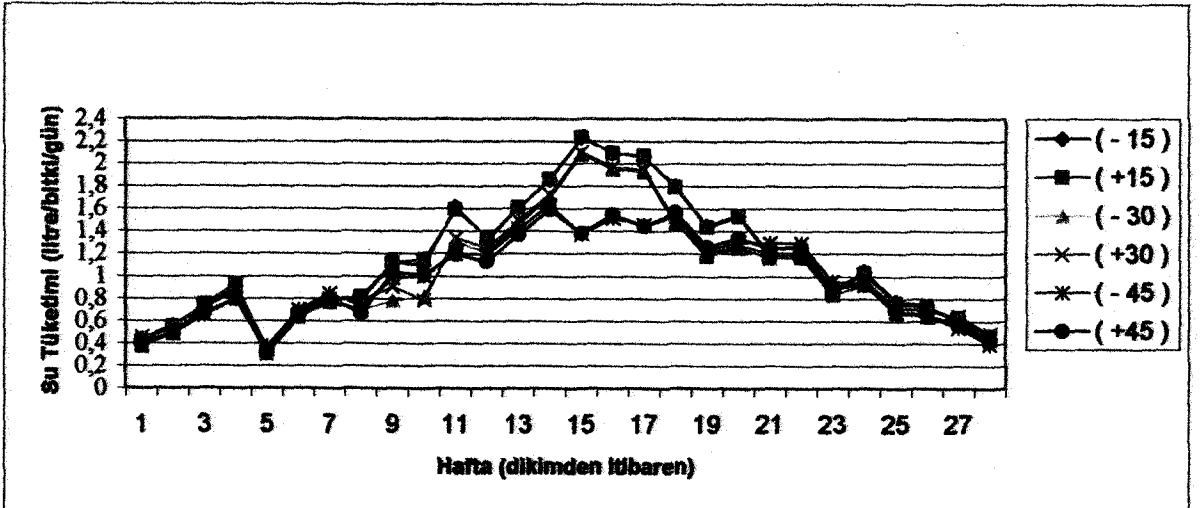
Şekil 4.3. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (1. yıl)



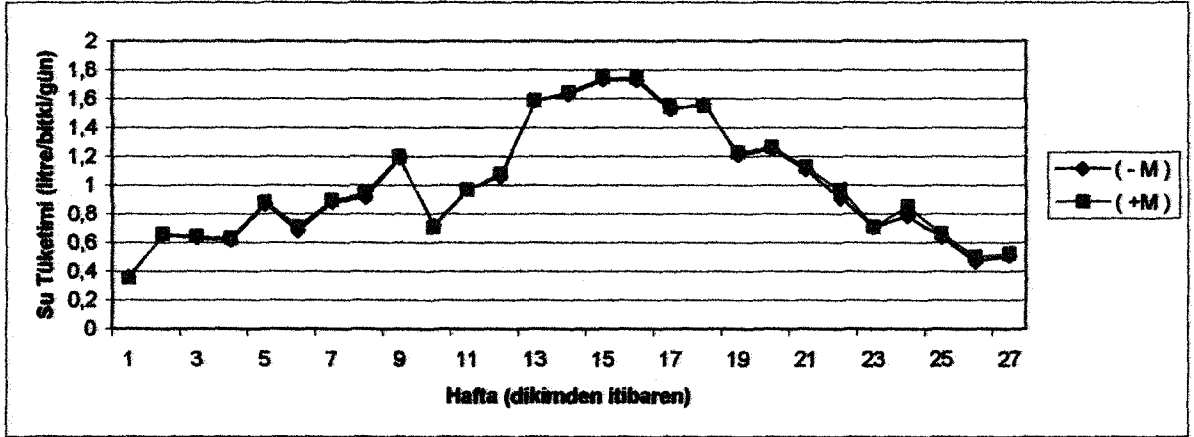
Şekil 4.4. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)



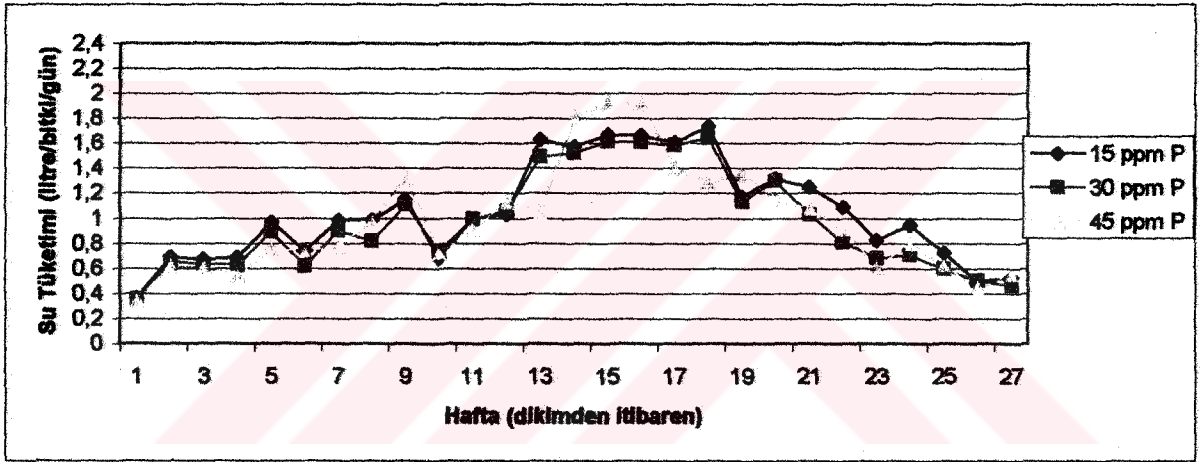
Şekil 4.5. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)



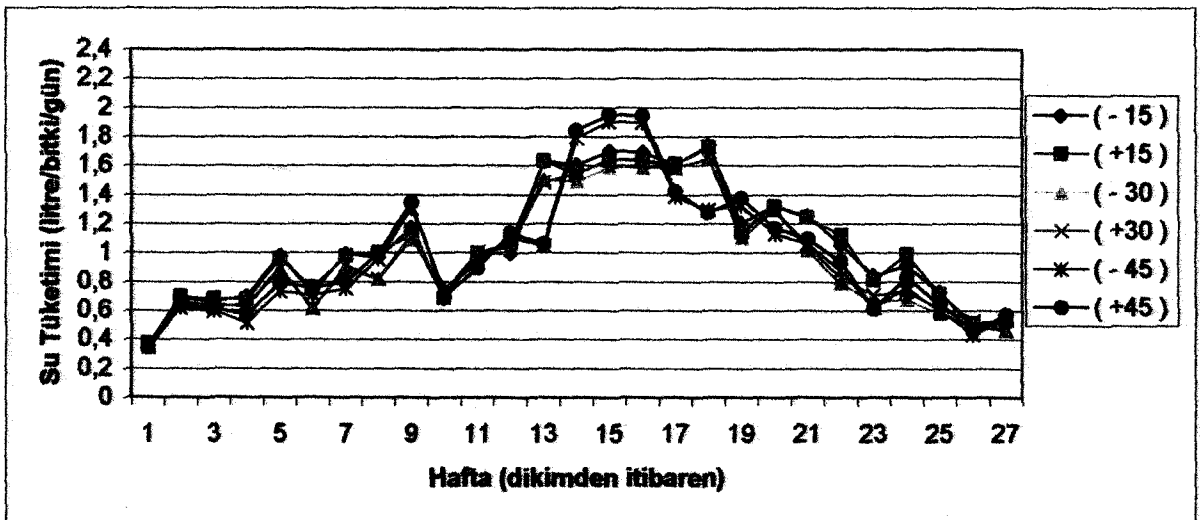
Şekil 4.6. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (2. yıl)



Şekil 4.7. Mikoriza uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3. yıl)



Şekil 4.8. Fosfor uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3. yıl)



Şekil 4.9. Mikoriza x P uygulamasının bitki su tüketimi (litre/bitki/gün) üzerine etkisi (3. yıl)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Üç yıllık sonuçları içeren bu çalışmada, her yıl yaklaşık 255 günlük bir vejetasyon süresince patlıcan yetiştiriciliği gerçekleştirilmiştir. Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nde topraksız tarım konusunda yapılan ilk çalışma olmakla birlikte, verim ve ürün kalitesi bakımından ekonomik anlamda oldukça tatminkâr sonuçlar alınmıştır. Uygulamalara bağlı pazarlanabilir verimin birinci yılda 10,16-13,54 t/da, ikinci yılda 16,52-18,71 t/da, üçüncü yılda ise 11,16-14,50 t/da arasında değiştiği saptanmıştır. Bölümümüzde önceki yıllarda, örtü altında geleneksel tarzda toprakta yapılan patlıcan yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalarda, elde edilen pazarlanabilir verim değerleri 5,39-14,24 t/da arasında gerçekleşmiştir (Yılmaz ve Yazgan, 1998a; 1998b). Denemenin yürütüldüğü Tokat merkez ilçede açıkta patlıcan yetiştiriciliğinde ise ortalama verim 4,0 t/da (Anonymous, 2004a)'dır. Çalışmamızda ulaşılan verim değerlerinin yüksek oluşunun, denemeler süresince herhangi bir hastalık ve ciddi zararlı sorunu ile karşılaşılma olmaması, topraksız tarımın gereği olarak sulama ve gübrelemenin düzenli olarak gerçekleştirilmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Farklı sebze türlerinin üretiminde, geleneksel tarzda toprakta yapılan yetiştiricilik ile topraksız yetiştiriciliği karşılaştıran bir çok araştırmacı, topraksız yetiştiricilikte daha fazla verim aldıklarını bildirmektedirler (Özgür, 1991; Gül ve Sevgican, 1992b; Abak ve ark., 1994; Demirel ve ark., 1998; Çelikel, 1999; Çelikel ve Çağlar, 1997; Aydoğan, 2000; Pivot et al., 2000; Rouphael et al., 2004). Topraksız ortamlarda patlıcan yetiştiriciliği konusunda çalışan Çelikel (1999) de topraksız ortamlarda verimin 8.32 ile 12.80 kg/m² arasında değiştiğini bildirmektedir. Bu sonuçlar da, elde ettiğimiz verim değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Topraksız tarım, bitki yaşamı için gerekli olan su ve besin elementlerinin gereken miktarlarda kök ortamına verilmesi esasına dayalıdır (Jones, 1983; Winsor & Schwarz, 1990; Resh, 1991), ve bitki besleme amacıyla genelde kimyasal kaynaklar kullanılmaktadır. Van Os (2000) topraksız tarımın verim ve kalite artışı sağlaması, toprak kaynaklı hastalık etmenlerini elimine etmesi gibi önemli avantajları yanında; kaliteli su kullanımını gerektirmesi ve gübreleme masraflarını artırması gibi dezavantajlarının bulunduğunu bildirmekte, açık sistemlerde atılan besin çözeltisinin çevre kirliliğine yol

açtığına dikkat çekmektedir. Bu nedenle topraksız tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması için, kullanılan ve atılan element miktarlarının azaltılması gerekmektedir.

Mikoriza mantarları ile bitkiler arasındaki ilişkileri incelemek üzere yapılan çalışmalar, bilinçli bir şekilde yapılan mikoriza uygulamasının bitkinin besin elementi alımını ve bitki sağlığını pozitif yönde etkileyerek bitki gelişimini önemli düzeyde artırdığını ortaya koymuştur (**Demir, 1995**). Mikoriza kullanımı ile başta fosfor olmak üzere kimyasal gübre kullanımının azaltılabileceği bildirilmektedir (**Arcak ve Güder, 2004**). Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada topraksız tarımda sürdürülebilirliği sağlamak üzere mikorizal mantarlardan faydalanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı fosfor düzeylerinde pomza ortamına mikoriza aşılmasının, patlıcanda bitki gelişimi, verim, su ve element tüketimi, atılan ve kaldırılan element miktarı üzerine etkileri araştırılmıştır. Aşağıda da açıklandığı gibi, topraksız ortamda patlıcan yetiştiriciliğinde mikorizal mantarların genel olarak olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Özellikle denemenin ilk yılında bu olumlu etki daha bariz bir şekilde ortaya çıkmıştır. İkinci deneme yılında bu etkinin çok düşük düzeyde kalması ve bazı parametrelerde ise ters etki gözlenmesi üzerine deneme üçüncü kez tekrarlanmış ve üçüncü yıl elde edilen sonuçların, genelde ilk yıl sonuçları ile paralellik gösterdiği saptanmıştır.

Her üç deneme yılında da fide yetiştirme döneminde + mikoriza uygulaması; fide boyunu, kök uzunluğunu, gövde kalınlığını, yaprak sayısını, gövde yaş-kuru ağırlığını ve kök yaş-kuru ağırlığını kontrole göre artırmıştır. Sebze fidesi yetiştiriciliğinde, özellikle soğuk dönemde, fideler ortamda mevcut besin elementlerinden yeterince faydalanamamakta ve fidelerde besin elementi noksanlıkları ortaya çıkmaktadır. Patlıcan tohumlarının optimum çimlenme sıcaklığının 19-26 °C arasında değiştiği ve patlıcan bitkisinin düşük toprak sıcaklığına da hassas olduğu bildirilmektedir (**Sevgican, 1999b**). Minimum 18 °C ve optimum 20 °C toprak sıcaklığı istemektedir (**Smith, 1981**). Özellikle fide ortamının sıcaklığı istenilen derecelerin altında ise, kök gelişmesi açısından fide döneminde fosforlu sıvı gübre uygulanması gerektiğine dikkat çekilmektedir (**Sevgican, 1999b**). Tohum ekimini 1 Mart tarihinde yaptığımız dikkate alınır ise, + mikoriza uygulamasının, fidelerin özellikle soğuk ortam koşullarına toleransını artırma yolu ile fide gelişimine olumlu etki yapması beklenen bir sonuçtur. VAM, bitki gelişimini özellikle

bitki besin elementlerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir ve bu teşvik, simbiozise sahip köklerin topraktan kantitatif olarak, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerini daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır (Demir, 1995; Ortaş, 1997; Smith et al., 1992). Mikoriza uygulamasının fide gelişimini artırdığına dair bulgularımız Araujo et al. (1997), Çığsar ve ark. (2000), ve Aydın ve Ortaş (2001)'in sonuçlarını desteklemektedir.

Yüksek oranda kök infeksiyonunun elde edildiği birinci ve üçüncü deneme yıllarında kök infeksiyon değerleri, tüm inceleme (söküm) tarihlerinde ikinci yıl değerlerinin 4-5 katı yüksek olmuştur. Bu durumun; birinci ve üçüncü deneme yıllarında spor sayımı yapılmış olan mikorizalı materyalin 1000 spor/bitki olacak şekilde kullanılmasına karşın, ikinci yılda spor sayımı yapılmamış inokulumun kullanılmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Üç yılda da vegetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonu önemli düzeyde artmış, besin çözeltisinin P dozu arttıkça kök infeksiyonu azalmıştır. Bolan (1991) ve Ortaş (1998), ortamın P düzeyi arttıkça mikorizal fungus aktivitesinin azalma göstereceğini, Demir (1995) ise iyi bir kök infeksiyonu için ortamın besin elementi içeriğinin (özellikle P bakımından) zayıf olması gerektiğini bildirmektedirler. Denemede uygulanan besin çözeltisinin fosfor içeriğinin artmasına karşın kök infeksiyonunda görülen azalma, köklerdeki VAM fungus kolonizasyonunun düşük P konsantrasyonlarında daha iyi olduğunu bildiren Gryndler and Lipavsky (1995); Aguilera-Gomez et al. (1999); White and Charvat (1999); Davies et al. (2000); Charron et al. (2001a); Linderman and Davis (2004)'in sonuçları ile uyum içerisindedir.

+ mikoriza uygulaması, denemenin ilk yılında dönem boyunca bitki kısımlarının P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn içeriklerini ve buna bağlı olarakta, bitki kısımları ile kaldırılan element miktarlarını kontrole göre artırmıştır. İkinci yılda ise, genel olarak mikoriza uygulaması besin elementi alınımı üzerine pek etkili olmamıştır. Bu yılda mikorizanın olumlu etkisine sadece son analiz zamanında gövdenin Mg ve Zn içeriği, meyvenin ise Fe içeriği değerlerinde rastlanırken, son analiz tarihinde yaprakların P içeriği, ilk analiz tarihinde gövdenin P ve Ca içeriği değerleri kontrol bitkilerinde daha yüksek bulunmuştur. Mikoriza uygulamasının kaldırılan element miktarı üzerine olumlu etkisi ise, son analiz zamanında yapraklar için K ve Mg, gövde için Mg ve Zn, meyve için Fe elementlerinde

söz konusu olurken, ilk analiz zamanında gövde ile kaldırılan toplam P, K, Ca ve Fe miktarları mikoriza uygulaması ile azalma göstermiştir. İkinci yılda kök infeksiyonunun oldukça zayıf olması bu durumu açıklamaktadır. Köklerin mikoriza ile iyi infekte olamaması durumunda, mikorizal infeksiyon bitkiye besin elementi sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketerek yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir (Bolan, 1991). Denemenin üçüncü yılında, ilk yıldaki seviyede bir kök infeksiyonu sağlanmış olmasına rağmen, bitkiler tarafından element alınımı üzerine mikoriza uygulamasının olumlu etkisi, birinci ve ikinci yıl etkilerinin arasında bir seviyede gerçekleşmiştir. Ortaş (1998) kök infeksiyon oranının besin elementi alımında tek başına zayıf bir parametre olduğunu ve birim hif başına alınan besin elementi miktarının daha çok; hif kalınlığı, toplam hif uzunluğu, mikorizosfer veya hifirizosfer bölgesinde asit fosfataz salgıları gibi faktörler tarafından yönlendirildiğini bildirmektedir. Bazen bitki mikoriza mantarı ile infekte olduğu halde besin elementi alamıyorsa veya yetersiz besin elementi taşıması yapıyorsa bunun nedenleri; zayıf hif oluşumu, hifler ve arbusküller aracılığı ile besin elementi taşımasının az olması gibi faktörlerdir.

Mikorizal fungusların toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerinin, özellikle de fosforun alımını 3-4 kat artırdığı, kontrollü koşullarda yapılan denemelerle belirlenmiştir. Rizosfer teknikleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, VAM ile infekte olmuş bitkilerin almış oldukları P'un %80'i, N'un %25'i, K'un %10'u, Zn'nun %25'i ve Cu'nun %60'ının mikoriza hiflerinin aracılığı ile alındıkları rapor edilmiştir. Ayrıca mikoriza infeksiyonunun, Ca, S, Fe, Mn, Al, Zn, Cu ve B alımını kontrol ettiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Gnekow and Marschner, 1989; Bolan, 1991; Ortaş, 1997; Ortaş, 1998; Onoğur ve Demir, 1998).

Ortaş ve Akpınar (2004), toprakta düşük P içeriği durumunda bazı bitki türlerinin P'dan daha iyi yararlanmak için mikoriza mantarı ile simbiyotik yaşam oluşturarak doğal adaptasyon mekanizmaları geliştirdiklerini bildirmektedirler. Aralarında patlıcanında bulunduğu bu türler, mikoriza ile iyi infekte olmakta ve bunun sonucu olarak, P, K, N, Ca, Mg, Zn ve Cu alımını artırmaktadırlar (Clark and Zeto, 2000). Ortamda bulunan besin elementlerinin alımı, yoğun mikorizal hifler sayesinde daha fazla artmaktadır (Ortaş, 1998). Besin elementlerinin alınımında VAM funguslarının rolü üzerine çeşitli araştırmalar

yapılmıştır. Araştırmaların çoğunda, bu besin maddelerinin konukçu bitkiye doğru alınımının arttığı tespit edilmiştir. Mikoriza ile infekte olmamış bitkiler kök bölgesinin ancak 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile infekte olmuş bitkiler hifler aracılığı ile 11 cm uzaktaki fosforu alabilmektedir (Li et al., 1991; Marschner and Dell, 1994).

Sasai (1991) mısır, soya fasulyesi, domates ve havuçta P; Edathil et al. (1996) domateste N ve P; Araujo et al. (1997) domateste, Aguilera-Gomez et al. (1999) ve Olsen et al. (1999b) biberde P; Bayram (2000) asmada P ve K; Çığsar ve ark. (2000) hıyarda P, Zn, ve Mn; Liu et al. (2000) mısırdan Zn ve Cu; Mehrevan et al. (2000) üçgülde P ve Zn; Gök ve ark. (2001) soya fasulyesinde P; Korkmaz ve ark. (2001) buğdayda P ve Zn; Charron et al. (2001b) soğanda P, N, ve Zn; Akpınar ve ark. (2002) buğdayda Zn, Cu ve P; Suzuki et al. (2000) marigold bitkisinde Fe ve Zn; Ortaş ve Sarı (2003) mısırdan N, P, K, Zn ve Mn; Ryan and Angus (2003) buğday ve bezelyede Zn alınımında mikorizanın olumlu etkisi olduğunu bildirmektedirler. Bu bilgiler, denememizde mikoriza uygulaması ile bitkiler tarafından besin elementi alınımında meydana gelen artışları desteklemektedir.

Bitki kökünde mikorizal kolonizasyon oluşuktan sonra, kök korteksi içerisinde hem hücreler arası boşlukta hem de hücre içi boşluklarda önce misel oluşmakta ve daha sonrada misellerden vesikül ve arbusküller meydana gelmektedir. Vesiküller spor formuna dönüşerek fungusun soyunu devam ettirmesine yardımcı olmakta, ayrıca alınan besin elementlerini gerektiğinde kullanılmak üzere depo etmektedir. Hücre içerisinde oluşan arbusküller ise besin maddelerini bitki dokularına aktarmaktadırlar. Miseller yardımıyla ortamdan bitki kökü içerisine taşınan besin maddeleri arbusküllerden geçerek vesiküllerde depo edilmektedirler. Sonuçta mikoriza bitki beslenmesini ve buna bağlı olarak ta bitki gelişimini de artırmaktadır (Özcan ve Taban, 2000). Bizim çalışmamızda da, + mikoriza uygulamasının bitki gelişimi üzerine olumlu etkisi, birinci ve üçüncü yılda daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. İkinci yılda bu etkinin pek görülememesinin, bu yıldaki zayıf kök infeksiyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir. Yaptığımız çalışmada, mikorizanın bitki gelişim parametrelerinde meydana getirdiği olumlu etki, değişik oranlarda gerçekleşmiştir. Mikoriza ile kök uzunluğunda %6-11, kök yaş ağırlığında %14-15 ve kök kuru ağırlığında

ise %12-40 oranında artış elde edilmiştir. **Hashem (1995)** *Vaccinium macrocarpon* Ait. (cranberry)'da, **Aguilera-Gomez et al. (1999)** biberde, **Çetiner ve ark. (1999)** mısırd, **White and Charvat (1999)** su bitkilerinde, **Gaur and Adholeya (2000)** mısırd, **Ortaş ve ark. (2002b)** turunçgillerde, **Sayılıkan (2003)** hiyarda ve **İkiz (2003)** biberde köklerdeki mikorizal enfeksiyona bağı olarak kök ve sürgün ağırlığının arttığını bildirmektedirler. Mikorizal enfeksiyonun kök gelişiminde meydana getirdiği bu pozitif etkiler, doğal olarak diğer bitki gelişim parametrelerini de etkilemiştir. Mikoriza uygulaması gövde uzunluğunu %11-14, gövde çapını %4-9, bitki uzunluğunu %7, gövde yaş ağırlığını %14-15, gövde kuru ağırlığını %12-40, yaprak yaş ağırlığını %13-20, yaprak kuru ağırlığını %14-36, toplam meyve yaş ağırlığını %13-16 ve toplam meyve kuru ağırlığını %13 oranında artırdığı saptanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar, **Araujo et al. (1997)**, **Matsubara et al. (1995)** ve **Edathil et al. (1996)**'ın domatesde; **Waterer and Coltman (1989)**'ın domates ve soğanda; **Sreenivasa (1993)**'nın sos biberinde; **Zarate (1991)**'e atfen **Çığsar (1997)** tarafından patlıcanda, **Onoğur ve Demir (1998)**'ın patlıcan, kavun, ayçiçeği ve tütünde; **Shulin et al. (1998)**'ın patlıcan ve hiyarda; **Liu et al. (2000)**'ın mısırd; **Karagiannidis et al. (2002)**'ın patlıcan ve domateste mikorizanın bitki gelişimine etkisi bakımından bildirdiği sonuçlar ile uyum içersindedir.

Fosfor dozu arttıkça genel olarak bitki gelişimi de artmıştır. **Waterer and Coltman (1989)** soğanlara uygulanan fosfor dozunun artışına bağı olarak bitki toplam yaş ağırlığının arttığını bildirmektedir. Benzer şekilde **Davies and Linderman (1991)** ve **Davies et al. (2000)** biberde ve **Bamyacıoğlu (1998)** ise karpuzda uygulanan fosfor dozundaki artış ile orantılı olarak bitki gelişim parametrelerinin de arttığını saptamışlardır.

Bitki gelişimi üzerine mikoriza ve fosfor uygulamalarının birlikte etkisi incelendiğinde; mikorizalı düşük fosfor dozlarında elde edilen bitki gelişim değerlerinin, mikorizasız yüksek fosfor dozlarındaki bitki gelişim değerlerinden bazı dönemlerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu etki; kazık kök sayısı için 20 Haziran ve 30 Temmuz'da; kök uzunluğu için 3 Haziran, 18 Ekim ve 29 Ekim'de; kök yaş ağırlığı için 10 Ağustos'ta; kök kuru ağırlığı için 10 Ağustos, 17 Eylül ve 29 Ekim'de; gövde yaş ağırlığı için 10 Ağustos'ta; gövde ve kök kuru ağırlığı için 22 Haziran, 10 Ağustos, 17 Eylül ve 29 Ekim'de; toplam yaprak yaş ağırlığı için 1 Kasım'da; yaprak kuru ağırlığı için 10 Ağustos,

17 Eylül, 18 Ekim ve 1 Kasım'da; toplam meyve yaş ağırlığı için 13 ve 30 Temmuz'da, gövde uzunluğu için 3 Haziran'da, gövde çapı için 3 Haziran ve 29 Ekim'de, bitki uzunluğu için ise 22 Haziran'da bariz bir şekilde açığa çıkmıştır. **Davies et al. (2000)** azaltılmış fosfor şartlarında, AM fungusunun biber bitkisinin vegetatif ve generatif gelişimini artırdığını belirtmektedirler. Mikoriza uygulanan bitkilerin düşük fosfor düzeyindeki gelişmelerinin, mikorizasız bitkilerle karşılaştırıldığında, orta düzey fosfor sonuçlarıyla benzerlik gösterdiğine dikkat çekmişlerdir. **Araujo et al. (1997)** domateste benzer sonuçlar elde etmiştir.

Üç deneme yılında da, mikoriza uygulaması ile erkenci, toplam ve pazarlanabilir verim değerlerinde artış meydana gelmiştir. Ancak bu artışlar, erkenci verim için üçüncü deneme yılında, toplam ve pazarlanabilir verim için ise ilk deneme yılında istatistiksel önem düzeyinde olmuştur. Mikoriza uygulaması ile ağırlık ve sayı olarak erkenci verimde kontrole göre meydana gelen artış, sırasıyla %16 ve 12 düzeyinde gerçekleşmiştir. Orta düzeydeki fosfor dozu (30 ppm), gösterdikleri değerler açısından aralarında fark olmayan düşük ve yüksek dozlara (15 ve 45 ppm) kıyasla ağırlık ve sayı olarak erkenci verimi, yine sırasıyla %21 ve 18 oranında artırmıştır. Mikoriza uygulaması ile, **Charron et al. (2001a)** soğanda, **Shulin et al. (1998)** ve **Çetiner ve ark. (1999)** ise hıyarda erkencilik elde ettiklerini bildirmektedirler.

Birinci yılda + mikoriza uygulaması ile ağırlık ve sayı olarak verimde meydana gelen artış, toplam verimde sırasıyla %15 ve 9, pazarlanabilir verimde ise yine sırasıyla %19 ve 26 düzeyinde gerçekleşmiştir. + mikoriza uygulamasında – mikoriza uygulamasına kıyasla, toplam verim 15, 30 ve 45 ppm P dozlarında sırası ile %22.8, 15.7 ve 7.01 oranında artış göstermiştir. İkinci yılda toplam verim üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi önemli olmadığı gibi, uygulamaların birlikte etkisine bakıldığında, mikoriza uygulaması ile kontrole kıyasla sağlanan verim artışları bakımından P dozları arasında fark gözlenmemiş, + mikoriza uygulamasının ortalama %4,63 (15, 30 ve 45 ppm için sırası ile %4.36, 4.26, 5.28) oranında artışa yol açtığı saptanmıştır. Üçüncü yılda, parseldeki tüm bitkilere ait toplam verim değerleri arasında istatistiksel önem düzeyinde fark görülmemesine karşın, kaldırılan element miktarlarını belirlemek üzere sökülen bitkilerin meyve veriminin + mikoriza uygulamasında (4812,61 g/bitki) kontrole (4257,55 g/bitki)

kıyasla %13 yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca toplam verim değerleri üzerine deneme faktörlerinin birlikte etkisi incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının – mikorizaya göre, 15 ppm P dozunda %14,58 ve 45 ppm P dozunda %2,34 artışa, 30 ppm P dozunda ise %6,10 oranında azalışa yol açtığı saptanmıştır. Birinci ve üçüncü yılda elde edilen sonuçlar, + mikoriza uygulamasının toplam verime etkisinin düşük P dozunda daha yüksek oranda gerçekleştiğini göstermektedir. **Şimşek ve ark. (1998)** domates, biber ve patlıcanda bitkilere verilen fosfor dozu arttıkça, mikoriza uygulaması ile meydana gelen verim artış oranının düştüğünü bildirmektedirler. Bu durum yüksek P konsantrasyonunda, mikorizal aktivitenin azalmasından kaynaklanmaktadır.

Mikoriza uygulaması ile verimde meydana gelen bu artışlar; yukarıda bahsedildiği gibi iyi bir mikorizal kolonizasyon ile besin elementi alımındaki artışlar ve bunlara bağlı olarak da, fide döneminden itibaren başlayan bitki gelişimindeki artıştan kaynaklanmaktadır.

Schnitzler (1996), topraksız kültürde domates yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması ile toplam meyve sayısında, ortalama meyve iriliğinde, birinci kalite, pazarlanabilir ve toplam verimde kontrole göre artış elde ettiğini bildirmektedir. **Al-Raddad (1987)** domates, patlıcan ve biberde; **Sreenivasa (1993)**, **Davies et al. (2000)** ve **İkiz (2003)** biberde, **Secilia and Bagyaraj (1994)** ve **Solaiman and Hirata (1997)** çeltikte; **Sarı ve ark.(2001)** domates, biber, patlıcan, hıyar karpuz, sarımsak ve tatlı mısırd; **Korkmaz ve ark. (2001)** ve **Akpınar ve ark. (2002)** buğdayda; **Yücel ve ark. (2001)** ve **Sayılıkan (2003)** hıyarda mikoriza uygulamasının toplam verimi artırdığını ifade etmektedirler. Bu bilgiler, denememizde mikoriza uygulaması ile meydana gelen verim artışını desteklemektedir.

Denemelerin ilk yılında, drenaj çözeltilisinin element içeriğinin + mikoriza uygulamasında kontrole kıyasla önemli derecede azaldığı saptanmıştır, bu etkinin ikinci yılda Zn; üçüncü yılda P, Fe ve Zn ile ilgili olarak bu etkinin devam ettiği saptanmıştır. Sezon boyunca bitki başına atılan element miktarları üzerine mikoriza uygulamasının esas etkisi Zn dışında istatistiksel önem düzeyinde olmamakla birlikte elde edilen sonuçlar oldukça ilginçtir. + mikoriza uygulamasının – mikorizaya kıyasla; atılan P, K, Ca, Mg, Fe,

Zn miktarını sırası ile, ilk yılda %25, 24, 24, 17, 29 ve 37; ikinci yılda %7, 1, 14, 5, 15 ve 22; üçüncü yılda ise %23, 10, 9, 8, 10 ve 16 oranında azalttığı belirlenmiştir. Mikoriza uygulamasının etkisinin daha net olarak ortaya çıktığı birinci ve üçüncü yıllarda, mikoriza uygulaması ve fosfor dozlarının birlikte etkisi incelendiğinde, + mikoriza uygulamasının – mikorizaya kıyasla; 15, 30 ve 45 ppm P dozu sırası ile; ilk yılda atılan P'u %26, 23, 30; K'u 14, 21, 36, Ca'u %12, 22, 39; Mg'u %3, 19, 31; Fe'i 15, 29, 43, Zn'yu %29, 36 ve 45 oranında azaltmıştır. Üçüncü yılda ise atılan miktarlar 15, 30 ve 45 ppm P dozu sırası ile şu şekilde azalmıştır: P %16, 15, 29; K %-1, 12, 18; Ca %4, 8, 15; Mg %4, 4, 15; Fe %1, 13, 16; Zn %24, 43 ve 59. Dikkat edilecek olur ise, + mikoriza uygulaması ile sağlanan atılan element miktarındaki azalış, artan fosfor dozlarında oransal olarak daha yüksektir. Ayrıca drenaj çözeltilisinin element içeriği üzerine mikoriza uygulamasının etkisi, bitkilerin element içeriği ve toplam kaldırılan element miktarı değerleri ile genel olarak ters orantılı olarak gerçekleşmiştir, ki bu beklenen bir sonuçtur.

Bitki başına günlük ortalama su tüketimi değerleri çan eğrisi şeklinde bir seyir izlemiştir. Bitkilerin büyümesine paralel olarak su tüketim miktarı düzenli bir şekilde artarak, hasadın en yoğun ve hava sıcaklıklarının da en yüksek olduğu dönemlerde en yüksek değere ulaşmıştır. Bu dönemden sonra, gerek düzenli olarak yapılan yaprak budamaları sonucu toplam yaprak alanının azalmaya başlaması, gerek hasat yoğunluğunun (meyve yükünün) gittikçe azalması ve gerekse de hava sıcaklığının düşmeye başlamasına bağlı olarak, su tüketimi azalmaya başlamıştır. Mikorizalı bitkilerde bitki başına günlük ortalama su tüketimi, genel olarak kontrol bitkilerine göre 0,01-0,11 litre civarında ve 15 ppm P dozunda ise diğer P dozlarına göre 0,01-0,4 litre civarında daha fazla olmuştur. Yine benzer şekilde 30 ppm P dozundaki su tüketimi de 45 ppm dozuna göre yüksek olmuştur. Özet olarak mikoriza uygulaması ile bitkilerin su tüketimi kısmen artırmış ve besin çözeltilisinin P konsantrasyonu arttıkça, bitkilerin su tüketimi azalmıştır.

Mikorizal infeksiyon bitkinin su alımını düzenlemekte (Ortaş, 1998), besin elementleri ve su alımını artırmaktadır (Ortaş ve Akpınar, 2004). Mikorizal hifler aracılığıyla yada mikorizanın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerine yaptığı değişikliklerden kaynaklanan kök büyümesi ve kılcal kök oluşumu sayesinde, bitkisinin su alımı artar. Morte et al. (2001), Halep çamında (*Pinus halepensis* Mill.) mikoriza

inokulasyonu sayesinde meydana gelen kök yüzey alanındaki artış ile, mikorizalı bitkilerin kontrole göre su alımlarının arttığını bildirmektedir. Bunlara ilave olarak VAM mantarlarının hifleri aracılığı ile bitkiye, kökün ulaşamadığı alanlardan su temin ederek bitkinin su stresine dayanımını artırdığı bilinmektedir (Ortaş, 1998). Elde ettiğimiz sonuçlar, bu bildirimleri desteklemektedir.

Besin çözeltisinin P konsantrasyonunun azalması ile orantılı olarak, bitkilerin su tüketiminin artması, su kullanım etkinliği ile alakalıdır. Su kullanım etkinliğini artıran en önemli faktörlerden biri de gübrelemedir (Sencar ve Gökmen, 1996). Bitki besin elementlerinin ortamda uygun seviyede bulunmaları halinde, bitkilerin su kullanım etkinliği artmaktadır. Eğer ortamda besin elementi konsantrasyonu yeterli değilse, bitki yeterli toplam besin elementi ihtiyacı için daha çok su kullanacaktır. Sencar ve Gökmen (1996), uygun gübreleme ile bitkilerin aynı miktarda kuru madde üretmek için sarf ettikleri su miktarının, gübresiz yetiştirilen bitkilere kıyasla büyük oranda azaldığını bildirmektedirler.

Elde edilen sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde, pomzada patlıcan yetiştiriciliğinde, tohum ekimi ve dikim aşamasında gerçekleştirilen mikoriza uygulaması ile su ve besin elementlerinin alınımının, bitki gelişimi ve veriminin artırılabilceği, atık element miktarının ise azaltılabileceği söylenebilir. Kullanımı birçok ülkede hızla yaygınlaşan ve gelişmiş ülkelerde ise oldukça yüksek oranlara ulaşmış olan topraksız tarım, ülkemiz toplam sera alanı içerisindeki payının oldukça düşük (%0,25) olmasına karşın, üreticilerimiz tarafından her geçen gün daha fazla ilgi görmektedir. Bu çalışmada, topraksız tarımda kimyasal gübre kullanımının ve dolayısı ile gübreleme masraflarının yüksek olması ve özellikle açık sistemlerde atılan besin çözeltisinin çevre kirliliğine yol açması gibi en önemli olumsuzlukların azaltılmasında mikorizal mantarlardan faydalanılabileceği ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılması, ülkemizde şu anda gelişme aşamasında olan topraksız tarımın çevre ile uyumlu tarzda gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Denemelerimizde vegetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında köklerdeki mikorizal infeksiyon önemli düzeyde artış göstermiş ve iyi bir kök infeksiyonu ile

bitkilerin besin elementi alımı artmıştır. Bu durumla ters orantılı olarak drenaj ile atılan element miktarı ise azalmıştır. Mikorizanın bitkide meydana getirdiği bu etkilerin uzantısı olarak, bitki gelişimi ve ona bağlı olarak ta verim artışı söz konusu olmuştur. Pomzada patlıcan yetiştiriciliği için 15 ppm P dozunun yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. + mikoriza uygulaması ile 15 ppm P dozunda kontrole (-15) kıyasla verim artışının %23'e çıkabileceği saptanmıştır. 45 ppm dozunda ise + mikoriza ile elde edilen verim artışı ancak %7'ye ulaşabilmektedir. Diğer yandan + mikoriza uygulamasının yüksek P dozunda atılan element miktarını azaltarak olumlu katkı sağlayabildiği ortaya konmuştur.

Tüm bu sonuçlar, topraksız tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Farklı fosfor dozlarının ele alındığı bu çalışma sonuçları, farklı mikoriza türü ve spor yoğunluğu kullanılarak yapılan benzer çalışma sonuçları ile entegre edilerek, diğer besin elementlerinin de topraksız kültürde kullanım miktarlarının azaltılabilmesi ve verim üzerine olası pozitif etkilerinin araştırılması bakımından yararlı olabilecektir. Ayrıca kullanılan ve atılan element miktarlarını azaltma etkinliğini artırmak üzere mikoriza uygulamalarının kapalı topraksız tarım sistemlerinde de denenmesi faydalı olacaktır. Bu çalışmanın ikinci yılında olduğu gibi mikoriza uygulamasının beklenen olumlu etkilerinin bazı durumlarda ortaya çıkmama olasılığı da bulunmaktadır. Bu nedenle mikoriza üretimi ve kullanımı optimize edilmeli, ticari mikoriza preperatlarının üretimi teşvik edilmeli ve bu preperatların doğru şekilde kullanımı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- ABAK, K., SEVGİCAN, A., ÇOLAKOĞLU, H., ERYÜCE, N., GÜL, A., BAYTORUN, N., ÇELİKEL, G., PAKSOY, M., 1994. Sera Tarımında Topraksız Yetiştirme Üzerinde Araştırmalar. Tübitak Projesi, Proje No: TOAG 884.
- ABBOTT, L.K., ROBSON, A.D., 1986. The effect of VAM on plant growth. VA mycorrhizae. Edit by Powell, C.L. and Bagyaraj, D.J., 114-126, CRC Pres, Boca Raton, Florida, USA.
- ABDEL-HALEEM, A.S., SROOR, A., EL-BHI, S.M., ZOHN, E., 2001. Heavy Metals and Rare Earth Elements in P Fertilizers Components Using Instrumental Neutron Activation Analysis. Applied Radiation and Isotopes, 55 : 569-573.
- AGUILERA-GOMEZ, L., DAVIES, F.T., OLALDE-PORTUGAL, V. DURAY, S.A., PHAVAPHUTANON, L., 1999. Influence of Phosphorus and Endomycorrhiza (*Glomus intraracides*) on Gas Exchange and Plant Growth of Chile Ancho Pepper (*Capsium annuum* L.) Photosynthetica, 36: 441-449.
- AKPINAR, C., ORTAŞ, İ., ÜSTÜNER, O., COŞKAN, A., KAYA, Z., 2001. The Effect of Various Mycorrhizal Species and Growth Media on Citrus Seedling Growth and Nutrient Uptake. Workshop on "Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Health in Agriculture." p. 52, June, 7-9, University of Çukurova, Adana, Turkey.
- AKPINAR, C., ORTAŞ, İ., KORKMAZ, A.A., 2002., Tarla Koşullarında Mikoriza ve Fosfor Uygulamasının Buğday Bitkisinin Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkisi. Ç.Ü. Z.F. Dergisi, 17 (3) : 41-50.
- ALAN, R., ZÜLKADİR, A., PADEM, H., 1994. The Influence of Growing Media on Growth, Yield And Quality of Tomato Grown Under Greenhouse Conditions. Acta Hort., 366 : 429-436.
- ALPARSLAN, M., GÜNEŞ, A., İNAL, A., 1998. Deneme Tekniği Kitabı. A.Ü.Z.F. Yayın no: 1501, Ankara.
- 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.
- ANONYMOUS, 1988. Patlıcan (TS 1255). Türk Standartları Enstitüsü. G.T.İ.P.07.01.81, Ankara.
- ANONYMOUS, 2001. Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete 07.12.2001.
- ANONYMOUS, 2004a. İstatistik Şube Verileri, Tarım İl Müdürlüğü, Tokat.

- ANONYMOUS, 2004b.** Bitki Yetiştiriciliği, Bitki Sağlığı ve Bitki Koruma. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, II. Tarım Şurası, III. Komisyon Raporu, 29 Kasım- 01 Aralık, Ankara.
- ANONYMOUS, 2004c.** faostat.fao.frg/faostat/form? collection = fertilizers&domain.
- ANONYMOUS, 2004d.** faostat.fao.frg/faostat/ form? collection = production.
- ARAUJO, A.P., ROSSIELLO, R.O P., SILVA, E.M.R., ALMEIDA, D.L., 1997.** Growth Analysis of Tomato Colonized With Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Hort. Abst., 67 (2) :167.
- ARCAK, S., GÜDER, N., 2004.** Biyolojik Gübrelemenin Sürdürülebilir Ekosistemdeki Önemi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim, 837-844, Tokat.
- ARIHARA, J., KARASAWA, T., 2000.** Effect of Previous Crops on Arbuscular Mycorrhizal Formation and Growth of Succeeding Maize. Soil Sci. Plant Nutr., 46 (1) : 43-51.
- ATAMAN, Y., 1988.** Saksı Kompostlarının Bazı Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları. Yayın no: 1082, Ankara
- AYDIN, A., ORTAŞ, İ., 2001.** The Effect of Mycorrhizal Inoculation on the Tomato Seedling Growth, Yield and Nutrient Uptake under the greenhouse Condition. Workshop on "Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Health in Agriculture." June 7-9 : 34, University of Çukurova, Adana, Turkey.
- AYDOĞAN, N., 2000.** Topraksız Kavun Yetiştiriciliğinde Torba özelliklerinin Bitki Gelişimi ve Kaliteye Etkileri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bil. Enst., İzmir
- AZAIZEH, H.A., MARSCHNER, H., RÖMHELD, V., WITTENMAYER, L., 1995.** Effect of a Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus and Other Soil Microorganisms on Growth, Mineral Nutrient Acquisition and Root Exudation Of Soil-Grown Maize Plants. Mycorrhiza, 5(5) : 321-327.
- BALAGUER, M.D., VICENT, M.T., PARIS, J.M., 1991.,** Utilisation of Pumice Stone as Support For The Anaerobic Treatment of Vinnasse with a Fluidized Bed Reactor. Environmental Technology, 12 : 1167-1173.
- BAMYACIOĞLU, Ö., 1998.** Karpuz Yetiştiriciliğinde VA Mikorizanın Bitki Gelişmesi, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Ç.Ü. Fen. Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Adana.

- BAŞ, T., 1991.** Organik ve İnorganik Orijinli Bazı Maddelerin Yetiştirme Ortamı Olarak Sera Hıyar Üretiminde Kullanılabilir Olanakları. Doktora tezi, Ege Üniv., Fen Bil. Enst., İzmir.
- BAYRAKLI, F., 1987.** Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 17, 133-134
- BAYRAM, A., 2000.** Bazı Mikoriza Türlerinin Amerikan Asma Anacı Fidanlarının Kök ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. KSÜ.Fen Bil.Enst., Konya.
- BEN-OLIEL, G., KAFKAFİ, U., 2002.** Melon Fruit Quality as Affected by Timing, Duration, and Concentration of Phosphate and Nitrogen Sources in Recycled Hydroponic System. *Journal of Plant Nutrition* 25 (7) : 1563-1583.
- BERG, E.S., EATON, G.K.Ş., AYRES, M.P., 2001.** Augmentation of AM Fungi Fails to Ameliorate the Adverse Effects of Temporal Resource Variation on a Lettuce Crop. *Plant and Soil*. 236:251-262.
- BOLAN, N.S, 1991.** A Critical Review on The Mycorrhizal Fungi in The Uptake of Phosphorus by Plants. *Plant and Soil*, 134 : 189-207.
- CAMEL, S.B., FERRERA-CERRATO, R., FRANSON, R.L., BROWN, M.S. BETHLENFALVAY, G.J., 1991.** Growth of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Mycelium Through Bulk Soil. *Soil Science Society of American Journal*, 55 : 389-393.
- CHARRON, G., FURLAN, V., BERNIER-CARDOU, M., DOYON, G., 2001a.** Response of Onion Plants to Arbuscular Mycorrhizae. 1.Effects of Inoculation Method and Phosphorus Fertilization on Biomass and Bulb Firmness, *Mycorrhiza*, 11 : 187-197.
- CHARRON, G., FURLAN, V., BERNIER-CARDOU, M., DOYON, G., 2001b.** Response of Onion Plants to Arbuscular Mycorrhizae. 2.Effects of Nitrogen Fertilization on Biomass and Bulb Firmness, *Mycorrhiza*, 11 : 145-150.
- CLARK, R.B., ZETO, S.K., 2000.** Mineral Acquisition by Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (7) : 867-902.
- ÇELİKEL, G., 1998.** Topraksız Kültürde Domates Yetiştiriciliğinde Ortamların Kullanım Sürelerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu, 42-47, Eylül, Tokat.
- ÇELİKEL, G., 1999.** Influence of Re-Using Substrates on Yield And Earliness of Eggplant in Soilless Culture. *Acta Hort.* 491 : 357-361.
- ÇELİKEL, G., ABAK, K., 1995a.** Topraksız Tarımla Yetiştirilen Domateslerde Ürün Kalitesi. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi., 3-6 Ekim, 37-40, Adana.

- ÇELİKEL, G., ABAK, K., 1995b.** Farklı Substratlarda Topraksız Kültürde Yetiştirilen Patlıcanda Verim, Erkencilik ve Kalite. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi., 3-6 Ekim, 126-130, Adana.
- ÇELİKEL, G., ÇAĞLAR, G., 1997.** The Effects of Re-using Different Substrates on the Yield and Earliness of Cucumber on Autumn Growing Period. Proceedings of the First International Symposium on Cucurbits. 20-23 May, Adana, Turkey.
- ÇELTEK, M., 1992.** Topraksız Kültür Ortamında Kullanılabilecek Harç Materyallerinin Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. , İzmir.
- ÇETİNER, B., SARI, N., ORTAŞ, İ., ABAK, K., 1999.** VA Mikoriza Uygulamalarının Tatlı Mısırdaki P ve Zn Alımı ile Verim ve Koçan Özellikleri Üzerine Etkileri. Türkiye II: Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 969-973, Ankara.
- ÇİĞSAR, S., 1997.** Hıyarda Vesiküler - Arbusküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Verim Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- ÇİĞSAR, S., SARI, N., ORTAŞ, İ., 2000.** Hıyarda Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın Bitki Büyümesi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkileri. Turk Journal of Agriculture and Forestry, 24 : 571-578.
- DAVIES, F.T. Jr., LINDERMAN, R.G., 1991.** Short Term Effects of Phosphorus and VA Mycorrhizal Fungi on Nutrition, Growth and Development of *Capsicum annum* L., Scientia-Horticulturae, 45 (3-4) : 333-338.
- DAVIES, F.T.Jr., OLALDE-PORTUGAL, V., ALVARADO, M.J., ESCAMILLA, H.M., FERRERA-CERRATO, R.C., ESPINOSA, J.I., 2000.** Alleviating Phosphorus Stress of Chile Ancho Pepper (*Capsicum annum* L. 'San Luis) by Arbuscular Mycorrhizal Inoculation. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 75(6) : 655-661.
- DAVIS, E.A., 2003.** Arbuscular Mycorrhiza and Growth Responses of Several Ornamental Plants Grown in Soilless Peat-Based Medium Amended With Coconut Dust (Cair), Horttechnology, 13 (3) : 482-487.
- DEHNE, H.W., 1982.** Interactions Between Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Pathogens.
- DEMİR, S., 1995.** Bitkilerde Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza Oluşumu ve Bunun Bitki Besleme ve Bitki Korumadaki Önemi. Doktora Semineri. E.Ü. Fen Bil. Enst., İzmir.
- DEMİR, Y., UZUN, S., CEMEK, B., 2001.** Sonbahar Turfandacılığında Isıtmasız Seralarda Farklı Torba Kültürlerinde Ortam Sıcaklığı ile Bitki Büyüme, Gelişme ve Verim İlişkileri. 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu, 97-102, 5-7 Eylül, Fethiye-Muğla.

- DEMİR, Y., YALÇIN, H., 2004.** Dünya’da ve Türkiye’de Fosfat Rezervlerinin Genel Durumu. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim, 79-88, Tokat.
- DEMİRER, T., MÜFTÜOĞLU, N.M., ÖZTOKAT, C., 1998.** Toprak, Dere Kumu, Perlit, Pomza Taşı ve Odun Talaşında Yetiştirilen Hıyar Bitkisinin Verim ve Kelite Kriterlerinin Karşılaştırılması. Ege Böl. I. Tarım Kongresi, 1 : 195-200.
- DİNÇ, U., GEZEREL, Ö., ÇEVİK, B., KAŞKA, N., 1978.** Sera koşullarında Kullanılan Volkan Tüfleri ve Organik Toprak Materyallerinin Domateste Erkencilik, Verim ve Kaliteye Olan Etkileri üzerinde Ön Denemeler. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı, 9 : 4, Adana.
- DİNÇ, U., GEZEREL, Ö., ÇEVİK, B., KAŞKA, N., 1983.** A Preliminary Study on the Effect of Volcanic Ash And organic Soil for Early Production, Yield and Quality of Tomatoes. Acta Hort. 150: 277-281.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., GÜRBÜZ, F., 1987.** Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın no:1021, Ankara.
- EDATHIL, T.T., MANIAN, S., UDAIYAN, K., 1996.** Interaction of Multiple VAM Fungal Species on Root Colonization, Plant Growth and Nutrient Status of Tomato Seedlings (*Lycopersicon esculentm* Mill.). Agriculture, Ecosystems and Environment 59: 63-68.
- EKİZ, H., BOYACI, H.F., 2001.** Pepper and Eggplant Varities in Greenhouses on the Coast of Mediterranean in Antalya. XIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant, p. 241-243, Antalya- Turkey.
- ELTEZ, R.Z., GÜL, A., TÜZEL, Y., 1994.** Effect of various Growing Media on Eggplant and Pepper Seedling Quality. Acta Horticulture 366 : 257-264.
- ELTROP, L., MARSCHNER, H., 1996.** Growth and Mineral Nutrition of Non-Mycorrhizal and Mycorrhizal Norway Spruce (*Picea Abies*) Seedlings Grown in Semi-Hydroponic Sand Culture . 2. Carbon Partitioning in Plants Supplied With Ammonium or Nitrate, New Phytologist, 133 (3) : 479-486.
- GALVEZ, L., DOUDS, D.D., DRINKWATER, L.E., WAGONER, P., 2001.** Effect of Tillage and Farming System Upon VAM Fungus Populations and Mycorrhizas and Nutrient Uptake of Maize. *Plant and Soil* 228, 299-308.
- GAO, H., CHEN, G., HAN, L., LIN, H., 2004.** Calcium Influence on Chilling Resistance of Grafting Eggplant Seedlings. Journal of Plant Nutrition, 27 (8) : 1-13.
- GAUR, A., ADHOLEYA, A., 2000.** Effects of The Particle Size of Soil-Less Substrates Upon AM Fungus Inoculum Production. Mycorrhiza, 10 : 43-48.

- GNEKOW, M.A., MARSCHNER, H., 1989.** Role of VA-Mycorrhiza in Growth and Mineral Nutrition of Apple (*Malus pumila* var. *domestica*) Rootstock Cuttings. Plant and Soil. 119: 285-293.
- GÖK, M., ÇOŞKAN, A., ORTAŞ, İ., 2001.** The Effect of Rhizobium and Mycorrhiza Inoculation Soybean Growth, Nodulation and Mycorrhizal Infection. Workshop on "Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Health in Agriculture." June 7-9 : 59, University of Çukurova, Adana, Turkey.
- GREIPSSON, S., EL-MAYAS, H., 2002.** Synergistic effect of soil pathogenic fungi and nematodes reducing bioprotection of Arbuscular mycorrhizal fungi on the grass *Leymus arenarius*. *Bio Control*, 47, 715-727.
- GRYNDLER, M., LIPAVSKY, J., 1995.** Effect of Phosphate Fertilization on The Populations of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Rostlinna Vyroba*. 1, 41 (11) : 533-540.
- GRYNDLER, M., VEJSADOVA, H., VANCURA, V., 1992.** The Effect of Magnesium-ions on The Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection of Maize Roots, *New Phytologist*. 122 (3) : 455-460.
- GÜL, A., 1991.** Topraksız Kültür Yöntemiyle Yapılan Sera Domates Yetiştiriciliğine Uygun Agregat Seçimi Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Enst., İzmir.
- GÜL, A., 1992.** Topraksız Sebze Yetiştiriciliğinde Perlit Kullanımı. Türkiye I. Tarımda Perlit Sempozyumu, 222-227, 29-30 Haziran, İzmir.
- GÜL, A., 1995.** Sera Hıyar Yetiştiriciliğinde Topraksız Ortamların Kullanım Süresinin Verime Etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi., 3-6 Ekim, 181-185, Adana.
- GÜL, A., SEVGİCAN, A., 1992a.** Topraksız Ortamların Sera Marul Yetiştiriciliğine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi., 13-16 Ekim, 311-313, İzmir.
- GÜL, A., SEVGİCAN, A., 1992b.** Topraksız Ortamların İlkbahar Sera Domates Yetiştiriciliğine Uygunluğu. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 13-16 Ekim , 331-334, İzmir.
- GÜL, A., SEVGİCAN, A., 1992c.** Topraksız Ortamların Sera Hıyar Yetiştiriciliğine Uygunluğu. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 13-16 Ekim, 377-380, İzmir.
- GÜL, A., SEVGİCAN, A., 1994.** Suitability Of Various Soilless for Media for Long-Term Greenhouse Growing. *Acta Hort*. 366, 437-444.

- GÜL, A., SEVGİCAN, A., KILINÇ, N.A., 1996.** Sera Hıyar Üretiminde Fraklı Yetiştirme Ortamlarının Meyve Kalitesine Etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu. 7-10 Mayıs, 393-398, Şanlıurfa.
- GÜL, A., TÜZEL, Y., SEVGİCAN, A., OKUR, B., ANAÇ, D., TÜZEL, İ.H., TUNCAY, Ö., ELTEZ, R.Z., YAĞMUR, B., ONGUN, A.R., DUYAR, H., MERİÇ, M.K., ÖZTAN, F., AYKUT, N., GÜLÇİN, H., 2000.** Tahtalı Barajı Koruma Havzasındaki Seralarda Topraksız Tarım Tekniğinin Kullanımı. Tübitak Projesi, TARP-2580-2.
- GÜLER, S., 2004.** Dünya'da ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre. 11-13 Ekim, 47-54, Tokat.
- GÜNAY, A., 1992.** Özel Sebze Yetiştiriciliği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 5, Ankara.
- GÜR, K., ZENGİN, M., UYANÖZ, R., 1997.** Pomzanın Tarım ve Çevre Açısından Önemi. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 125-132, Isparta.
- HASHEM, A.R., 1995.** The Role of Mycorrhizal in the Resistance of *Vaccinium macrocarpon* to Manganese. Mycorrhiza, 5(4) : 289-291.
- HAYMAN, D., 1982.** Influence of Soils and Fertility on Activity and Survival Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Phytopathology*, (72) : 1119-1126.
- İKİZ, Ö., 2003.** Topraksız Biber Tarımında Mikorizaların Etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- İBRAHİM, A.R., 1985.** Bazı Ticari Patlıcan Varyetelerinde (*Solanum melongena* L.cvs. "Halkapınar" ve "Halep") Yaz Budamasının Bitki Gelişimi, Meyve Verimi ve Kalitesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. EÜZF Dergisi. 22 (3) : 175-193.
- JARSTFER, A.G., FARMER-KOPPENOL, P., SYLVIA, D.M., 1998.** Tissue Magnesium And Calcium Affect Arbuscular Mycorrhiza Development And Fungal Reproduction. Mycorrhiza, 7 : 237-242.
- JIMENEZ, B., BECERRIL, E., SCOLA, I., 1990.** Denitrification in a Fluidized Bed System Using Low Cost Packing Material. *Environmental Technology*, 11, 408-420.
- JOHANSEN, A., JAKOBSEN, I., JENSEN, E.S., 1994.** Hyphal N Transport by A Vesicular- Arbuscular Mycorrhizal Fungus Associated With Cucumber Grown at Three Nitrogen Levels. *Plant And Soil*, 160 : 1-9.
- JONES, J.B., 1983.** A Guide for the Hydroponic & Soilless Culture Grower. Timber Press, Oregon.

- KARAGIANNIDIS, N., BLETSOS, F., STAVROPOULOS, N., 2002.** Effect of Verticillium wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and Mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on Root Colonization, Growth and Nutrient Uptake in Tomato and Eggplant Seedlings. *Scientia Horticulturae*, 94 (1) : 145-156.
- KARAMAN, M.R., 1993.** Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Pomza Taşının Farklı Azot Dozlarında Mısır Bitkisinin Gelişmesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, GOÜ. Fen Bilimleri Enst., Tokat.
- KARANDASHOW, V., KUZUOVKINA, I., HAWSKINS, H. J., GEORGE, E., 2000.** Growth and Sporulation of the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus Caledonium* in Dual Culture with Transformed Carrot Roots. *Mycorrhiza* , 10 (1) : 23-28.
- KNIGHT, W.G., ALLEN, M.F., JURNIK, J.J., DUDLEY, L.M., 1989.** Elevated Carbondioxide on Solution Phosphorus in Soil with Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Western Wheatgrass. *Soil.Sci.Soc.American Journal*, 53 : 1075-1082.
- KORKMAZ, A., ORTAŞ, İ., COŞKAN, A., KAYA, Z., 2001.** The Effect of mycorrhiza Inoculation and Phosphorus Application on the Wheat Yield and Nutrient Uptake Under Field Conditions. Workshop on "Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Healt in Agriculture." June 7-9 : 54, University of Çukurova, Adana, Turkey.
- LAEGREID, M., BOCKMAN, O.C., KAARSTAD, O., 1999.** Agriculture, Fertilizers and the Environment. CABİ Publishing in Association with Norsk Hydro ASA. Oslo, Norway, 144-157.
- LI, X.L., MARSHNER, H., GEORGE, E., 1991.** Acquisition of Phosphorus and Copper in VA Micorrhizal Hiphae and Root-to-Shoot Transport in White Clover. *Plant and Soil*, 135 : 49-57.
- LINDERMAN, R.G., DAVIS, E.A., 2004** Evaluation of Commercial Inorganic and Organic Fertilizer Effects on Arbuscular Mycorrhizae Formed by *Glomus Intraradices*. *Horttechnology*, 14 (2) : 196-202.
- LIU, A., HAMEL, C., HAMILTON, R.I., MA, B.L., SMITH, D.L., 2000.** Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by Mycorrhizal Maize (*Zea mays* L.) Grown in Soil at Different P and Micronutrient Levels. *Mycorrhiza*, 9 (6) : 331-336.
- MALCOV, R., RYDLOV, J., VOS_TKA, M., 2003.** Metal-Free Cultivation of *Glomus* Sp. BEG 140 Isolated from Mn-Contaminated Soil Reduces Tolerance to Mn. *Mycorrhiza*, 13 : 151-157.
- MARSCHNER, H., DELL, B., 1994.** Nutrient Uptake in Mycorrhizal Symbiosis. *Plant and Soil*, 159 : 11-25.

- MATSUBARA, Y., TAMURA, H., HARADA, T., 1995.** Growth Enhancement and *Verticillium* wilt Control by Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus Inoculation in Eggplant Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 64 (3) : 555-561.
- MEHRAVARAN, H., MOZAFAR, A., FROSSARD, E., 2000.** Uptake and Partitioning of P and Zn by White Clover as Affected by Eleven Isolates of Mycorrhizal Fungi. Journal of Plant Nutrition, 23 (10) : 1385-1395.
- MILLNER, P.D., 1991.** Characterization and Use of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae in Agricultural Production Systems. The Rhizosphere and Plant Growth. Edit by Keister, D.L. and Cregan, P.B., pages 335-342, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- MOHAMMAD, M.J., PAN, W.L., KENNEDY, A.C., 1998.** Seasonal Mycorrhizal Colonization of Winter Wheat and Its Effect on Wheat Growth Under Dryland Field Conditions. Mycorrhiza, 8 : 139-144.
- MORTE, A., DÍAZ, G., RODRÍGUEZ, P., ALARCON, J.J., SANCHEZ-BLANCO, M.J., 2001.** Growth and Water Relations in Mycorrhizal and Nonmycorrhizal *Pinus halepensis* Plant in Response to Drought. Biologia Plantarum, 44 (2) : 263-267.
- MORTEVEDT, J.J., 1987.** Cadmium Levels in Soils and Plants From Some Long-Term Soil Fertility Experiments in The United State of America. J. Environ. Qual. 16, 137-142.
- NORUSIS, M.J., 1993.** SPSS for Windows : Base System User's Guide. SPSS Inc. Chicago.
- NYLUND, J.E., WALLANDER, H., SUNDBERG, B., GAY, G., 1994.** IAA-Overproducer Mutants of Hebeloma-Cylindrosporum Romagnesi Mycorrhizal with Pinus-Pinaster (Art) Sol and P-Sylvestris L in Hydroponic Culture. Mycorrhiza, 4 (6) : 247-250.
- OLSEN, J.K., SCHAEFER, J.T., EDWARDS, D.G., HUNTER, M.N., GALEA, V.J., MULLER, L.M., 1999a.** Effect of A Network of Mycorrhizae on Capsicum (*Capsicum Annuum* L.) Grown in The Field with Five Rates of Applied Phosphorus. Aus. J. Agric. Res. 50 : 239-252.
- OLSEN, J.K., SCHAEFER, J.T., EDWARDS, D.G., HUNTER, M.N., GALEA, V.J., MULLER, L.M., 1999b.** Effects of Mycorrhizae, Established From an Existing Intact Hyphal Network, on the Growth Response of Capsicum (*Capsicum annum* L.) and Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to Five Rates of Applied Phosphorus. Aust. J. Agric. Res. 50 : 223-237.

- OLSEN, J.K., SCHAEFER, J.T., HUNTER, M.N., EDWARDS, D.G., GALEA, V.J. MULLER, L.M., 1996.** Response of Capsicum (*Capsicum annuum* L.), Sweet Corn (*Zea mays* L.), and Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) to Inoculation with Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. *Aust. J. Agric Res.* 47 : 651-671.
- ONOĞUR, E., DEMİR, S., 1998.** Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No: TOGTAG-1506. İzmir.
- ORTAS, I., HARRIS, P.J., ROWELL, D.L., 1996.** Enhanced Uptake of Phosphorus by Mycorrhizal Sorghum Plants as Forms of Nitrogen. *Plant and Soil*, 184 : 255-264.
- ORTAŞ, İ., ERGÜN, B., ORTAKÇI, D., ERCAN, S., KÖSE, Ö., 1999.** Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (4) : 959-968.
- ORTAŞ, İ., 1997.** Mikoriza Nedir?. *Bilim ve Teknik (TÜBİTAK dergisi)*, 351 : 92-95, Ankara.
- ORTAŞ, İ., 1998.** Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop Kurs Kitapçığı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. 20-22 Mayıs, Adana.
- ORTAŞ, İ., AKPINAR, Ç., 2004.** Mikoriza'nın Tarımda Kullanımı ve Önemi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 861-876, 11-13 Ekim, Tokat.
- ORTAŞ, İ., ORTAKÇI, D., KAYA, Z., 2002a.** Various Mycorrhizal Fungi Propagated on Different Hosts Have Different Effect on Citrus Growth and Nutrient Uptake. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33 (1-2) : 259-272.
- ORTAŞ, İ., ORTAKÇI, D., KAYA, Z., ÇINAR, A., ÖNELGE, N., 2002b.** Mycorrhizal Dependency of Sour Orange in Relation to Phosphorus and Zinc Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 25 (6) : 1263-1279.
- ORTAŞ, İ., SARI, N., 2003.** Mycorrhizal Inoculation Enhanced Tield and N,P,K Content of Sweet Corn Under Field Condition. *Journal of Nutrition*. 26 (1) : 1-17.
- ÖZCAN, H., TABAN, S., 2000.** VA-Mycorrhiza'nın Alkalın ve Asit Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimi ile Fosfor, Çinko, Demir, Bakır ve Mangan Konsantrasyonları Üzerine Etkisi. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*,. 24 : 629-635.
- ÖZEKER, E., ELTEZ, R.Z., TÜZEL, Y., GÜL, A., ÖNAL, K., TANRISEVER, A., 1997.** Investigations on the Effects of Different Growing Media on the Yield and Quality of Strawberries Grown in Vertical Bags. *ISHS Symposium on Greenhouse Management for Better Yield and Quality in Mild Winter Climates*. November 3-5, Antalya-Turkey.

- ÖZGÜR, M., 1991.** Kontrollü Koşullar Altında Perlit ve Volkanik Tüf Ortamlarında Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Uludağ Üniv., Bursa.
- PAKSOY, M., ABAK, K., 1996.** Serada Topraksız Yetiştiricilikte Farklı Yetiştirme Ortamları ve Kök Bölgesi Isıtmasının Domateslerde (Cv- F-144 F₁) Bitki Gelişimi, Erkenci ve Toplam Verim Üzerine Etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu, 375-380, 7-10 Mayıs, Şanlıurfa.
- PAYDAŞ, S., KAFKAS, E., UĞURLUAY, A., YİĞİT, A., ORTAŞ, İ., 2001.** Responses of Various Arbuskuler Mycorrhizae (AM) Species on Yield and Fruit Quality Characteristics of Strawberries. Workshop on "Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Health in Agriculture.", June, 7-9, p. 56, University of Çukurova, Adana, Turkey.
- PHILLIPS, J.M., HAYMAN, D.S., 1970.** Improved Procedure for Cleaning Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuskuler Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. Trans. Br. Mycol. Soc., 55 : 158-161.
- PIVOT, D., REIST, A., GILLIOZ, J.M., 2000.** Greenhouse Tomato Crops with Fully Recycled Nutrient Solutions and reused Substrates. Horticultural Abstracts, 70 (3) : 312.
- RAVNSKOV, S., JAKOBSEN, I., 1999.** Effects of *Pseudomonas Fluorescens* DF57 on Growth and P Uptake of Two Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Symbiosis with Cucumber. Mycorrhiza , 8 (6) : 329-334.
- RESH, H.M., 1991.** Hydroponic Food Production. Woodbridge Press Pub. Com., California.
- ROUPHAEL, Y., COLLA, G., BATTISTELLI, A., MOSCATELLO, S., PROIETTI, S., 2004.** Yield, Water Requirement, Nutrient Uptake and Fruit Quality of Zucchini Squash Grown in Soil and Closed Soilless Culture Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 79 (3) : 423-430.
- RYAN, M.H., ANGUS, J.F., 2003.** Arbuscular Mycorrhizae in Wheat and Field Pea Crops on A Low P Soil: Increased Zn-Uptake but No Increase in P-Uptake or Yield Plant and Soil, 250 (2) : 225-239.
- SALTALI, K., 2004.** Fosforlu Gübrelerde Ağır Metal (Kadmiyum) Sorunu ve Öneriler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 89-94, 11-13 Ekim, Tokat.
- SARI, N., ORTAŞ, İ., YETİŞİR, N., KÖKSAL, G., SAYILIKAN, B., ÇETİNER, B., ÇIĞSAR, S., AKPINAR, Ç., ARSLAN, A.K., ÜSTÜNER, Ö., 2001.** Examples of Some Application of Mycorrhization of Vegetable Production in Turkey. Workshop on Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving

Soil Quality and Plant Health in Agriculture. June 7-9, University of Çukurova, Adana, Turkey.

- SARI, N., ORTAŞ, İ., YETİŞİR, H., 2002.** Effect of Mycorrhizae Inoculation on Plant Growth, Yield and Phosphorus Uptake in Garlic Under Field Conditions. *Communicationss in Soil Science and Plant Analysis*. 33 (13-14) : 2189-2201.
- SASAI, K., 1991.** Effect of Phosphate Application on Infection of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Some Horticultural Crops. *Scientific Reports of Miyaagi Agricultural College*, 39, 1-9, Japan.
- SAVVAS, D., LENZ, F., 1994.** Influence of NaCl Salinity on the Vegetative and Reproductive Growth of Eggplant (*Solanum melongena* L) in Soilless Culture, *Gartenbauwissenschaft*, 59 (4) : 172-177.
- SAVVAS, D., LENZ, F., 1995.** Nutrient-Uptake by Eggplant (*Solanum melongena* L) in Soilless Culture, *Gartenbauwissenschaft*, 60 (1) : 29-33.
- SAVVAS, D., LENZ, F., 2000.** Effect of NaCl or Nutrient-Induced salinity on Growth, Yield and composition of Eggplants Grown in Rockwool. *Scientia Horticulturae* 84 (1-2) : 37-47.
- SAYILIKAN, G., 2003.** Sera Hıyar Yetiştiriciliğinde Mikoriza Kullanımının Etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana.
- SCHNITZLER, W.H., 1996.** Tomatoes in Different Substrates with Mycorrhiza. *Gemuse-Munchen*, 32 (10) : 592 – 594.
- SECILIA, J., BAGYARAJ, D.J., 1994.** Selection of Efficient Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Wetland Rice-a Preliminary Screen. *Mycorrhiza*, 4 (6) : 265-268.
- SENCAR, Ö., GÖKMEN, S., 1996.** Tarımsal Ekoloji. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 8, 87-91, Tokat.
- SEVGİCAN, A., 1983.** Neden Topraksız Tarım. A.Ü. Ziraat Fak.Dergisi, 14 : 1-2.
- SEVGİCAN, A., 1999a.** Örtüaltı Sebzeciliği (Topraksız Tarım) cilt-2. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No. 526, İzmir.
- SEVGİCAN, A., 1999b.** Örtüaltı Sebzeciliği Cilt-1. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No. 528, İzmir.
- SEVGİCAN, A., TÜZEL, Y., GÜL, A., ELTEZ, R.Z., 2002.** Avrupa Birliği Ülkelerinde Örtüaltında Sebze Yetiştiriciliği ve Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler. *Avrupa Birliğine Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı* (ed. A. Gül & R.Z. Eltez):85-101.

- SHULIN, L., SHIJIE, Z., LIZHI, Z., 1998.** Effect of VA Mycorrhizae on the Growth of Eggplant and Cucumber and Control of Diseases. Horticultural Abstracts, 68 (9) : 1037.
- SMITH, D., 1981.** Peppers and Aubergines. Grower Books, London.
- SMITH, S.E., READ, D.J., 1990.** Mycorrhizal Symbiosis. Academic Pres, Harcourt Brace & Company, p,1-8.
- SMITH, S.E., ROBSON, A.D., ABBOTT, L.K., 1992.** The Involvement of Mycorrhizas in Assessment of Genetically Depent Efficiency of Nutrient Uptake and Use. Plant and Soil, 146 : 69-179.
- SOLAIMAN, M.Z., HIRATA, H., 1997.** Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation of Rice Seedlings at The Nursery Stage Upon Performance in The Paddy Fields and Greenhouse. Plant and Soil 191 : 1-12.
- SREENIVASA, M.N, KRISHNARAJ, P.U., 1992.** Synergistic Interaction Between VA Mycorrhizal Fungi and a Phosphate Solubilizing Bacterium in Chilli (*Capsicum annum*). Zentralbl.Mikrobiol. 147 : 126-130.
- SREENIVASA, M.N., 1993.** Response of Chilli (*Capsicum annum*) to Vesicular Arbuscular Mycorrhiza at Different Phosphorus Levels in Field. Indian Journal of Agricultural Sciences 64 (1) : 47-49.
- SUZUKI, H., KUMAGAI, H., OHASKI, K., SAKAMOTO, K., INUBUSHI, K., ENOMOTO, S., AMBE, F., 2000.** Uptake of 15 Trace Elements in Arbuscular Mycorrhizal Marigold Measured by the Multitracer Technique. Soil Sci. Plant Nurt., 46 (2) : 283-289.
- ŞAHİN, Ü., ANAPALI, Ö., HANAY, A., 1999.** Damla Sulamada Farklı Debi ve Su Miktarının Pomza ve Perlite Nem Dağılımına Etkisi. Turk Journal of Agriculture and Forestry, 23 (4) : 999-1010.
- ŞEN, F., SEVGİCAN, A., 1998.** Topraksız Kültür Şekillerinden Su Kültürü İle Ortam Kültürünün Sera Domates Yetiştiriciliğinde Verim ve Kaliteye Etkileri. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu, 28-30 Eylül, Tokat.
- ŞİMŞEK, D., ORTAŞ, İ., KÖSE, Ö., SARI, N., ABAK, K., 1998.** The Effect of Mycorrhizal Inoculation on Growth and Nutrient Uptake of Tomato, Eggplant, Pepper Plants Under field Conditions. Int. Symp. on Arid region Soils, 222-228, 21-24 September, Menemen-İzmir.
- TISDALL, J.M., 1994.** Possible Role of Soil Microorganisms in Aggregation in Soils. Plant and Soil, 159 : 155-1213.

- TÜZEL, Y., GÜL, A., DAŞGAN, H.Y, ÖZGÜR, M., ÖZÇELİK, N., BOYACI, H.F., ERSOY, A., 2005.** Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. 609-627, 03-07 Ocak, Ankara.
- TÜZEL, İ.H., TÜZEL, Y., GÜL, A., ELTEZ, A.R., ALTUNLU, H., 1999.** Torba Kültürü ile Yapılan Sera Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Sulama Programları ile Ortam ve Ortam Hacimlerinin Verim ve Su Tüketimi Üzerine Etkileri. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 364-368, 14-17 Eylül, Ankara.
- VAN OS, E.A., 1995.** Engineering and Environmental Aspects of Soilless Growing Systems. *Acta. Hort.*, 396: 25-32.
- VAN OS, E.A., 2000.** New developments in recirculation systems and disinfection methods for greenhouse crops. 15th Workshop on Agricultural Structures and ACESYS, IV. Conference Environmentally Friendly High-Tech Controlled Environment Agriculture, Dec. 4-5, 2000, Japan: 81-91.
- VARIŞ, S., 1991.** Sera Sebzelerinin Perlit Doldurulmuş Torbalarda Topraksız Yetiştirilmesi. Trakya Üniv. Ziraat fak. Yayınları: 128, Derleme No: 10, Tekirdağ.
- VELİOĞLU, H., ELMAS, İ., TAŞKIN, Ö., GÜNERİ, A., 2004.** Gübre Üretim ve Tüketim Durumumuz. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 23-34, 11-13 Ekim, Tokat.
- VENEZIA, A., QUATTRINI, E., MARTIGNON, G., CASAROTTI, D., ROTINO, G., FALAVIGNA, A., 1999.** Aubergines in Pots with Subirrigation. *Hort. Abst.*, 69(8) : 924.
- WANG, C.L., TSCHEN, J.S.M., 1994.** Production of Mycorrhizal Inoculum by Soilless Culture. *Journal of The Agricultural Association of China*, 187 : 50-60.
- WATERER, D.R., COLTMAN, R.R., 1989.** Response of Bell Pepper to Inoculation Timing Phosphorus and Water Stres. *Hort. Sci.*, 24 (4) : 688-690.
- WHITE, J.A., CHARVAT, I., 1999.** The Mycorrhizal Status of an Emergent Aquatic, *Lythrum Salicaria L.*, at Different Levels of Phosphorus Availability. *Mycorrhiza*, 9 : 191-197.
- WINSOR, G.W., SCHWARZ, M., 1990.** Soilless Culture for Horticulture Crop Production. *FAO Plant Production and Protection Paper*, No. 101, Rome, 188 p.
- YALÇIN, O., 1984.** Örtü Altı Patlıcan Yetiştiriciliğinde Birim Sahadan En fazla Verim, Erkençilik ve Karlılık Temin Eden Budama Tipinin Tespiti. Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma Özetleri, Cilt:2 Ankara.

- YAZGAN, A., İŞBECEREN, A., 1985.** Tokat Yöresine Uygun Biber ve Patlıcan Çeşitlerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. CÜ. Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- YILMAZ, E., YAZGAN, A., 1998a.** Yüksek ve Delikli Alçak Plastik Tünel Altında Budamanın Tokat Koşullarında Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalitesine Etkisi. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu, 116-1120, 28-30 Eylül, Tokat.
- YILMAZ, E., YAZGAN, A., 1998b.** Tokat Koşullarına Uygun Patlıcan Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 2. Sebze Tarımı Sempozyumu, 127-129, 28-30 Eylül, Tokat.
- YILMAZ, H., 2004.** Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim, Tüketim ve Dış Ticaretindeki Gelişmeler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 35-46, 11-13 Ekim, Tokat.
- YÜCEL, S., ELEKÇİOĞLU, H., ÖZGÖNEN, H., TOKTAY, H., ORTAŞ, İ., 2001** Seralarda Fungal Kök Hastalıklarına ve Kök-Ur Nematodlarına Karşı Solarizasyon ve Mikorizal Fungus Kombinasyonlarının Etkilerinin Araştırılması. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Tokat'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Tokat'ta tamamladıktan sonra 1987 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde başladığı öğrenimini 1991 yılında tamamladı. 1993 yılında Uzman olarak göreve başladığı Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde, 1993-1996 yılları arasında yüksek lisansını tamamladı. Halen aynı göreve devam etmektedir.

Evli ve iki çocuk babasıdır.

